

OTTOBRE 2026

# La gestione dello spettro frequenziale tra pianificazione nazionale e traiettoria DNA

Autori: Alessandra Bucci, Silvia Compagnucci, Alessandro D'Amato, Maria Rosaria Della Porta, Francesco Pagliari

*Le infrastrutture digitali stanno attraversando una trasformazione che lega sempre più strettamente reti fisse e mobili, capacità computazionale, intelligenza artificiale ed energia. In questo scenario, la sola estensione della copertura non basta più a misurare la maturità delle reti: diventano centrali qualità, capacità, sostenibilità degli investimenti e uso efficiente dello spettro. Quest'ultimo assume un rilievo particolare in vista della scadenza, al 31 dicembre 2029, di numerosi diritti d'uso delle frequenze in Italia. Lo studio analizza l'evoluzione tecnologica e regolatoria tra dimensione europea e nazionale, nel contesto del Digital Networks Act, considerando anche limiti elettromagnetici, intervento pubblico e condizioni necessarie a sostenere innovazione, resilienza e competitività.*

- La copertura non è più sufficiente, da sola, a misurare lo sviluppo infrastrutturale: persistono divari territoriali, economici e di utilizzo.
- L'Italia presenta un profilo duale: rimane sotto la media europea nella copertura VHCN e FTTP, soprattutto nelle aree rurali, ma registra una copertura 5G pressoché universale e il migliore risultato europeo sulla banda 3,4-3,8 GHz, sia complessivamente sia nei territori rurali.
- All'elevata copertura 5G non corrisponde ancora un analogo livello di utilizzo e maturità tecnologica. Le SIM attive e la densità delle stazioni radio base risultano inferiori alla media UE e gli investimenti restano concentrati sulla RAN, mentre la transizione verso il core 5G e le architetture standalone appare solo all'inizio.
- L'efficienza nell'uso dello spettro dipende anche dal quadro sui campi elettromagnetici. L'innalzamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità da 6 a 15 V/m ha ampliato i margini per lo sviluppo delle reti, ma l'Italia mantiene un'impostazione più cautelativa rispetto ai benchmark europei.
- L'evoluzione delle infrastrutture digitali è guidata dalla convergenza tra reti, capacità computazionale, cloud, intelligenza artificiale ed energia, trasformando le telecomunicazioni da semplici reti di trasporto dati a piattaforme integrate per l'economia digitale.
- Fibra e 5G non sono tecnologie alternative ma complementari: la fibra costituisce la dorsale indispensabile delle reti mobili avanzate, mentre il 5G estende le capacità della rete fissa nei servizi a bassa latenza e ad alte prestazioni. La convergenza tra rete fissa e mobile, l'affermazione del 5G Standalone e l'evoluzione verso architetture AI-native

modificano profondamente modelli infrastrutturali, strategie degli operatori e criteri di pianificazione delle reti.

- Le reti evolvono in piattaforme distribuite di elaborazione, nelle quali edge computing, virtualizzazione e intelligenza artificiale integrano connettività e capacità di calcolo, favorendo automazione, efficienza e nuovi modelli di cooperazione infrastrutturale.
- Il 6G introdurrà nuove funzionalità, come il sensing integrato e la convergenza con reti satellitari, trasformando le reti in infrastrutture capaci non solo di comunicare ma anche di percepire l'ambiente e garantire continuità della connettività.
- L'efficienza energetica diventa un elemento progettuale delle reti digitali: l'integrazione tra AI, telecomunicazioni ed energia consente di sostenere la crescita del traffico dati migliorando resilienza, sostenibilità e competitività. La virtualizzazione, l'automazione e la gestione dinamica delle risorse permettono di ridurre significativamente i consumi energetici, soprattutto nelle reti radio, rendendo l'efficienza un risultato dell'orchestrazione intelligente più che della sola evoluzione tecnologica.
- Il Digital Networks Act (DNA) punta a integrare il mercato europeo della connettività attraverso regole più armonizzate, diritti d'uso più lunghi e una governance comune dello spettro. Camera e Senato condividono l'obiettivo, ma chiedono di preservare concorrenza, proporzionalità e competenze nazionali.
- Nel quadro nazionale, sostenibilità degli investimenti, collegamento in fibra dei siti e spazio elettromagnetico utilizzabile costituiscono un'unica catena abilitante: politiche pubbliche e frequenze producono valore soltanto se mobilitano capitale privato e si traducono in capacità, qualità e continuità dei servizi.
- L'attuazione dei piani pubblici è avanzata ma disomogenea: al completamento di alcuni interventi si affiancano la rimodulazione di Italia a 1 Giga e il Fondo Nazionale per la Connettività, che prolunga al 2030 l'azione sui divari infrastrutturali residui.
- Il 3 agosto 2026 AGCom, con delibera 199/26/CONS, ha avviato la terza consultazione sulle bande di frequenza in scadenza nel 2029 sottoponendo alla valutazione del mercato l'opzione del rinnovo ed un'ampia serie di obblighi di copertura, qualità ed accesso; parallelamente, procede l'assegnazione della banda 26 GHz bassa con l'avvio della procedura di gara da parte del MIMIT.

# SOMMARIO

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SOMMARIO .....</b>                                                                                                   | <b>3</b>  |
| <b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>                                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>1. LO SVILUPPO DELLE RETI E LA GESTIONE DELLO SPETTRO .....</b>                                                      | <b>9</b>  |
| 1.1. <i>Le infrastrutture di rete e il ruolo delle frequenze: Europa e Italia nel contesto globale .....</i>            | 9         |
| 1.2. <i>Il dibattito sui limiti elettromagnetici e il contesto nazionale .....</i>                                      | 17        |
| <b>2. LE OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO .....</b>                                                                  | <b>22</b> |
| 2.1. <i>Fibra e 5G come infrastrutture complementari per servizi digitali avanzati .....</i>                            | 23        |
| 2.1.1. <i>Superamento del paradigma di separazione delle reti .....</i>                                                 | 24        |
| 2.1.2. <i>Convergenza tra connettività e capacità computazionale .....</i>                                              | 31        |
| 2.1.3. <i>Verso il 6G: sensing e integrazione delle reti non terrestri .....</i>                                        | 34        |
| 2.1.4. <i>L'evoluzione del traffico uplink .....</i>                                                                    | 37        |
| 2.2. <i>Efficienza energetica e sostenibilità ambientale delle reti di nuova generazione .....</i>                      | 38        |
| 2.2.1. <i>Efficienza energetica delle reti e gestione intelligente dei carichi .....</i>                                | 39        |
| 2.2.2. <i>AI, accumulo energetico e infrastruttura digitale integrata .....</i>                                         | 42        |
| 2.2.3. <i>Sicurezza, sensing e resilienza delle infrastrutture convergenti .....</i>                                    | 47        |
| <b>3. IL DIGITAL NETWORKS ACT E LA NUOVA GOVERNANCE EUROPEA DELLO SPETTRO .....</b>                                     | <b>49</b> |
| 3.1. <i>Il dibattito sul DNA e la posizione del Parlamento nazionale .....</i>                                          | 52        |
| <b>4. IL QUADRO NAZIONALE TRA FATTORI ABILITANTI, PIANI PUBBLICI E PROSPETTIVE FUTURE .....</b>                         | <b>55</b> |
| 4.1. <i>I fattori abilitanti per lo sviluppo delle reti mobili: investimenti, fibra e limiti elettromagnetici .....</i> | 55        |
| 4.2. <i>Dall'avanzamento del Piano Italia a 1 Giga e del Piano Italia 5G al Fondo Nazionale Connettività .....</i>      | 57        |
| 4.3. <i>L'assegnazione delle frequenze in Italia. Le prospettive evolutive .....</i>                                    | 61        |
| <b>CONCLUSIONI E SPUNTI DI POLICY .....</b>                                                                             | <b>68</b> |

## EXECUTIVE SUMMARY

### LO SVILUPPO DELLE RETI E LA GESTIONE DELLO SPETTRO

Lo sviluppo delle infrastrutture digitali restituisce un quadro nel quale l'estensione della copertura non coincide necessariamente con l'utilizzo effettivo, la capacità disponibile o la maturità tecnologica delle reti. L'Italia presenta un profilo particolarmente duale: la copertura VHCN raggiunge il 77,6% delle famiglie, contro l'85,5% della media UE, e scende al 44,5% nelle aree rurali, rispetto al 66,7% europeo. Sul versante mobile, invece, la copertura 5G raggiunge il 99,8% e quella sulla banda 3,4-3,8 GHz il 98,4%, con valori molto elevati anche nei territori rurali. A questa disponibilità non corrispondono però analoghi livelli di utilizzo e maturità: le SIM che generano traffico 5G e la densità delle stazioni radio base restano sotto la media europea. È la fotografia di una rete nazionale che, nel 2025, resta prevalentemente Non-Standalone.

*La copertura è una condizione necessaria, ma non sufficiente: la competitività dipende dalla qualità delle reti, dalla transizione al 5G Standalone e dalla possibilità di utilizzare lo spettro in modo efficiente*

---

La composizione degli investimenti conferma che la transizione è ancora incompleta. L'Italia destina al 5G il 52% degli investimenti complessivi nelle reti mobili, una quota superiore alla media europea del 50,6%; all'interno degli investimenti 5G, tuttavia, il 90,1% è rivolto alla RAN e soltanto il 9,9% al core – rispettivamente contro l'81,9% e il 18,1% dell'UE. Il modello nazionale rimane quindi fortemente orientato a copertura e capacità radio, mentre la modernizzazione del core, necessaria per abilitare *network slicing*, reti private e servizi differenziati, procede più lentamente.

*Il modello nazionale rimane quindi fortemente orientato a copertura e capacità radio, mentre la modernizzazione del core, necessaria per abilitare network slicing, reti private e servizi differenziati, procede più lentamente*

---

La possibilità di trasformare le frequenze disponibili in capacità e prestazioni dipende, inoltre, dal quadro regolatorio sui campi elettromagnetici. L'innalzamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità da 6 a 15 V/m ha ampliato i margini tecnici e introdotto criteri di ripartizione più efficienti, ma l'Italia continua ad applicare valori più cautelativi rispetto ai riferimenti europei. La sfida consiste quindi nel coniugare tutela della salute, monitoraggio e trasparenza con condizioni che consentano un uso efficace dello spettro e lo sviluppo sostenibile delle reti di nuova generazione.

### LE OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO

Le infrastrutture digitali stanno entrando in una fase nella quale il valore non dipende più dall'evoluzione separata delle singole tecnologie, ma dalla loro integrazione. Reti fisse e mobili, capacità computazionale distribuita, sistemi energetici e intelligenza artificiale tendono a operare

come componenti di un unico ecosistema infrastrutturale. La competitività futura dipenderà dalla capacità di governare questa convergenza in modo coordinato, programmabile e resiliente.

*Le infrastrutture digitali stanno evolvendo da reti di telecomunicazione a piattaforme convergenti nelle quali connettività, energia e capacità computazionale operano come un unico sistema*

---

Il primo cambiamento riguarda la natura stessa della rete. La distinzione tra fisso e mobile perde progressivamente significato: la densificazione del 5G richiede una disponibilità capillare di fibra per backhaul e fronthaul, mentre il mobile estende le capacità della rete fissa nei contesti industriali, logistici e urbani. Il 5G Standalone segna un passaggio ulteriore, perché abilita servizi differenziati, network slicing, API di rete e modelli Network-as-a-Service. Il valore non risiede più soltanto nella velocità o nella copertura, ma nella possibilità di rendere la rete programmabile e integrabile nei processi digitali delle imprese.

*Il valore del 5G Standalone non risiede nella maggiore velocità, ma nella capacità di trasformare la rete in una piattaforma programmabile per servizi digitali avanzati*

---

Il secondo cambiamento interessa il modello industriale. In Italia i quattro principali operatori stanno interpretando il 5G Standalone secondo strategie differenti: servizi premium per il mercato business, estensione della copertura, architetture Open RAN ed esposizione delle capacità di rete attraverso API. Anche i vendor seguono traiettorie diverse. NVIDIA e Nokia puntano sulla convergenza tra rete radio e capacità di calcolo distribuita; Ericsson privilegia l'impiego dell'intelligenza artificiale per migliorare prestazioni, automazione ed efficienza energetica della RAN. La scelta architeturale non determina solo come funzionerà la rete, ma anche dove verrà creato valore e quali servizi potranno essere offerti.

*La scelta dell'architettura di rete diventa una scelta strategica sul futuro modello di business delle infrastrutture digitali*

---

La terza dinamica in atto riguarda il ruolo dell'energia. L'efficienza energetica non può più essere interpretata soltanto come una misura di riduzione dei costi o delle emissioni. Nelle reti di nuova generazione l'energia diventa una variabile progettuale da coordinare con traffico, capacità radio e risorse computazionali. Intelligenza artificiale, virtualizzazione, sistemi di accumulo e gestione dinamica dei carichi consentono di adattare il funzionamento della rete alle condizioni operative e di trasformare progressivamente i siti radiomobili in nodi energetici intelligenti.

*L'energia non è più soltanto un costo operativo: diventa una risorsa da orchestrare insieme a connettività e capacità computazionale*

---

Questa evoluzione modifica anche il ruolo delle tower company. Modelli come la Digital Infrastructure Company, il Site as a Service e, prospetticamente, il neutral host attivo ampliano il perimetro tradizionale della gestione passiva delle torri. Il sito radiomobile tende a diventare una piattaforma nella quale infrastruttura fisica, alimentazione, accumulo, servizi radio e capacità computazionale possono essere coordinati in modo integrato. Le smart city e gli ambienti ad alta densità rappresentano il contesto nel quale questa evoluzione appare più probabile, perché la moltiplicazione di infrastrutture separate per ciascun operatore risulta sempre meno sostenibile sotto il profilo economico, energetico e urbanistico.

Le implicazioni riguardano direttamente la pianificazione pubblica e industriale. Reti fisse, reti mobili, cloud, edge computing e infrastrutture energetiche continuano a essere regolate e sviluppate attraverso strumenti prevalentemente settoriali, mentre le loro interdipendenze aumentano. La convergenza richiede meccanismi più stabili di coordinamento tra politiche delle telecomunicazioni, politiche energetiche, sviluppo della capacità computazionale e gestione del territorio. L'obiettivo non è eliminare le specificità regolatorie dei singoli comparti, ma affiancare alla regolazione per settori una visione sistemica delle infrastrutture strategiche.

*La prossima generazione di infrastrutture digitali non sarà definita dalla velocità delle reti, ma dalla capacità di integrare connettività, energia, capacità computazionale e intelligenza artificiale in un unico sistema*

---

## **IL DIGITAL NETWORKS ACT E LA NUOVA GOVERNANCE EUROPEA DELLO SPETTRO**

Il Digital Networks Act, presentato dalla Commissione europea il 21 gennaio 2026, propone di riunire in un regolamento direttamente applicabile gran parte dell'attuale disciplina europea delle comunicazioni elettroniche. L'obiettivo è ridurre la frammentazione del mercato unico, favorire gli investimenti in reti avanzate e rafforzare sicurezza e resilienza. Tra le misure principali figurano l'opzione di un passaporto unico per le autorizzazioni, una programmazione più prevedibile della transizione dal rame alla fibra, un quadro europeo per i servizi satellitari e il rafforzamento del coordinamento tra Commissione, BEREC, autorità nazionali e nuovo Radio Spectrum Policy Body (RSPB).

La politica dello spettro rappresenta uno dei punti di maggiore discontinuità. La proposta promuove una pianificazione più coordinata, la condivisione e l'uso efficiente delle frequenze e prevede diritti d'uso in linea di principio a durata illimitata, sottoposti a verifiche periodiche non prima di vent'anni. Quando la durata è limitata, l'orizzonte ordinario previsto è di almeno quarant'anni. Una maggiore stabilità può ridurre il rischio regolatorio e sostenere gli investimenti, ma rende ancora più importanti verifiche effettive su copertura, qualità, concorrenza e utilizzo dello spettro.

*Il nodo del Digital Networks Act è conciliare la prevedibilità necessaria agli investimenti con la concorrenza, l'uso efficiente dello spettro e un adeguato ruolo degli Stati membri*

---

Il dibattito parlamentare nazionale riflette questo equilibrio. Camera e Senato condividono l'obiettivo di reti moderne, sicure e resilienti e di un mercato europeo più integrato, ma chiedono di tenere nella dovuta considerazione le competenze nazionali.

*Camera e Senato condividono l'obiettivo di reti moderne, sicure e resilienti e di un mercato europeo più integrato, ma chiedono di tenere nella dovuta considerazione le competenze nazionali*

---

La Camera assume una posizione più critica sull'architettura del regolamento, sugli atti delegati, sull'Open Internet e sugli equilibri tra operatori di rete e piattaforme; il Senato insiste maggiormente sulla governance cooperativa, sul ruolo degli Stati nella gestione dello spettro, sulla radiodiffusione e sulle comunicazioni di emergenza. Il messaggio comune è che l'armonizzazione deve tradursi in regole più semplici e prevedibili senza indebolire la capacità nazionale di governare una risorsa pubblica strategica.

#### **IL QUADRO NAZIONALE TRA FATTORI ABILITANTI, PIANI PUBBLICI E PROSPETTIVE FUTURE**

Sul piano nazionale, le scelte europee si traducono in un problema di attuazione. Sostenibilità degli investimenti, collegamento in fibra dei siti e spazio elettromagnetico effettivamente utilizzabile sono parti della stessa catena. Tra il 2024 e il 2025, secondo AGCOM, i ricavi unitari dei servizi dati mobili sono scesi da 0,35 a 0,26 euro per gigabyte, mentre gli investimenti nelle immobilizzazioni della rete mobile sono diminuiti da 1,75 a 1,50 miliardi di euro. I due andamenti non dimostrano un rapporto causale, ma segnalano la pressione sulla capacità del settore di finanziare l'ammodernamento delle reti.

La copertura in fibra di abitazioni e imprese, inoltre, non garantisce il collegamento delle stazioni radio, così come l'assegnazione di frequenze non produce piena capacità se presso i siti manca un adeguato margine elettromagnetico. L'adeguamento nazionale da 6 a 15 V/m ha attenuato il vincolo, ma non ha eliminato il divario rispetto ai livelli adottati in numerosi Paesi europei. Alla luce delle evidenze scientifiche e delle linee guida internazionali, appare quindi opportuno valutare un ulteriore innalzamento dei valori tra i confini nazionali.

*L'adeguamento nazionale da 6 a 15 V/m ha attenuato il vincolo, ma non ha eliminato il divario rispetto ai livelli adottati in numerosi Paesi europei*

---

L'intervento pubblico resta decisivo nei territori a fallimento di mercato. Al completamento o all'avanzamento dei piani Isole minori, Sanità connessa e Scuole connesse si affiancano la rimodulazione di Italia a 1 Giga e il Fondo Nazionale per la Connettività. Quest'ultimo, aggiudicato a FiberCop per un contributo massimo di 712,5 milioni di euro, prevede la copertura di oltre 477 mila civici entro il 2030 e prolunga oltre l'orizzonte del PNRR l'intervento sui divari residui. Il Piano Italia 5G interviene invece sui due snodi complementari del collegamento in fibra dei siti esistenti e della densificazione della rete mobile.

La politica delle frequenze completa il quadro. La scadenza al 31 dicembre 2029 dei diritti oggetto delle consultazioni AGCOM impone di definire con anticipo durata, oneri e obblighi associati ai futuri titoli. L'ipotesi di rinnovi accompagnati da impegni di investimento può offrire maggiore prevedibilità rispetto a nuove aste particolarmente onerose, ma dovrà essere bilanciata con la tutela della concorrenza, della qualità e dell'uso efficiente dello spettro. Parallelamente, l'avvio della procedura per la banda 24,25-26,5 GHz apre un ulteriore spazio per servizi 5G ad alta capacità e rende ancora più evidente la necessità di coordinare assegnazioni, investimenti e condizioni concrete di dispiegamento.

*L'ipotesi di rinnovi accompagnati da impegni di investimento può offrire maggiore prevedibilità rispetto a nuove aste particolarmente onerose, ma dovrà essere bilanciata con la tutela della concorrenza, della qualità e dell'uso efficiente dello spettro*

---

## 1. LO SVILUPPO DELLE RETI E LA GESTIONE DELLO SPETTRO

### 1.1. Le infrastrutture di rete e il ruolo delle frequenze: Europa e Italia nel contesto globale

La connettività mondiale è entrata in una fase nella quale la disponibilità di una rete non costituisce più, da sola, un indicatore sufficiente del grado di sviluppo infrastrutturale. Nel 2025 il 96% della popolazione mondiale risulta raggiunto da una rete mobile a banda larga di terza generazione o superiore, mentre la copertura 5G raggiunge il 55%<sup>1</sup>. Il dato medio nasconde divari molto ampi: nei Paesi ad alto reddito il 5G raggiunge l'84% della popolazione, contro appena il 4% nei Paesi a basso reddito.

Anche la dimensione territoriale rimane determinante, poiché a livello globale la copertura 5G interessa il 66% della popolazione urbana ma soltanto il 40% di quella rurale, con un divario di 26 punti percentuali. La disponibilità potenziale dell'infrastruttura non coincide, peraltro, con il suo utilizzo effettivo: nel 2025 il 74% della popolazione mondiale utilizza Internet, mentre circa 2,2 miliardi di persone rimangono offline.

L'espansione delle reti mobili non riduce la centralità delle infrastrutture fisse<sup>2</sup>. Secondo le stime ITU, nel 2025 le reti fisse hanno trasportato a livello mondiale circa 7,3 zettabyte di traffico Internet, quasi cinque volte gli 1,5 zettabyte veicolati dalle reti mobili. La stessa ITU evidenzia come una parte consistente del traffico generato da dispositivi mobili e IoT venga trasportata dalle reti fisse attraverso connessioni Wi-Fi. La fibra svolge inoltre un ruolo crescente nel sostenere lo sviluppo delle reti mobili di nuova generazione, assicurando collegamenti ad alta capacità ai siti radio. Circoscrivendo l'angolo di osservazione ai Paesi OCSE, alla fine del 2024, la fibra rappresentava il 47% delle connessioni fisse a banda larga, rispetto al 28% del 2019<sup>3</sup>.

In questo contesto, l'Unione europea presenta un posizionamento articolato. La copertura VHCN, che comprende FTTH, FTTB e reti via cavo DOCSIS 3.1, raggiunge in media l'85,5% delle famiglie europee, con 11 Paesi sopra il 90%. L'Italia si colloca al 23° posto con il 77,6%, quasi 8 punti percentuali sotto la media UE e dietro alle principali economie europee. Considerando la sola copertura FTTP, che comprende FTTH e FTTB, il valore italiano resta pari al 77,6%: supera la media europea del 74,1%, ma colloca il Paese soltanto al 20° posto, alle spalle di Spagna e Francia ma davanti alla Germania (Fig.1.1)

*Rispetto alla copertura VHCN e FTTP, l'Italia si colloca rispettivamente al 23° e al 20° tra gli Stati membri dell'Unione europea*

---

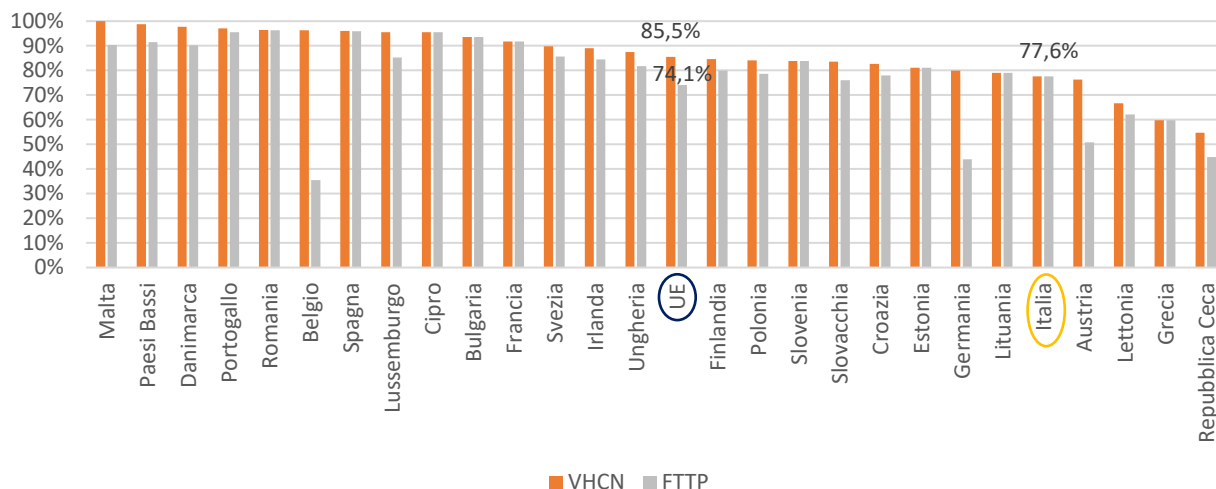
<sup>1</sup> ITU, *Measuring digital development. Facts and Figures*, 2025.

<sup>2</sup> Per un approfondimento, si v. *infra* cap. 2.

<sup>3</sup> OECD, *Fibre and 5G drive OECD digital transformation as broadband markets mature*, Statistical Release, 30 ottobre 2025.

**Fig.1.1: Copertura VHCN e FTTP (% di famiglie, 2025)**

Fonte: Commissione europea, giugno 2026

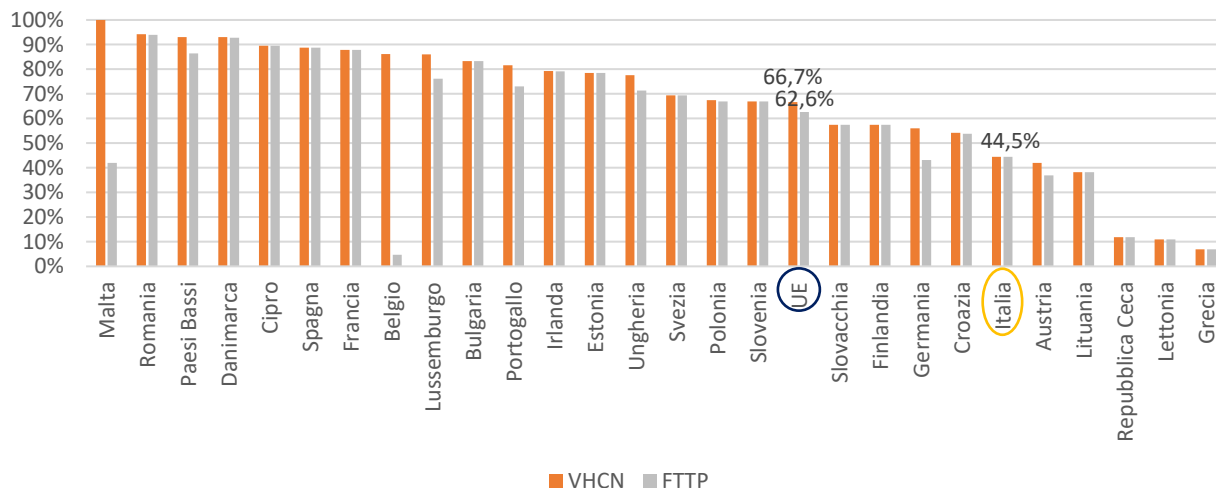


Il ritardo italiano risulta più marcato nelle aree rurali (zone con meno di 100 ab./km<sup>2</sup>). La copertura VHCN si ferma al 44,5% delle famiglie, contro una media europea del 66,7%, collocando l'Italia al 22° posto. Anche per la copertura FTTP il dato nazionale è pari al 44,5%, oltre 18 punti percentuali al di sotto della media europea del 62,6%. Il confronto evidenzia quindi una persistente debolezza territoriale delle infrastrutture fisse italiane, particolarmente accentuata nelle zone a minore densità abitativa (Fig. 1.2).

**Fig.1.2: Copertura VHCN e FTTP nelle aree rurali (% di famiglie, 2025)**

Fonte: Commissione europea, giugno 2026

Note: Per le aree rurali, il dato si riferisce alla copertura nelle zone con meno di 100 ab./km<sup>2</sup>

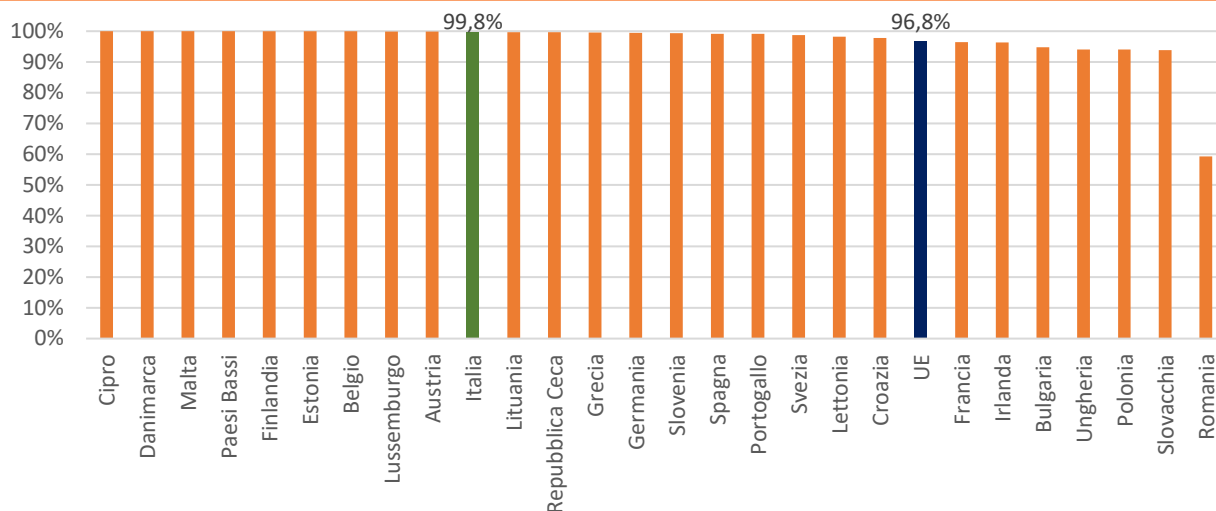


Il quadro cambia sensibilmente con riferimento alle reti mobili. Nel 2025 la copertura 5G italiana raggiunge il 99,8% delle famiglie, circa 3 punti percentuali sopra la media europea del 96,8%, collocando il Paese tra i primi dieci Stati membri. Si tratta dunque di una copertura pressoché universale, anche se l'indicatore non distingue tra reti 5G Standalone (SA) e Non-Standalone (NSA), non consentendo di valutare il livello di evoluzione tecnologica dell'infrastruttura (Fig. 1.3).

**Fig.1.3: Copertura 5G (% di famiglie, 2025)**

Fonte: Commissione europea, giugno 2026

Note: Il dato non distingue tra 5G SA e NSA

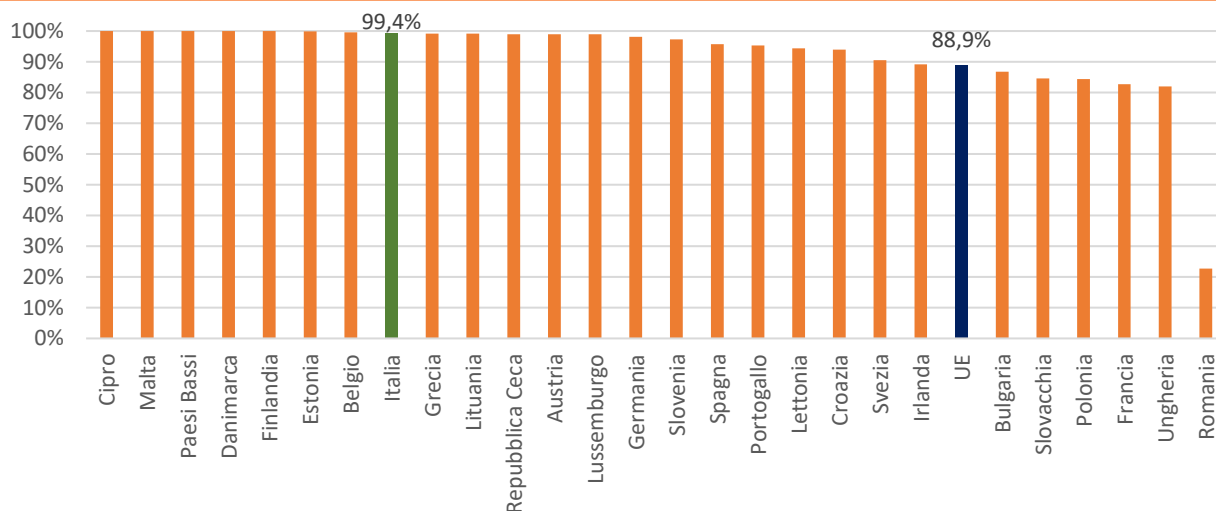


La buona performance italiana si conferma nelle aree rurali, dove la copertura 5G raggiunge il 99,4% delle famiglie, rispetto all'88,9% della media europea. L'Italia si colloca all'ottavo posto nell'UE e presenta un vantaggio di oltre dieci punti percentuali sulla media. Diversamente da quanto osservato per le reti fisse, il divario territoriale nella disponibilità della rete mobile 5G risulta quindi sostanzialmente riassorbito, pur restando valido quanto detto per la mancata distinzione tra copertura NSA e SA (Fig. 1.4).

**Fig.1.4: Copertura 5G nelle aree rurali (% di famiglie, 2025)**

Fonte: Commissione europea, giugno 2026

Note: Il dato non distingue tra 5G SA e NSA e si riferisce alla copertura nelle zone con meno di 100 ab./km2

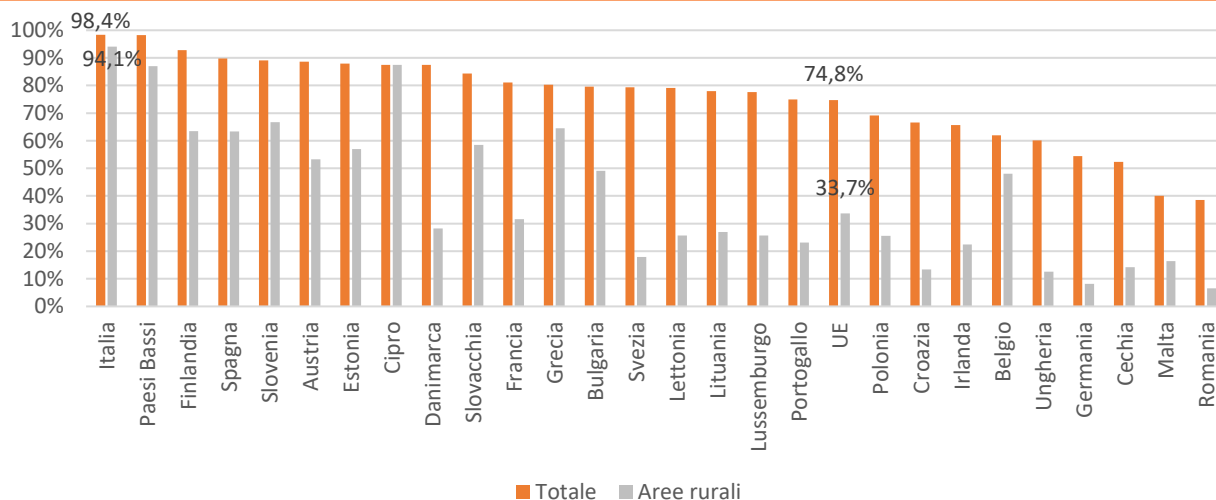


Particolarmente favorevole è il posizionamento italiano nella banda 3,4-3,8 GHz, strategica per la capacità delle reti 5G. La copertura complessiva raggiunge il 98,4% delle famiglie, il valore più elevato nell'UE e superiore di circa 24 punti percentuali alla media europea del 74,8%. Il primato italiano si conferma nelle aree rurali, con una copertura del 94,1% contro il 33,7% della media UE. Il dato evidenzia quindi una diffusione particolarmente capillare della principale banda di capacità del 5G anche nei territori a minore densità abitativa (Fig. 1.5).

**Fig.1.5: Copertura 5G su frequenze 3.4-3.8 GHz (% di famiglie, 2025)**

Fonte: Commissione europea, giugno 2026

Note: Per le aree rurali, il dato si riferisce alla copertura nelle zone con meno di 100 ab./km2

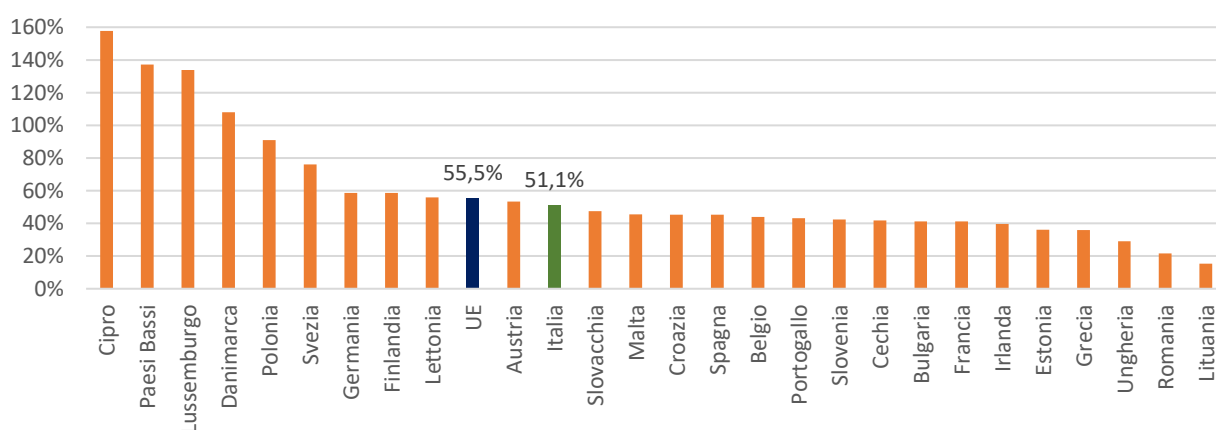


Alla capillarità della copertura non corrisponde ancora un livello altrettanto elevato di utilizzo. In Italia, le SIM che hanno generato traffico sulle reti 5G sono pari al 51,1% della popolazione, contro una media europea del 55,5%, collocando così il Paese all'11° posto. Il vantaggio italiano sul piano della copertura non si è quindi ancora tradotto pienamente nella diffusione effettiva dei servizi 5G, similmente a quanto registrato nella maggioranza degli altri Stati membri. Infatti, il divario tra copertura e utilizzo riguarda gran parte dell'Unione: soltanto sei Stati membri superano la soglia del 60% (Fig. 1.6).

**Fig.1.6: SIM che hanno generato traffico su reti 5G (% popolazione, 2025)**

Fonte: Commissione europea, giugno 2026

Note: I valori superiori al 100% osservati in alcuni Paesi dipendono dal fatto che l'indicatore considera il numero di SIM, che può essere superiore a quello della popolazione

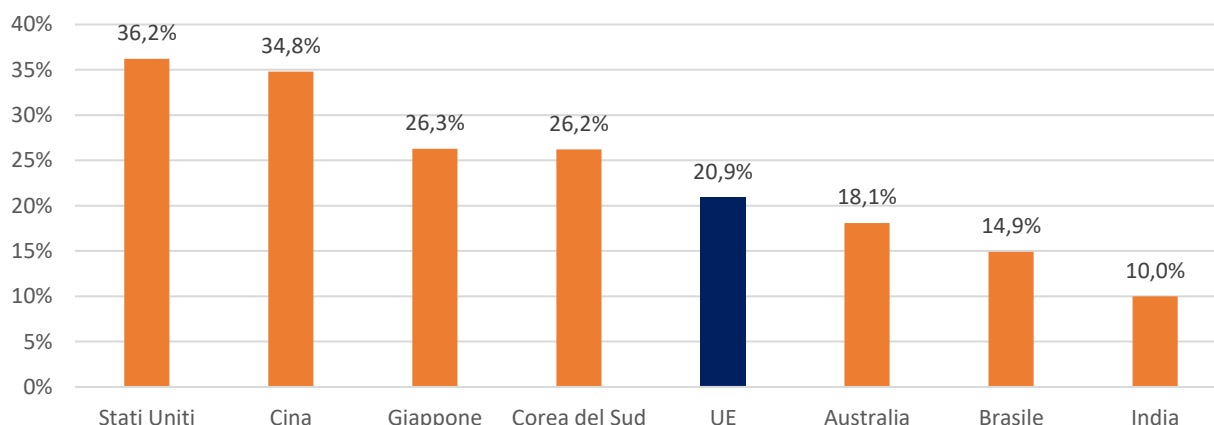


*Il vantaggio italiano sul piano della copertura non si è quindi ancora tradotto pienamente nella diffusione effettiva dei servizi 5G, similmente a quanto registrato nella maggioranza degli altri Stati membri*

Il confronto internazionale sulla penetrazione delle stazioni radio base 5G Standalone mostra una posizione intermedia dell'Unione europea. Nel 2025, le stazioni SA rappresentano il 20,9% del totale, contro il 36,2% degli Stati Uniti, il 34,8% della Cina e oltre il 26% di Giappone e Corea del Sud. L'UE precede invece Australia, Brasile e India. La distanza dai mercati più avanzati evidenzia come la transizione verso le architetture necessarie per abilitare *network slicing*, bassissima latenza e reti private sia ancora incompleta (Fig. 1.7).

**Fig.1.7: Penetrazione delle stazioni radio base 5G SA (% del totale delle stazioni radio base) nei mercati internazionali di confronto, 2025**

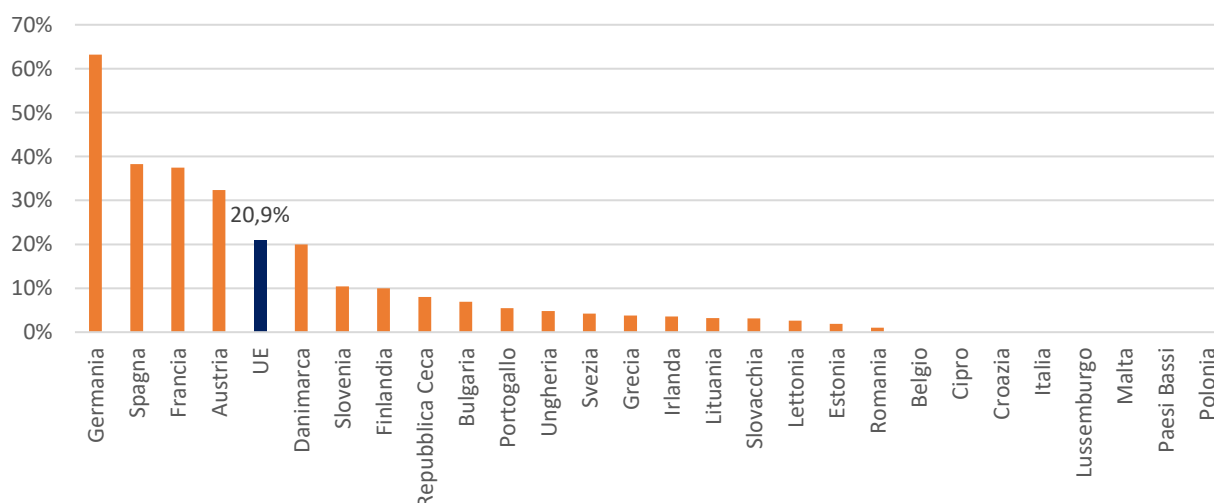
Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory 2026, giugno 2026



Il dato medio europeo nasconde differenze molto ampie tra gli Stati membri ed è sostenuto soprattutto dai Paesi più avanzati. La Germania guida la classifica con il 63,2% di stazioni radio base 5G SA sul totale delle stazioni, seguita da Spagna, Francia e Austria, rispettivamente al 38,3%, 37,5% e 32,4%. L'Italia presenta invece un valore pari a zero, rientrando nel gruppo degli otto Stati membri senza stazioni 5G SA contabilizzate nel 2025. Ciò conferma che l'elevata copertura 5G a livello nazionale osservata in precedenza è ancora riconducibile essenzialmente ad architetture NSA. Tuttavia, nei mesi scorsi due operatori – WindTre e Iliad – hanno ufficialmente annunciato il lancio dell'infrastruttura 5G standalone (Fig. 1.8).

**Fig.1.8: Penetrazione delle stazioni radio base 5G SA (% del totale delle stazioni radio base) negli Stati membri, 2025**

Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory, giugno 2026

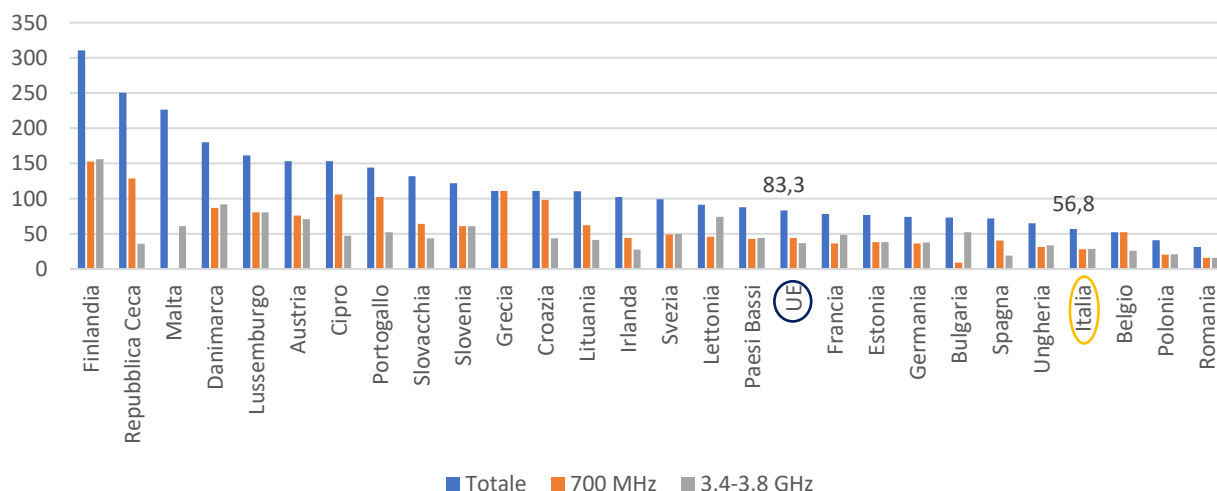


Anche la densità dell'infrastruttura restituisce per l'Italia un quadro meno favorevole rispetto ai dati di copertura. Con 56,8 stazioni radio base 5G ogni 100 mila abitanti, il Paese si colloca al 24° posto nell'UE, sensibilmente al di sotto della media europea di 83,3. Il ritardo interessa sia la banda a 700 MHz, con 28 stazioni contro le 44 della media UE, sia quella a 3,4-3,8 GHz, con 28,8 stazioni contro 36,9. La diffusione sulla banda a 26 GHz rimane invece statisticamente marginale tanto in Italia quanto nel resto dell'Unione (Fig. 1.9).

**Fig.1.9: Numero di stazioni radio base 5G per 100 mila abitanti negli Stati membri, per tipo di banda (2025)**

Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory, giugno 2026

Note: stime IDATE; il valore per la banda 26 GHz non è stato riportato in quanto statisticamente non rilevante (UE: 0,06; Italia: 0,10)

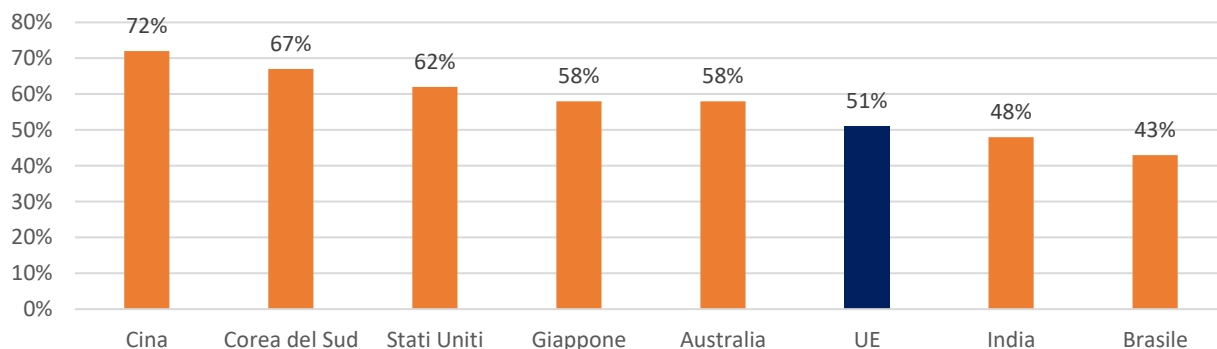


Naturalmente, alla copertura si accompagna il tema degli investimenti. Nel 2025, l'Unione europea ha destinato al 5G il 51% degli investimenti complessivi nelle reti mobili, in aumento rispetto al 48% del 2024. La quota resta tuttavia inferiore a quella registrata in Cina, Corea del Sud, Stati Uniti, Giappone e Australia, dove oscilla tra il 58% e il 72%. Soltanto India e Brasile presentano valori più bassi. La composizione degli investimenti europei mostra quindi una crescente attenzione verso il 5G, ma con un'intensità ancora inferiore rispetto ai principali mercati tecnologicamente avanzati (Fig. 1.10).

**Fig.1.10: Quota degli investimenti nelle reti mobili 5G (% degli investimenti totali nelle reti mobili) nei mercati internazionali di confronto, 2025**

Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory, giugno 2026

Note: stime IDATE

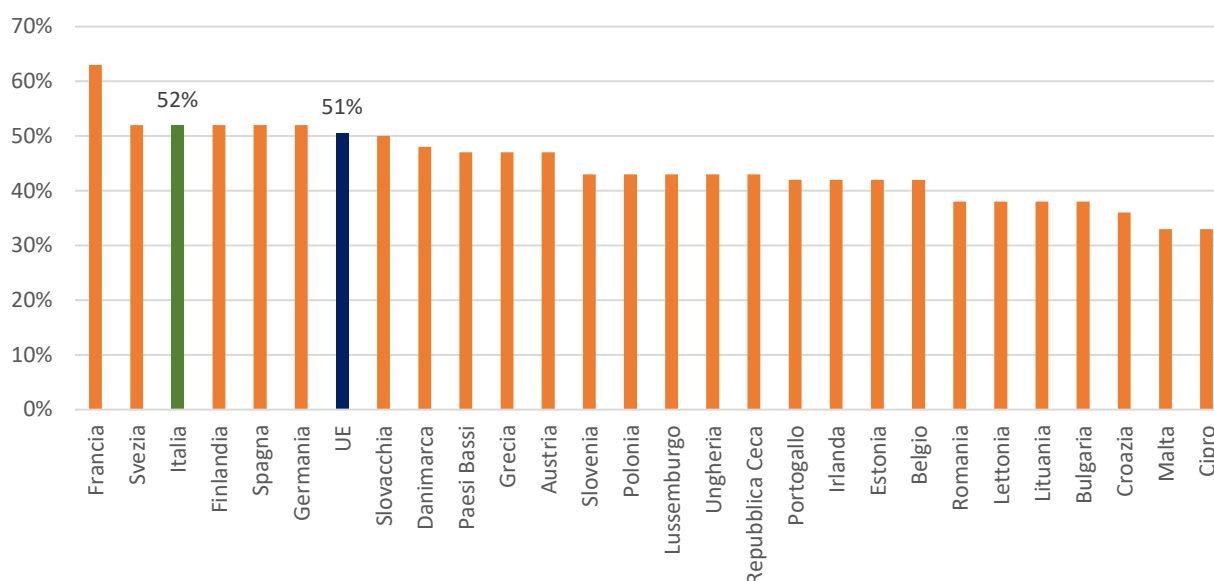


Il dettaglio per Stato membro restituisce un posizionamento più favorevole per l'Italia. Il 52% degli investimenti italiani nelle reti mobili è destinato al 5G, valore condiviso con Svezia, Finlandia, Spagna e Germania e superiore alla media europea del 51%. Soltanto la Francia registra una quota più elevata, pari al 63%. Dunque, oltre la metà degli investimenti di questo tipo a livello nazionale è già orientata al 5G (Fig. 1.11).

**Fig.1.11: Quota degli investimenti nelle reti mobili 5G (% degli investimenti totali nelle reti mobili) negli Stati membri, 2025**

Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory, giugno 2026

Note: stime IDATE



Per interpretare la composizione degli investimenti 5G occorre distinguere tra rete di accesso radio e rete core. La RAN (*Radio Access Network*) comprende antenne, apparati radio, stazioni radio base e sistemi che collegano i dispositivi mobili alla rete. Investire maggiormente nella RAN significa quindi ampliare la copertura, aumentare la capacità disponibile e migliorare le prestazioni del collegamento radio. La rete core rappresenta invece la componente centrale e “intelligente” dell’infrastruttura: gestisce autenticazione degli utenti, mobilità, instradamento del traffico, qualità del servizio e orchestrazione delle risorse. La modernizzazione della parte core è indispensabile per passare dal 5G NSA, ancora dipendente dal nucleo della rete 4G, al 5G SA e per abilitare funzionalità come *network slicing*, reti private e servizi differenziati a bassa latenza. Una maggiore incidenza degli investimenti RAN indica pertanto una strategia orientata soprattutto a copertura e capacità, mentre una quota più elevata destinata al core segnala una fase più avanzata di evoluzione funzionale della rete. Le due componenti sono complementari e la loro distribuzione deve essere letta anche alla luce del grado di maturità raggiunto dalle reti nazionali.

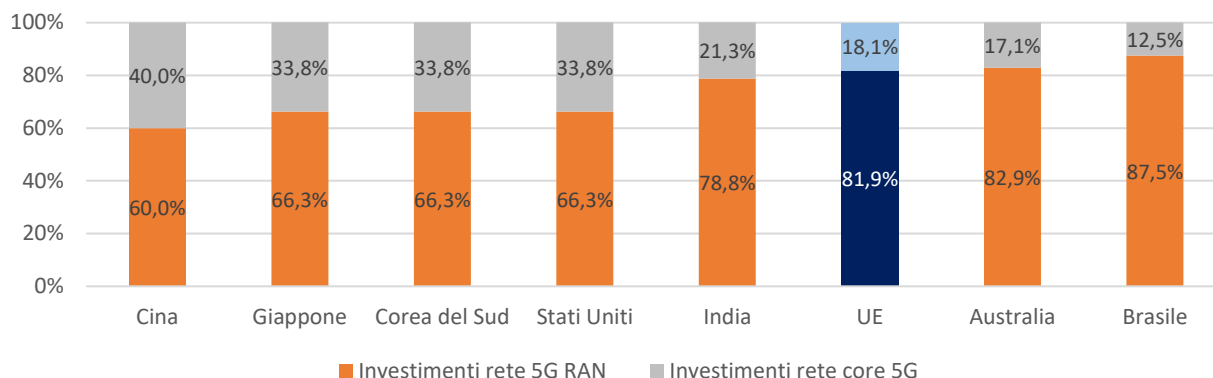
Ciò premesso, il confronto internazionale mostra come gli investimenti europei siano ancora fortemente concentrati sulla componente radio: nell’UE la RAN assorbe l’81,9% delle risorse destinate al 5G, mentre al core è riservato il 18,1%. La quota europea per il core è nettamente inferiore al 40% della Cina e al 33,8% di Giappone, Corea del Sud e Stati Uniti, risultando superiore soltanto ad Australia e Brasile (Fig. 1.12).

La composizione degli investimenti indica quindi che l'Europa si trova ancora in una fase prevalentemente orientata all'estensione e al potenziamento dell'accesso radio, mentre i mercati più avanzati dedicano una parte maggiore delle risorse alla modernizzazione funzionale della rete. La crescita del 37,6% registrata dagli investimenti europei nel core tra il 2024 e il 2025 segnala tuttavia un progressivo spostamento verso le architetture standalone.

**Fig.1.12: Investimenti 5G tra RAN e core nei mercati internazionali di confronto, 2025**

Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory, giugno 2026

Note: stime IDATE



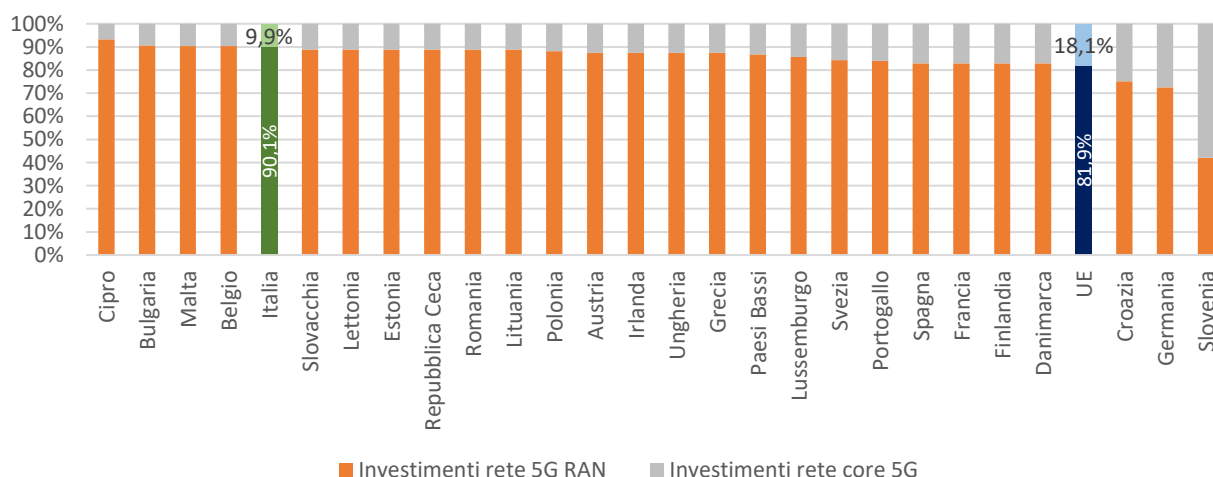
La concentrazione sulla rete di accesso radio è ancora più marcata in Italia, dove il 90,1% degli investimenti 5G è destinato alla RAN e soltanto il 9,9% al core. La quota italiana per il core è quasi dimezzata rispetto alla media europea del 18,1% e risulta tra le più basse dell'Unione, precedendo soltanto Malta, Belgio, Bulgaria e Cipro (Fig. 1.13). Il dato indica che gli investimenti nazionali sono stati finora indirizzati soprattutto verso copertura e capacità radio, coerentemente con l'elevata disponibilità territoriale del 5G, mentre appare più lenta la modernizzazione della componente centrale della rete.

Ne deriva che una quota complessiva di investimenti 5G superiore alla media europea (Fig. 1.11) non si traduce al momento in maggiore maturità tecnologica: la limitata spesa per il core contribuisce infatti a spiegare il ritardo italiano nello sviluppo del 5G Standalone già evidenziato (Fig. 1.8).

**Fig.1.13: Investimenti RAN/Core negli Stati membri, 2025**

Fonte: Commissione europea, IDATE, Schuman Associates, 5G Observatory, giugno 2026

Note: stime IDATE



Il quadro mostra dunque che la disponibilità di bande di frequenza e gli investimenti non sono sufficienti se non sono accompagnati da condizioni regolatorie che consentano un impiego efficiente dello spettro. Tra queste, assumono particolare rilievo i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, cui è dedicato il paragrafo successivo.

## 1.2. Il dibattito sui limiti elettromagnetici e il contesto nazionale

Il dibattito internazionale sullo spettro non riguarda soltanto l'individuazione delle bande da assegnare o le modalità di gara, ma anche il quadro regolatorio sui limiti di esposizione ai campi elettromagnetici. Il tema assume rilievo perché l'uso dello spettro radio, in particolare per le reti mobili di nuova generazione, è strettamente connesso alle condizioni tecniche e autorizzative per l'installazione degli impianti.

Il nodo politico-regolatorio legato ai limiti elettromagnetici si colloca all'incrocio tra tutela della salute, accettabilità sociale e sviluppo delle infrastrutture digitali. L'adozione di limiti più restrittivi rispetto agli standard internazionali può rispondere a esigenze di cautela e contribuire a rassicurare una parte dell'opinione pubblica, soprattutto in presenza di preoccupazioni diffuse sugli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute. Al tempo stesso, soglie molto basse possono incidere concretamente sulla pianificazione delle reti mobili, rendendo più complessa l'installazione o l'adeguamento degli impianti, limitando la possibilità di condivisione dei siti tra operatori e riducendo l'efficienza complessiva nell'utilizzo dello spettro radio. Ne possono derivare maggiori costi, tempi più lunghi per l'autorizzazione e la realizzazione dei siti, nonché potenziali rallentamenti nel dispiegamento delle reti 5G e, in prospettiva, delle future reti 6G.

A livello europeo, il quadro di riferimento si basa sulle linee guida elaborate dall'ICNIRP, recepite nella Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE. Tali limiti sono costruiti secondo un approccio prudenziale e, come ricordato dalla Commissione europea, incorporano ampi margini di sicurezza, essendo fissati a livelli significativamente inferiori rispetto a quelli ai quali la letteratura scientifica ha osservato effetti sanitari accertati.

Tuttavia, la Raccomandazione europea non ha carattere vincolante: gli Stati membri mantengono quindi la facoltà di adottare limiti nazionali più restrittivi sebbene il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche richiami l'esigenza di una loro applicazione coerente. La non vincolatività della Raccomandazione europea ha contribuito a determinare un quadro regolatorio eterogeneo tra gli Stati membri. Alcuni Paesi si sono sostanzialmente allineati agli standard internazionali, mentre altri hanno adottato soglie più cautelative o criteri applicativi più restrittivi, con possibili effetti sulla velocità e sull'efficienza del roll-out delle reti mobili.

*La non vincolatività della Raccomandazione europea ha contribuito a determinare un quadro regolatorio eterogeneo tra gli Stati membri. Alcuni Paesi si sono sostanzialmente allineati agli standard internazionali, mentre altri hanno adottato soglie più cautelative o criteri applicativi più restrittivi, con possibili effetti sulla velocità e sull'efficienza del roll-out delle reti mobili*

In questo contesto, l'Italia si caratterizza storicamente per un'impostazione più cautelativa rispetto al quadro europeo. La disciplina nazionale in materia di esposizione ai campi elettromagnetici si fonda principalmente sulla Legge quadro n. 36/2001, sul D.P.C.M. 8 luglio 2003 e sul D.L. 179/2012, convertito con legge n. 221/2012. Tali disposizioni definiscono i valori di riferimento per le grandezze fisiche misurabili nella gamma 100 kHz–300 GHz, secondo un approccio tecnologicamente neutro: i limiti si applicano infatti alle emissioni elettromagnetiche indipendentemente dalla specifica tecnologia utilizzata dagli impianti, incluse le reti mobili di diversa generazione.

Per le radiofrequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 individua tre principali strumenti di tutela della popolazione: i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità. I primi rappresentano le soglie massime da non superare per la protezione dagli effetti acuti dell'esposizione; i valori di attenzione introducono un criterio più prudenziale nei luoghi adibiti a permanenze prolungate; gli obiettivi di qualità, infine, orientano la pianificazione degli impianti e la progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Nel caso delle reti mobili, il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità sono oggi pari a 15 V/m, a seguito dell'innalzamento rispetto al precedente livello di 6 V/m<sup>4</sup>. I limiti di esposizione, invece, restano differenziati in base alla frequenza considerata. Questa articolazione conferma la specificità del modello italiano, che combina soglie massime di esposizione, criteri cautelativi per i luoghi a permanenza prolungata e strumenti di pianificazione volti a contenere l'esposizione complessiva della popolazione.

Per le bande utilizzate dal 5G, il confronto tra valori europei e italiani mostra chiaramente la maggiore cautela dell'ordinamento nazionale (Tab. 1.1). Nella banda 694–790 MHz, il riferimento europeo è pari a circa 36,2–38,6 V/m, mediato su 6 minuti, mentre in Italia il limite di esposizione è 20 V/m, anch'esso mediato su 6 minuti. Nelle bande 3,6–3,8 GHz e 26,5–27,5 GHz, il riferimento europeo è pari a 61 V/m, mentre il limite italiano di esposizione è 40 V/m. Inoltre, il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità, applicabili nei luoghi a permanenza prolungata, sono pari a 15 V/m, mediati sulle 24 ore. Tali valori – come già sottolineato – sono stati innalzati dal precedente livello di 6 V/m a 15 V/m con l'entrata in vigore, il 30 aprile 2024, dell'articolo 10 della legge n. 214 del 30 dicembre 2023.

**Tab.1.1: Valori limite campi elettromagnetici - bande 5G: confronto tra riferimento europeo e valori italiani**

Fonte: ARPAE Emilia Romagna (2024)

| Frequenza              | R.E. 1999/519/CE<br>(Europa)               | Limite di esposizione<br>(Italia) | Valore di attenzione<br>(Italia) | Obiettivo di qualità (Italia) |
|------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>694 - 790 MHz</b>   | 36,2 - 38,6 V/m<br>(Mediato su 6 min)      | 20 V/m<br>(Mediato su 6 min)      | 15 V/m<br>(Mediato su 24 h)      | 15 V/m<br>(Mediato su 24 h)   |
| <b>3,6 - 3,8 GHz</b>   | 61 V/m<br>(Mediato su 6 min)               | 40 V/m<br>(Mediato su 6 min)      | 15 V/m<br>(Mediato su 24 h)      | 15 V/m<br>(Mediato su 24 h)   |
| <b>26,5 - 27,5 GHz</b> | 61 V/m<br>(Mediato su 2,2<br>min a 26 GHz) | 40 V/m<br>(Mediato su 6 min)      | 15 V/m<br>(Mediato su 24 h)      | 15 V/m<br>(Mediato su 24 h)   |

<sup>4</sup>[https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/slide\\_innalzamneto\\_campi\\_elettromagnetici\\_v6.pdf](https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/slide_innalzamneto_campi_elettromagnetici_v6.pdf)

Nel caso italiano, l'innalzamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità a 15 V/m si inserisce in un quadro regolatorio volto non solo ad ampliare i margini tecnici per lo sviluppo delle reti mobili, ma anche a garantire una gestione più efficiente ed equa dello spazio elettromagnetico disponibile. Il MIMIT evidenzia infatti che, in alcune aree caratterizzate da maggiore traffico di rete, si erano create criticità autorizzative dovute all'assegnazione dello spazio elettromagnetico secondo un criterio di fatto *"first come, first served"*, con il rischio di impedire ad alcuni operatori infrastrutturati di installare o ampliare i propri impianti. Per superare tale criticità, il nuovo quadro introduce il principio di equa ripartizione, finalizzato ad assicurare parità di trattamento tra operatori e un utilizzo più efficiente di una risorsa scarsa quale lo spazio elettromagnetico.

Il valore di 15 V/m viene presentato dal MIMIT come il livello ritenuto strettamente necessario per consentire l'utilizzo della griglia di stazioni radio base già presente sul territorio, mantenendo al tempo stesso la compatibilità con i volumi di rispetto finora adottati. Tale valore resta comunque, secondo il documento ministeriale, *"cautelativamente molto al di sotto"* del limite europeo di circa 60 V/m.

Un ulteriore elemento innovativo riguarda la determinazione del limite assentibile per singolo operatore. Il nuovo sistema non si limita a considerare il valore massimo complessivo di campo elettrico, ma introduce un criterio di ripartizione proporzionale alla disponibilità spettrale dei diversi operatori infrastrutturati. In altri termini, il limite emissivo assentibile per ciascun operatore viene commisurato alla quantità di banda detenuta, tenendo conto anche del cosiddetto fondo radioelettrico, cioè del livello di campo già presente nell'area per effetto di altre sorgenti.

Il MIMIT collega questo approccio anche al principio di effettività, volto a ridurre il divario tra i valori teoricamente autorizzati e i valori effettivamente rilevati sul territorio. In alcuni casi, infatti, i siti risultavano formalmente saturi pur registrando valori reali di campo elettromagnetico sensibilmente inferiori ai limiti. L'obiettivo dichiarato è quindi duplice: da un lato, rendere più efficiente l'utilizzo dello spazio elettromagnetico disponibile; dall'altro, garantire maggiore trasparenza ai cittadini sui valori reali dei campi elettromagnetici presenti sul territorio.

L'innalzamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità da 6 V/m a 15 V/m viene considerato un passo utile per avvicinare l'Italia agli standard europei e per superare un'impostazione ritenuta troppo restrittiva.

*L'innalzamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità da 6 V/m a 15 V/m viene considerato un passo utile per avvicinare l'Italia agli standard europei e per superare un'impostazione ritenuta troppo restrittiva*

---

Un recente parere tecnico-scientifico redatto per Iliad Italia<sup>5</sup> sostiene che l'innalzamento a 15 V/m rappresenta un miglioramento rispetto al precedente valore di 6 V/m, senza tuttavia colmare il

<sup>5</sup>[https://corporate.iliad.it/uploads/N\\_Pasquino\\_Innalzare\\_i\\_limiti\\_di\\_esposizione\\_ai\\_campi\\_elettromagnetici\\_per\\_sfruttare\\_il\\_potenziale\\_delle\\_reti\\_di\\_telecomunicazione\\_mobile\\_7df221967f.pdf](https://corporate.iliad.it/uploads/N_Pasquino_Innalzare_i_limiti_di_esposizione_ai_campi_elettromagnetici_per_sfruttare_il_potenziale_delle_reti_di_telecomunicazione_mobile_7df221967f.pdf)

divario rispetto ai riferimenti internazionali definiti dall'ICNIRP. Il documento evidenzia infatti che tali valori si collocano, a seconda della banda di frequenza considerata, indicativamente tra 36 e 61 V/m, mentre il limite italiano rimane sensibilmente inferiore a quelli applicati in numerosi Paesi europei (Fig. 1.14).

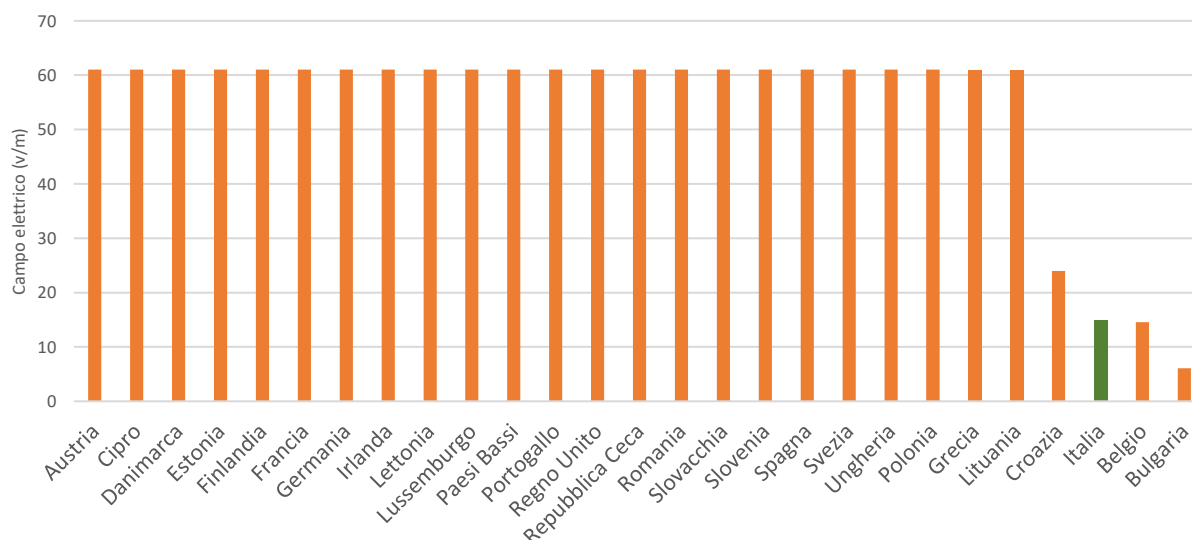
La disponibilità di nuove frequenze, in presenza di vincoli emissivi ancora molto più restrittivi rispetto ai parametri adottati a livello europeo, rischia pertanto di non tradursi in un pieno incremento della capacità e delle prestazioni delle reti. Una parte dei benefici potrebbe rimanere soltanto teorica oppure essere conseguita attraverso un aumento del numero dei siti, con conseguenti maggiori costi, tempi di realizzazione più lunghi e una minore efficienza complessiva delle infrastrutture.

In questa prospettiva, un ulteriore adeguamento dei limiti non sarebbe necessariamente in contrasto con le esigenze di tutela della salute, ma si inserirebbe nel quadro dei riferimenti scientifici internazionali già recepiti e applicati in molti Paesi europei<sup>6</sup>. Ad esempio, la Grecia, dall'8 dicembre 2025 ha eliminato i precedenti coefficienti di riduzione del 70% e del 60% e applica quindi integralmente i livelli di riferimento della Raccomandazione europea 1999/519/CE<sup>7</sup>. Lo stesso ha fatto la Lituania, la cui Autorità sanitaria riporta espressamente i valori contenuti nella Raccomandazione<sup>8</sup>.

**Fig.1.14: Limiti campo elettromagnetico, per Paese**

Fonte: elaborazione I-Com

Nota: Il dato del Belgio fa riferimento alla regione di Bruxelles. In altre aree del Paese esistono limiti differenti, ad esempio nelle Fiandre il limite è più elevato ed è pari a 20 V/m<sup>9</sup>



Dunque, il confronto con gli altri Paesi UE mostra come l'Italia continui a collocarsi tra gli ordinamenti più restrittivi in materia di esposizione ai campi elettromagnetici. L'innalzamento da 6 a 15 V/m ha rappresentato un significativo passo avanti, riducendo almeno in parte il divario

<sup>6</sup> [https://corporate.iliad.it/uploads/Piano\\_Piu\\_Veloci\\_a21d1b0aec.pdf](https://corporate.iliad.it/uploads/Piano_Piu_Veloci_a21d1b0aec.pdf)

<sup>7</sup> <https://paratiritirioemf.eeae.gr/en/radiation/limits?utm>

<sup>8</sup> <https://nvsc.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/5q-lietuvoje/elektromagnetines-spinduliutes-stebesena/teises-aktai-reglamentuojantys-elektromagnetine-spinduliute/>

<sup>9</sup> <https://environnement.brussels/citoyen/reglementation-et-inspection/obligations-et-autorisations/quelles-sont-les-normes-legales-dexposition-aux-ondes-electromagnetiques>

accumulato rispetto ai principali riferimenti internazionali e alle discipline adottate in numerosi Stati membri.

Tuttavia, il limite italiano continua a risultare sensibilmente inferiore rispetto ai valori adottati nella maggior parte dell'Unione europea. Un eventuale ulteriore adeguamento, purché fondato sulle evidenze scientifiche internazionali e accompagnato da un sistema efficace di controllo e monitoraggio, potrebbe contribuire a favorire un utilizzo più efficiente dello spettro, accelerare lo sviluppo delle reti e ridurre la necessità di incrementare il numero dei siti, senza porsi necessariamente in contrasto con gli obiettivi di tutela della salute pubblica.

*Il limite italiano continua a risultare sensibilmente inferiore rispetto ai valori adottati nella maggior parte dell'Unione europea. Un eventuale ulteriore adeguamento, purché fondato sulle evidenze scientifiche internazionali e accompagnato da un sistema efficace di controllo e monitoraggio, potrebbe contribuire a favorire un utilizzo più efficiente dello spettro, accelerare lo sviluppo delle reti e ridurre la necessità di incrementare il numero dei siti, senza porsi necessariamente in contrasto con gli obiettivi di tutela della salute pubblica*

---

## 2. LE OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO

L'evoluzione delle infrastrutture digitali non riguarda soltanto l'incremento della velocità o della capacità trasmissiva delle reti: riguarda la ridefinizione del ruolo stesso delle telecomunicazioni nell'economia digitale. La diffusione di applicazioni basate su intelligenza artificiale, cloud distribuito, elaborazione distribuita ai margini della rete, automazione industriale e servizi in tempo reale modifica in modo sostanziale ciò che le reti devono essere capaci di fare: non più soltanto trasportare dati, ma garantire affidabilità, continuità operativa e gestione dinamica delle risorse in modo adattivo.

In questo scenario le opportunità di sviluppo non stanno nell'avanzamento isolato di singole tecnologie, ma nella loro integrazione all'interno di ecosistemi digitali convergenti. La lettura trova riscontro nelle analisi internazionali sulle infrastrutture strategiche. Nel rapporto *"The infrastructure moment. Investing in the expanding foundations of modern society"* (McKinsey & Company, settembre 2025), la nozione stessa di infrastruttura supera un'impostazione verticale per evolvere verso modelli di interdipendenza tra reti digitali, sistemi energetici, capacità computazionale e piattaforme intelligenti di gestione, con le principali opportunità di valore che emergono alle intersezioni tra domini infrastrutturali diversi più che all'interno dei singoli comparti.

*Le opportunità di sviluppo non stanno nell'avanzamento isolato di singole tecnologie, ma nella loro integrazione all'interno di ecosistemi digitali convergenti*

---

La distinzione tradizionale tra rete fissa e rete mobile si riduce progressivamente, insieme ai confini tra connettività, capacità di elaborazione e gestione dell'energia. Le reti evolvono verso architetture nelle quali hardware e funzioni sono disaccoppiabili e riconfigurabili via software, e nelle quali trasporto del traffico, capacità di calcolo e disponibilità di energia non sono più elementi separati ma risultano strettamente interdipendenti. L'infrastruttura digitale del prossimo decennio non sarà la somma di componenti distinte, ma un ecosistema nel quale reti fisse, reti mobili, capacità computazionale distribuita e sistemi energetici operano in modo coordinato, con sistemi intelligenti capaci di allocare dinamicamente traffico e consumi in funzione delle condizioni operative.

La portata della trasformazione è leggibile anche nei numeri della domanda. In Italia il traffico dati giornaliero per singola SIM residenziale ha raggiunto 1,02 GB a fine 2025, in crescita del 17,1% sul 2024 e del 116% rispetto al 2021: una curva che nessun sistema infrastrutturale può sostenere operando in isolamento rispetto agli altri<sup>10</sup>.

Questa traiettoria si inserisce nella cornice del Digital Networks Act, che individua nella resilienza, nella qualità, nella sicurezza e nella capacità infrastrutturale delle reti alcuni dei fattori abilitanti della competitività europea. La modernizzazione delle reti non riguarda solo il potenziamento

---

<sup>10</sup> AGCOM, Osservatorio sulle Comunicazioni, n. 1, maggio 2026.

della connettività, ma il modo in cui le infrastrutture digitali vengono progettate, integrate e gestite nel tempo.

Il capitolo approfondisce due traiettorie interconnesse. La prima è la complementarità tra reti fisse e mobili e il progressivo superamento dei modelli infrastrutturali separati, con la convergenza tra connettività e capacità computazionale che ridisegna l'architettura delle reti: un tema su cui l'Italia offre oggi un caso di osservazione diretto, con quattro operatori che perseguono strategie di 5G Standalone sensibilmente diverse. La seconda è l'evoluzione dell'efficienza energetica e della resilienza delle infrastrutture, dove l'integrazione tra telecomunicazioni, computing ed energia ridefinisce il concetto stesso di infrastruttura digitale. L'obiettivo non è un'analisi autonoma dei fenomeni legati a intelligenza artificiale, cloud o sostenibilità, ma comprendere come queste trasformazioni incidano sulle caratteristiche operative delle reti e, indirettamente, sul valore strategico della pianificazione infrastrutturale e della gestione delle risorse frequenziali, temi sviluppati nei capitoli successivi.

## **2.1. Fibra e 5G come infrastrutture complementari per servizi digitali avanzati**

La diffusione di cloud distribuito, edge computing, automazione industriale e intelligenza artificiale modifica le esigenze infrastrutturali dell'economia digitale, aumentando il fabbisogno di capacità trasmissiva, bassa latenza, continuità operativa e affidabilità delle connessioni. In questo contesto la contrapposizione storica tra rete fissa e rete mobile perde significato, a favore di modelli infrastrutturali integrati e complementari.

Per lungo tempo il dibattito ha trattato sviluppo della fibra e reti mobili di nuova generazione come alternative, alimentando una visione nella quale le due tecnologie apparivano sostitutive o concorrenti. L'evoluzione recente mostra una traiettoria diversa. Lo sviluppo delle reti mobili ad alte prestazioni dipende dalla disponibilità di infrastrutture ottiche pervasive, necessarie a sostenere densificazione delle celle, backhaul, fronthaul, sincronizzazione e distribuzione della capacità elaborativa richiesta dalle architetture edge-cloud. La fibra diventa la dorsale delle reti mobili avanzate, mentre il 5G estende le capacità della rete fissa in contesti industriali, logistici, urbani e nei servizi real-time, con modalità di accesso flessibili e a bassa latenza.

Il punto di partenza italiano è una rete fissa in rapida ricomposizione. A fine 2025 gli accessi in fibra fino all'abitazione (FTTH) hanno raggiunto il 34,1% delle linee broadband e ultra-broadband nazionali, in crescita di 5,6 punti percentuali su base annua, mentre le architetture ibride rame-fibra (FTTC) scendono al 40,5% e il rame tradizionale prosegue una dismissione costante; il Fixed Wireless Access sale al 13,1%, consolidandosi come connettività complementare nelle aree a complessa orografia o bassa densità abitativa<sup>11</sup>. Sul piano infrastrutturale all'ingrosso il mercato è polarizzato: FiberCop gestisce l'accesso più esteso del Paese, con 13,7 milioni di linee attive e oltre 6.200 comuni serviti al 31 dicembre 2025, e punta a connettere 3 milioni di nuove unità immobiliari nel 2026; Open Fiber opera come concessionaria pubblica per le aree bianche con modello wholesale-only.

---

<sup>11</sup> AGCOM, Osservatorio sulle Comunicazioni, n. 1, maggio 2026.

### 2.1.1. *Superamento del paradigma di separazione delle reti*

Per decenni, rete fissa e rete mobile sono state progettate, finanziate e regolate come se vivessero in universi paralleli. Infrastrutture separate, modelli di investimento separati, soggetti regolatori separati. Questa separazione non era solo organizzativa: rifletteva un'idea precisa di cosa fossero le telecomunicazioni, con due sistemi distinti che servivano bisogni diversi. Quello schema è diventato obsoleto.

La diffusione del 5G Standalone, l'espansione delle architetture edge-cloud e la virtualizzazione delle funzioni di rete evidenziano una dinamica opposta: le reti mobili dipendono dalla disponibilità di infrastrutture ottiche pervasive, e le reti fisse trovano nelle tecnologie wireless avanzate un modo per estendere la propria portata. Non è un avanzamento tecnico su un aspetto marginale: è un cambiamento strutturale che ridisegna la logica degli investimenti infrastrutturali e, con essa, le regole della competizione e della regolazione.

Il meccanismo è relativamente semplice. Con il 5G il traffico per singola antenna è cresciuto enormemente, e le bande di frequenza più alte richiedono antenne più piccole, più numerose e più vicine agli utenti. Le configurazioni 5G ad alta capacità, in particolare quelle che impiegano bande millimetriche come i 26 GHz, richiedono collegamenti di backhaul nell'ordine di 10–25 Gbps, una capacità che nella pratica trova nella fibra ottica la soluzione più affidabile e scalabile. La rete radio, per quanto avanzata, funziona soltanto quanto la fibra che ha dietro.

Il 5G Standalone non è un'evoluzione di copertura ma un cambio di paradigma nella natura stessa del servizio. Rispetto al 5G Non-Standalone, il core SA abilita funzioni strutturalmente nuove: il network slicing, che consente di ritagliare porzioni di rete con parametri garantiti come latenza, banda e affidabilità, per applicazioni specifiche; la latenza inferiore al millisecondo, necessaria per automazione industriale e controllo remoto in tempo reale; e l'esposizione delle capacità di rete attraverso API aperte, che trasforma la connettività da prodotto fisso a servizio programmabile. La transizione verso il 5G Standalone (5G SA) non segue però un modello industriale univoco. Pur partendo dalla stessa tecnologia abilitante; un core di rete cloud-native indipendente dal 4G, capace di supportare slicing, automazione e riduzione della latenza, gli operatori interpretano in modo diverso dove e come si creerà valore economico. Più che una traiettoria convergente, il mercato italiano rappresenta oggi un laboratorio di quattro ipotesi strategiche sul significato industriale del 5G SA: monetizzazione immediata di servizi premium per le imprese, leadership di copertura, efficienza architetturale oppure piattaformaizzazione delle capacità di rete.

- **WindTre**, primo in Italia a lanciare il 5G SA il 14 gennaio 2026, orienta subito l'offerta verso il segmento business, puntando sul *network slicing* per qualità garantita come leva di monetizzazione immediata. La strategia è stata validata in un grande evento sportivo con oltre 90.000 spettatori, dove una slice dedicata ha garantito la produzione video live professionale in condizioni di forte congestione radio;
- **Iliad**, che ha attivato il 5G SA ad aprile 2026 al Fuorisalone di Milano, segue una strategia centrata sulla copertura capillare, con l'obiettivo dichiarato di raggiungere il 99% della popolazione in sei anni. Coerentemente con questo posizionamento, è anche l'operatore che più apertamente sostiene una revisione dei limiti italiani ai campi elettromagnetici, ritenuti un vincolo alla densificazione efficiente delle reti di nuova generazione;

- **Fastweb+Vodafone** sceglie la strada dell'innovazione architetturale, sperimentando Open RAN su rete live in Lombardia con velocità superiori a 1,1 Gbps in download. La scommessa industriale è costruire una rete più aperta, software-defined e meno dipendente da architetture proprietarie, nella prospettiva di maggiore flessibilità ed efficienza evolutiva;
- **TIM** punta sulla piattaforma: le capacità della rete vengono esposte a imprese e sviluppatori attraverso API aperte nell'ambito dell'iniziativa GSMA Open Gateway, trasformando la connettività da prodotto standardizzato a servizio programmabile on-demand. L'ipotesi di valore è che il 5G SA abiliti un modello Network-as-a-Service, nel quale qualità garantita, localizzazione, autenticazione e sicurezza diventano capability integrabili direttamente nelle applicazioni digitali.

**Fig.2.1: Mappa impatto tecnologie**

Fonte: Elaborazione Join Group su comunicazioni ufficiali degli operatori

| Operatore                 | Posizionamento             | Target prioritario                     | Ipotesi di valore sul 5G SA                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>WindTre</b>            | First mover B2B            | Imprese e PMI                          | Il valore si crea nel breve periodo attraverso servizi premium di qualità garantita, abilitati da slicing e SLA differenziati prima della maturazione competitiva del mercato                   |
| <b>Iliad</b>              | Challenger sulla copertura | Mass market                            | Il valore deriva dalla scala infrastrutturale, attraverso copertura capillare (target 99% in sei anni) e da un contesto regolatorio più favorevole alla densificazione delle reti               |
| <b>Fastweb + Vodafone</b> | Innovatore architetturale  | Enterprise selettivo e qualità di rete | Il valore è nell'evoluzione dell'architettura, con Open RAN e virtualizzazione come leve per aumentare flessibilità, ridurre lock-in tecnologico e migliorare l'efficienza evolutiva della rete |
| <b>TIM</b>                | Piattaforma di Rete        | Enterprise via API e NaaS              | Il valore è nella piattaforma delle capability di rete, trasformando il 5G SA in infrastruttura programmabile per servizi digitali a valore aggiunto                                            |

Queste scelte rivelano una divergenza strategica su cosa il 5G SA abilita davvero: uno strumento B2B per WindTre, una leva di crescita sulla copertura per Iliad, un laboratorio di architettura aperta per Fastweb-Vodafone, la base di un modello a piattaforma per TIM. Il mercato impiegherà qualche anno per giudicare quale approccio produca più valore. La divergenza non riguarda però solo gli operatori: coinvolge i principali vendor di infrastruttura, che stanno scommettendo su architetture radicalmente diverse per la stessa prossima generazione di reti.

A ottobre 2025 NVIDIA ha annunciato un investimento da un miliardo di dollari in Nokia, acquisendo una quota del 2,9% del capitale della società finlandese per accelerare lo sviluppo di soluzioni AI-RAN destinate alle reti 5G Advanced e 6G. La collaborazione è basata sulla piattaforma

NVIDIA Arc Aerial RAN Computer, che integra l'elaborazione del segnale radio e i carichi di lavoro di intelligenza artificiale sulla medesima infrastruttura computazionale accelerata da GPU.

L'architettura si articola su tre livelli complementari: l'AI ottimizza il funzionamento della rete radio (AI for RAN); la capacità computazionale distribuita presso i siti viene resa disponibile anche per servizi di inferenza AI al bordo della rete (RAN for AI); connettività e capacità di calcolo convergono infine nella stessa piattaforma infrastrutturale, aprendo l'evoluzione della rete verso servizi integrati di comunicazione e distributed edge computing. T-Mobile US e Dell Technologies partecipano alla fase di sperimentazione, mentre Omdia stima che il mercato cumulativo dell'AI-RAN possa superare i 200 miliardi di dollari entro il 2030.

Questa evoluzione riflette una trasformazione più ampia del ruolo delle reti mobili. Come osserva Jensen Huang, CEO di NVIDIA, le telecomunicazioni stanno evolvendo in una AI infrastructure e la rete 5G è destinata a diventare un distributed AI computer, capace di supportare miliardi di dispositivi intelligenti. La rete di accesso non viene più interpretata come una semplice infrastruttura di trasporto dei dati, ma come una piattaforma distribuita nella quale connettività, capacità computazionale e servizi di intelligenza artificiale convergono sugli stessi asset fisici. È questo cambio di paradigma che prepara l'evoluzione verso reti 6G nativamente orientate al calcolo distribuito e all'intelligenza artificiale.

*La rete di accesso non viene più interpretata come una semplice infrastruttura di trasporto dei dati, ma come una piattaforma distribuita nella quale connettività, capacità computazionale e servizi di intelligenza artificiale convergono sugli stessi asset fisici*

---

Ericsson ha sviluppato una strategia che riflette una visione strutturalmente diversa su dove risieda il valore dell'infrastruttura radio del futuro. Aniché aggiungere GPU esterne alle stazioni base, Ericsson integra l'intelligenza artificiale direttamente nell'hardware proprietario tramite ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) progettati specificamente per l'elaborazione del segnale radio. I chip ASIC ottimizzati per le funzioni radio raggiungono performance comparabili a quelle delle GPU general-purpose a una frazione del consumo energetico, e l'AI embedded può gestire le stesse funzioni di ottimizzazione come beam management adattivo, sleep mode coordinato, previsione del traffico, gestione dell'interferenza, senza richiedere hardware aggiuntivo né raffreddamento supplementare.

Il risultato è una rete AI-native nella quale l'intelligenza è invisibile ma pervasiva: ogni antenna ottimizza autonomamente la propria efficienza spettrale ed energetica in tempo reale. I dati documentati sui trial di sleep mode mostrano risparmi fino al 33% del consumo radio giornaliero su siti attivi, con funzioni di deep sleep che arrivano al 97% nelle ore a traffico nullo<sup>12</sup>.

La posizione strategica di Ericsson riflette una diversa interpretazione dell'evoluzione delle reti AI-native. L'obiettivo prioritario non è estendere il ruolo della rete verso funzioni di calcolo general purpose, ma utilizzare l'intelligenza artificiale per migliorare l'efficienza operativa della RAN, ottimizzando dinamicamente prestazioni, consumi energetici e utilizzo delle risorse radio. In

---

<sup>12</sup> Ericsson, *Breaking the Energy Curve*, 2022.

questa prospettiva, l'intelligenza artificiale rappresenta anzitutto uno strumento di automazione e ottimizzazione della rete, con effetti diretti sul costo operativo e sull'efficienza energetica dell'infrastruttura.

Le strategie industriali dei principali fornitori evidenziano due approcci differenti all'evoluzione delle reti AI-native. Da un lato, Nokia e NVIDIA interpretano l'AI-RAN come una piattaforma convergente di comunicazione e capacità computazionale distribuita, orientata ad abilitare nuovi servizi AI al bordo della rete. Dall'altro, Ericsson concentra l'impiego dell'intelligenza artificiale sull'ottimizzazione della RAN, con l'obiettivo di migliorare prestazioni, automazione ed efficienza energetica dell'infrastruttura.

Ne deriva una considerazione di carattere strategico: la scelta dell'architettura di rete non influenza soltanto le prestazioni tecnologiche, ma orienta anche il modello di creazione del valore dell'infrastruttura. Alcune architetture privilegiano l'estensione delle funzioni della rete verso servizi di calcolo distribuito, altre puntano prioritariamente a massimizzare l'efficienza operativa della connettività. Per gli operatori, la scelta tecnologica tende quindi a riflettersi anche sul modello di business e sull'evoluzione di lungo periodo della rete.

*La scelta dell'architettura di rete non influenza soltanto le prestazioni tecnologiche, ma orienta anche il modello di creazione del valore dell'infrastruttura*

---

Il report Ookla-Omdia "A Global Reality Check on 5G SA and 5G Advanced in 2026" (febbraio 2026) documenta che la disponibilità globale del 5G SA ha raggiunto il 17,6% nel quarto trimestre 2025. Circa uno speedtest su sei avviene già su rete standalone, con una velocità mediana di 269 Mbps, il 52% superiore alle reti non-standalone. Le medie globali nascondono un divario che si sta allargando: gli Emirati Arabi raggiungono 1,24 Gbps di velocità mediana SA, la Corea del Sud 767 Mbps, gli Stati Uniti 404 Mbps; l'Europa si attesta a 205 Mbps, con prestazioni medie cinque volte inferiori ai paesi del Golfo.

Il "coverage gap" tra blocchi economici si è ridotto, ma si è aperto un "capability gap" più profondo che separa gli operatori che trattano il 5G SA come mero aggiornamento di rete da quelli che lo usano come piattaforma strategica per l'innovazione industriale e l'AI distribuita. Il report avverte che il ritardo europeo, se non colmato prima dell'arrivo del 5G Advanced e della transizione verso il 6G, rischia di diventare strutturalmente incolmabile. E l'Italia incarna con precisione questo paradosso europeo.

Le Figure 2.1 e 2.2 sintetizzano efficacemente la specificità del percorso italiano. Da un lato, il Paese presenta livelli di disponibilità del 5G Non-Standalone superiori alla media europea; dall'altro, il lancio del 5G Standalone si colloca tra i più tardivi tra i principali mercati europei, concentrandosi nel 2026.

**Fig. 2.1: Disponibilità del 5G NSA nei vari Stati membri**

Fonte: Ookla per Spagna, Finlandia, Francia, Croazia, Ungheria, Irlanda, Italia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Romania, Svezia e Slovenia; Stime IDATE per Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Cechia, Germania, Danimarca e Grecia.  
Note: Media ponderata calcolata considerando esclusivamente i lanci commerciali.

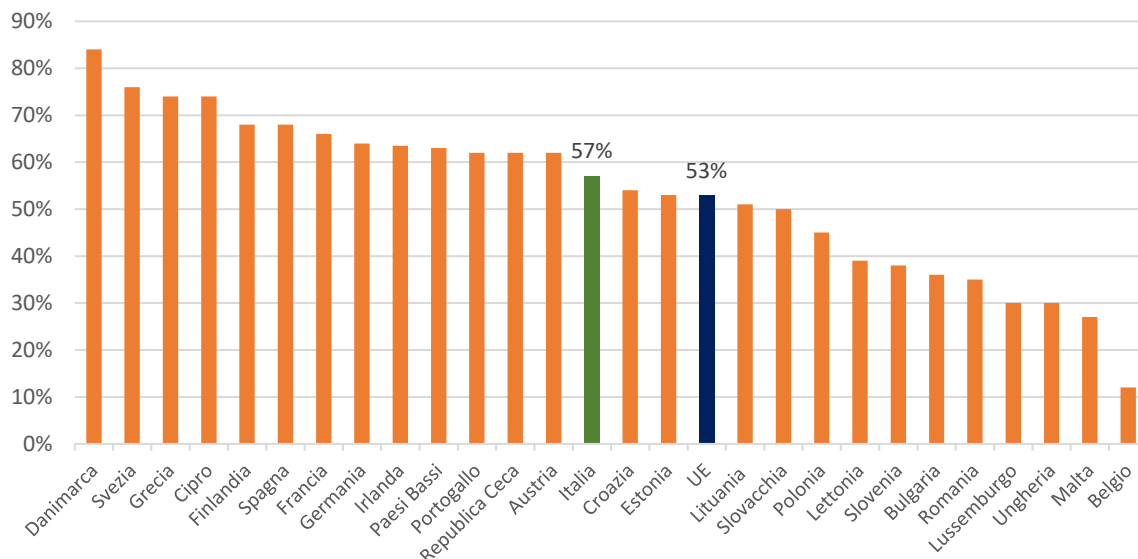
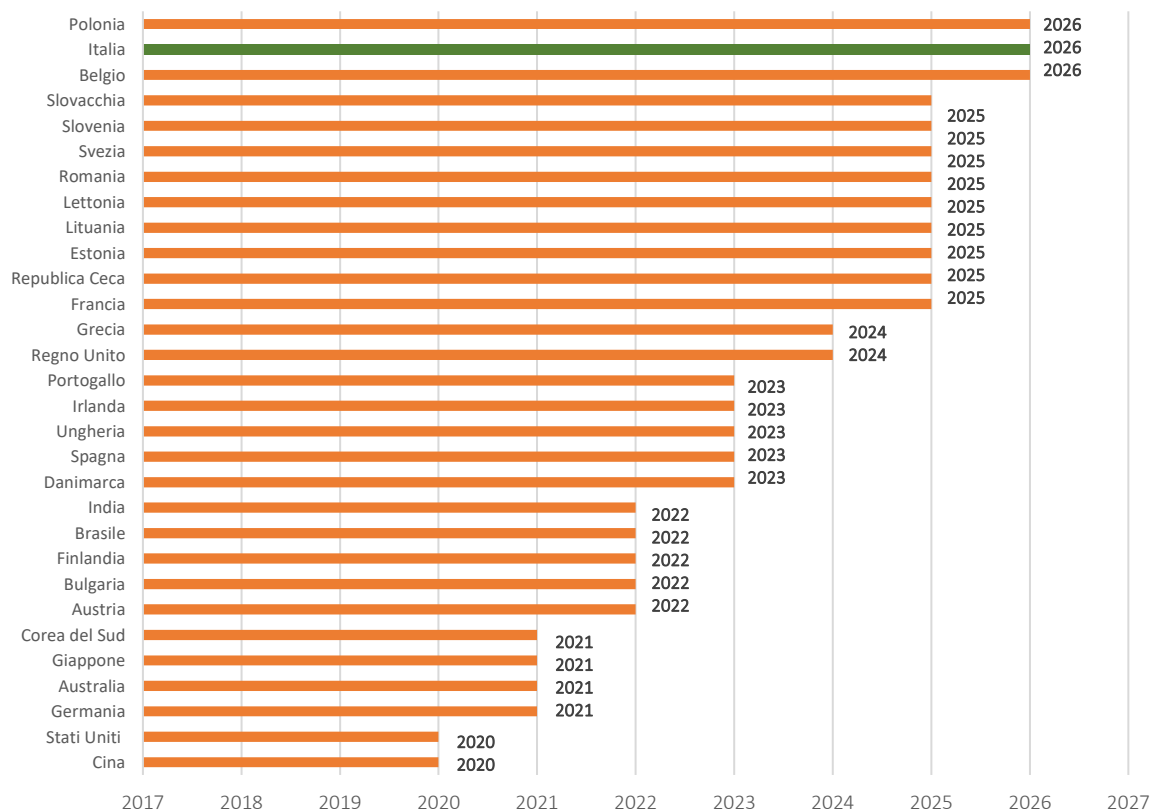


**Fig. 2.2: Anno di lancio del 5G Standalone nei vari Stati monitorati**

Fonte: Stime IDATE

Nota: I seguenti Paesi non hanno ancora lanciato il 5G Standalone: Cipro, Croazia, Malta, Albania, Georgia, Islanda, Liechtenstein, Moldavia, Montenegro, Macedonia del Nord e Norvegia. Il 5G non è ancora stato lanciato in Bosnia-Erzegovina e Ucraina.



Sul fronte della copertura 5G complessiva il Paese si colloca ai vertici del continente<sup>13</sup>. Questo risultato è stato ottenuto attraverso un ampio utilizzo del Dynamic Spectrum Sharing (DSS), che consente di far convivere 4G e 5G sulle stesse frequenze, e delle architetture Non-Standalone (NSA), nelle quali il 5G radio continua ad appoggiarsi al core di rete 4G. Una strategia che ha accelerato la diffusione della copertura e migliorato rapidamente gli indicatori territoriali del servizio, senza tradursi immediatamente nella piena adozione delle capability più avanzate del 5G.

Sul fronte dell'adozione effettiva del 5G Standalone (SA), la situazione appare più articolata. La penetrazione dei servizi SA resta ancora limitata: una quota rilevante di smartphone, pur tecnicamente compatibili, non è ancora pienamente abilitata dai carrier per l'accesso alle funzionalità standalone, mentre la forte pressione competitiva del mercato retail continua a comprimere i margini necessari per sostenere gli investimenti nell'evoluzione del core network.

Il quadro cambia nel segmento enterprise, dove l'Italia mostra uno dei tassi di adozione delle reti private 5G più elevati d'Europa nei distretti industriali e nel manifatturiero, con la monetizzazione del 5G SA che tende progressivamente a spostarsi dai servizi consumer alle applicazioni industriali. Il lancio quasi simultaneo dei quattro operatori italiani con posizionamenti distinti si inserisce in questo contesto: non rappresenta un'anomalia nazionale, ma la declinazione locale della stessa frammentazione strategica osservata dal report congiunto Ookla–Omdia a livello globale. Nei mercati più maturi, dagli Stati Uniti ai Paesi del Golfo, il vantaggio competitivo sembra emergere soprattutto dove il 5G SA viene interpretato non come semplice evoluzione della connettività mobile, ma come piattaforma programmabile per servizi enterprise, automazione e infrastrutture digitali avanzate.

I quattro approcci condividono la stessa preconditione infrastrutturale: le antenne producono valore solo se la rete di trasporto dietro di esse regge il traffico. La capacità richiesta varia sensibilmente in funzione della frequenza e della densità: dalle bande sub-GHz nelle aree rurali, dove bastano tra 1 e 3 Gbps ottenibili anche con ponti radio di nuova generazione, alle configurazioni massive MIMO in banda 3,5 GHz nelle aree suburbane, fino agli scenari mmWave a 26 GHz che richiedono fibra dedicata per ciascun sito. Dove la posa della fibra è impedita da vincoli fisici o autorizzativi, gli operatori ricorrono a ponti radio nelle bande -80 GHz, capaci di trasportare fino a 25 Gbps su brevi distanze.

La densificazione delle antenne amplifica ulteriormente questo fabbisogno. Le bande di frequenza più alte, necessarie per aumentare capacità e velocità del 5G, si propagano su distanze inferiori e penetrano meno efficacemente negli edifici rispetto alle bande tradizionali. La copertura di ambienti urbani ad alta densità richiede perciò una rete più capillare di small cells distribuite a livello stradale, con un conseguente aumento della domanda di backhaul in fibra ottica. La densificazione delle reti 5G comporta un incremento significativo del numero di small cells e della relativa infrastruttura di backhaul in fibra ottica, trasformando la disponibilità di fibra in uno dei principali fattori abilitanti della convergenza tra reti fisse e mobili<sup>14</sup>. Nessun operatore può sostenere questi costi in modo indipendente nelle aree già coperte da un concorrente.

---

<sup>13</sup> Si v. *supra*, cap. 1.

<sup>14</sup> Corning, *5G Networks Impact on Fiber-Optic Cabling Requirements and Infrastructure*, 2018.

La densificazione del 5G è, strutturalmente, un argomento a favore della condivisione delle infrastrutture di trasporto: è il filo che collega la convergenza fisso-mobile alla logica di cooperazione tra operatori analizzata nel paragrafo successivo. In Italia il collegamento in fibra dei siti radiomobili (spesso indicato nel settore come fiberizzazione dei siti) è diventato un obiettivo di politica industriale, attraverso il Piano Italia 5G<sup>15</sup>.

*Per decenni gli investimenti nella rete fissa in fibra e quelli nelle infrastrutture mobili sono stati pianificati separatamente, da soggetti diversi e secondo logiche non coordinate*

---

Il listino all'ingrosso approvato da AGCOM, pensato per garantire accesso aperto a tutti gli operatori, modifica però la natura stessa di questo intervento. L'obiettivo non è colmare il deficit infrastrutturale di un singolo operatore, ma costruire un'infrastruttura condivisa, utilizzabile dall'intero ecosistema di mercato. Più che finanziare un soggetto specifico, lo Stato interviene per creare una piattaforma comune di connettività, coerente con la crescente interdipendenza tra rete fissa e rete mobile. È una scelta che riflette, consapevolmente o meno, la logica stessa della convergenza.

Emerge qui una chiave di lettura che collega la tecnologia alle politiche infrastrutturali in modo che i modelli di pianificazione tradizionali non sempre catturano. Nei modelli a bassa densità del passato, lo spettro era il fattore determinante della qualità del servizio. Nel modello del 5G denso, soprattutto nelle bande più alte e nelle aree urbane, questa relazione si complica: lo spettro di alta qualità allocato per il 5G esprime il proprio valore soltanto se dietro le antenne c'è la fibra per gestirne il traffico.

Un sito nella banda delle onde millimetriche senza backhaul adeguato è come un rubinetto ad alta pressione collegato a un tubo stretto. La qualità della rete non dipende più solo da quanto spettro si ha, ma da quanto bene lo si integra con la fibra sottostante. Questa dipendenza non è ancora pienamente riflessa nei modelli tradizionali di pianificazione, ma rappresenta una delle sfide più rilevanti per il governo coordinato delle infrastrutture digitali.

La convergenza coinvolge infine la dimensione fisica delle telecomunicazioni. Nella rete fissa il segnale viaggia come luce nella fibra; nella rete mobile deve essere convertito in segnale elettrico e trasmesso via radio. L'integrazione di questi tre domini; ottico, elettronico e radio, richiede componenti capaci di trasformare la luce in elettricità e viceversa in modo rapido, efficiente e miniaturizzato.

Con il 5G Advanced e il 6G, le velocità trasmissive e le frequenze richieste portano questi processi di conversione ai loro limiti fisici. I progressi più evidenti arrivano oggi dal mondo dei data center, dove la fotonica integrata sta diventando una tecnologia chiave per aumentare la capacità di trasmissione riducendo al tempo stesso consumi, ingombri e dissipazione termica delle interconnessioni ad altissima velocità. La stessa traiettoria tecnologica è destinata a estendersi progressivamente anche alle infrastrutture di telecomunicazione di nuova generazione (Daudlin et al., Nature Photonics 2025).

---

<sup>15</sup> Si v. *infra*, par. 4.2.

Nel dominio radio le antenne a integrazione fotonica restano allo stadio prototipale: il programma Hexa-X2 (SNS JU, Horizon Europe) e il gruppo ETSI ISG F5G lavorano su questa frontiera con l'obiettivo di costruire una capacità tecnologica europea su un settore che dipende ancora fortemente da innovazioni di origine extra-europea. La dipendenza della rete radio dalla fibra non è un dettaglio tecnico: ridisegna la logica degli investimenti infrastrutturali e crea le condizioni per il secondo livello di convergenza analizzato nel paragrafo successivo, quello tra connettività e capacità computazionale.

### **2.1.2. Convergenza tra connettività e capacità computazionale**

La convergenza tra rete fissa e rete mobile è la prima dimensione della trasformazione in atto. Esiste un secondo livello, altrettanto profondo: quello tra connettività e capacità di elaborazione. La domanda di intelligenza artificiale, cloud distribuito e servizi in tempo reale non modifica solo la quantità di traffico, ma il modo stesso in cui la rete lo gestisce. La rete smette di limitarsi a trasportare dati verso chi li elabora, e diventa essa stessa un sistema distribuito di elaborazione.

Per capire il cambiamento conviene partire da com'era fino a pochi anni fa. Le reti funzionavano come grandi autostrade a senso unico: il traffico partiva dai dispositivi degli utenti, percorreva la rete fino a grandi nodi centrali lontani, dove tutto veniva elaborato, e poi veniva rispedito. Con la crescita del traffico, l'arrivo dei servizi in tempo reale e la diffusione dell'intelligenza artificiale, questo modello mostra i propri limiti. I tempi di andata e ritorno diventano troppo lunghi, la congestione aumenta, i costi crescono. La risposta è spostare l'elaborazione vicino all'utente, distribuendo la capacità di calcolo ai margini della rete, là dove i dati vengono generati. La rete non porta più tutto al centro: elabora e decide lungo il percorso. Questo è l'edge computing: il passaggio che trasforma la rete da sistema di trasporto a piattaforma distribuita di intelligenza.

Questa evoluzione trova ulteriore conferma nell'*Ericsson Mobility Report 2026*, che evidenzia come la diffusione dell'intelligenza artificiale stia modificando progressivamente la natura del traffico mobile. Applicazioni basate su AI, sistemi di visione industriale, robotica connessa, digital twin e servizi di elaborazione distribuita generano volumi crescenti di dati che devono essere continuamente scambiati tra dispositivi, rete ed edge cloud, aumentando il peso relativo dell'uplink rispetto ai modelli tradizionali. In questo contesto, la capacità di distribuire dinamicamente le risorse computazionali tra terminale, rete e infrastrutture edge non rappresenta più soltanto una soluzione per ridurre la latenza, ma una condizione necessaria per sostenere la nuova generazione di servizi AI-native descritta da Ericsson.

*La diffusione dell'intelligenza artificiale stia modificando progressivamente la natura del traffico mobile. la capacità di distribuire dinamicamente le risorse computazionali tra terminale, rete e infrastrutture edge non rappresenta più soltanto una soluzione per ridurre la latenza, ma una condizione necessaria per sostenere la nuova generazione di servizi AI-native*

---

La direzione è coerente con quanto si osserva a livello internazionale: secondo il già citato rapporto McKinsey (2025), la crescita dei grandi data center, dell'edge e dei servizi cloud avanzati genera una domanda di reti ad alta capacità che rende connettività e capacità di calcolo sempre meno separabili. La virtualizzazione delle funzioni di rete, cioè la possibilità di eseguire via software funzioni che un tempo richiedevano apparati fisici proprietari dedicati, consente di far girare componenti della rete su hardware standardizzato (*commercial off-the-shelf*) e di distribuire o riallocare le risorse in modo flessibile. La rete può così adattarsi alle condizioni operative senza richiedere una continua sostituzione dell'infrastruttura fisica.

L'integrazione dell'intelligenza artificiale segna un'ulteriore discontinuità. Nella concezione tradizionale l'AI è un'applicazione che gira sopra la rete: la rete porta i dati, l'AI li elabora da qualche altra parte. La direzione emergente è opposta: l'AI entra dentro la rete e ne diventa parte strutturale. Prevede il traffico, distribuisce le risorse radio in tempo reale, migliora la qualità del servizio, gestisce i consumi. Le reti AI-native sono reti nelle quali automazione e capacità predittiva non sono funzionalità aggiunte ma componenti del funzionamento ordinario.

A fare da collante tra tutti questi elementi sono gli orchestratori software di livello superiore. Non sono un prodotto ma una funzione: coordinano in tempo reale reti di tipo diverso, fissa, mobile, satellitare, edge e cloud, allocando traffico e capacità di calcolo in base a latenza, disponibilità delle risorse, qualità del servizio e costi energetici. Più le architetture diventano complesse, più la gestione frammentata perde efficacia.

L'orchestrazione assume una dimensione strategicamente rilevante quando si estende tra operatori diversi. Oggi ogni gestore gestisce la propria rete in modo autonomo: spegne le proprie antenne quando il traffico cala, le riaccende quando risale. Un approccio non coordinato può creare buchi di copertura dove due reti si spengono insieme, oppure spreco dove due reti restano accese per servire lo stesso traffico ridotto. La logica della cooperazione porterebbe a fare a turno: mentre un operatore spegne le proprie stazioni in una zona, l'altro garantisce la copertura, poi si scambiano. Studi su dataset reali di operatori europei stimano che la combinazione tra spegnimento coordinato e condivisione attiva dell'infrastruttura radio generi un risparmio energetico complessivo fino al 35% rispetto agli scenari di gestione separata.

Questo potenziale si scontra però con una realtà di mercato precisa, e capire le ragioni della resistenza è essenziale per capire dove la cooperazione potrà effettivamente avvenire. Il mercato si muove su due binari con velocità diverse. Da un lato, c'è il modello delle infrastrutture passive: i towerco come INWIT e Cellnex gestiscono torri, alimentazione e spazi, e gli operatori vi installano ciascuno la propria elettronica radio. Questo modello è consolidato e accettato. Il passo successivo del towerco, verso cui si comincia a guardare con interesse, è diventare un neutral host attivo: non solo fornire il palo e la corrente, ma offrire anche la componente radio come servizio condiviso, permettendo a più operatori di appoggiarsi alla stessa infrastruttura attiva. Il towerco passerebbe da operatore di infrastruttura fisica a operatore di infrastruttura radiomobile condivisa.

Dall'altro lato, gli operatori mobili mostrano una riluttanza strategica a cedere il controllo della propria rete radio, soprattutto nelle aree competitive. La rete radio è dove si costruisce la qualità percepita, si differenziano le offerte e si guadagna la fedeltà del cliente. Condividere quella parte significa rischiare di livellarsi con i concorrenti. Per questo gli operatori accettano la condivisione

attiva quando la spinge l'economia, non la scelta strategica: nelle aree rurali a bassissima densità, dove i costi sono insostenibili per ciascun gestore singolarmente e la competizione sui clienti è marginale.

Quando decidono di condividere, inoltre, gli operatori tendono a preferire accordi tra pari piuttosto che delegare la funzione a un terzo. La joint venture tra WindTre e Iliad, Zefiro Net, nata a inizio 2023 per gestire congiuntamente la rete nelle aree italiane a bassa densità, è il caso italiano di riferimento: oltre 16.500 antenne con gestione energetica intelligente, spegnimento notturno mirato su alcune frequenze, ma dentro un accordo bilaterale nel quale entrambi gli operatori mantengono voce in capitolo sulle decisioni. Il primo accordo europeo di RAN sharing in Open RAN, avviato da Orange e Vodafone nelle aree rurali della Romania, segue la stessa logica: condivisione dove il mercato la impone, controllo condiviso tra pari, non delega a un neutral host esterno. I trial di spegnimento coordinato via AI confermano il potenziale energetico di questi accordi: Vodafone UK ed Ericsson hanno ridotto fino al 33% il consumo giornaliero delle antenne 5G su siti reali a Londra, e Rakuten Mobile in Giappone ha registrato il 17% di risparmio medio per cella sulla rete commerciale live con obiettivo al 25%.

L'ambiente in cui il modello del towerco neutral host attivo ha le maggiori probabilità di affermarsi non è però il territorio rurale, ma paradossalmente il contrario: le aree ad altissima densità, le smart city, i contesti urbani in cui si concentrano servizi digitali avanzati, mobilità connessa, sensoristica diffusa e automazione. Il ragionamento parte da una questione fisica e urbanistica. La copertura di qualità in ambienti urbani densi richiede un numero elevato di piccole antenne distribuite capillarmente, decine per ogni chilometro quadrato.

Se ogni operatore vuole installare le proprie, si moltiplicano permessi, lavori stradali, apparati su pali e sedi stradali. La somma di questi interventi diventa insostenibile, sia per i costi che per l'impatto fisico sulla città. Un modello a neutral host attivo, nel quale un unico operatore infrastrutturale installa e gestisce le antenne e più operatori vi si appoggiano come inquilini, è l'unica soluzione economicamente e urbanisticamente praticabile su larga scala. In questo scenario il towerco evoluto fornisce un servizio di connettività urbana come piattaforma, analogo a quanto già avviene negli ambienti chiusi, stazioni, aeroporti, stadi, dove il neutral host è ormai il modello standard. La smart city diventa il banco di prova naturale per il passaggio dalla condivisione passiva a quella attiva, spinta da esigenze che nessun singolo operatore potrebbe affrontare da solo.

Le opportunità più significative emergono dalla progressiva separazione e condivisione dei diversi livelli infrastrutturali: l'infrastruttura fisica passiva, la rete radio attiva e l'intelligenza applicativa. La velocità con cui questa separazione avviene dipende dal contesto competitivo e dalla densità dell'ambiente servito, con la smart city come terreno dove le pressioni economiche e urbanistiche rendono la convergenza non solo auspicabile ma necessaria.

Più in profondità, questa trasformazione modifica la natura stessa dell'infrastruttura di telecomunicazione. La rete smette progressivamente di essere un sistema dedicato esclusivamente al trasporto dei dati e tende a diventare un'infrastruttura distribuita di elaborazione, nella quale capacità radio, potenza computazionale ed elaborazione intelligente operano sugli stessi asset fisici. In questa prospettiva, il valore del 5G SA e delle architetture future

non dipende soltanto dalla disponibilità di spettro o dalla qualità della copertura, ma dalla capacità di integrare connettività e compute in un ecosistema orchestrato e programmabile.

Questa traiettoria trova un primo riscontro anche sul piano della politica industriale europea. Il Cloud and AI Development Act (CADA), presentato dalla Commissione Europea nel giugno 2026, identifica infatti l'espansione della capacità computazionale locale e delle infrastrutture cloud e AI come prerequisito della sovranità tecnologica europea, rafforzando implicitamente il ruolo delle reti edge e distribuite come infrastrutture di calcolo oltre che di connettività.

*Il Cloud and AI Development Act (CADA), presentato dalla Commissione Europea nel giugno 2026, identifica infatti l'espansione della capacità computazionale locale e delle infrastrutture cloud e AI come prerequisito della sovranità tecnologica europea, rafforzando implicitamente il ruolo delle reti edge e distribuite come infrastrutture di calcolo oltre che di connettività*

---

### **2.1.3. Verso il 6G: sensing e integrazione delle reti non terrestri**

Il passaggio dal 5G al 5G Advanced e, prospetticamente, al 6G non è semplicemente un salto di velocità: è un'espansione delle funzioni che la rete è chiamata a svolgere. Il 5G ha spostato la rete da infrastruttura per il consumatore a piattaforma capace di supportare applicazioni industriali e servizi mission-critical. La prossima generazione aggiunge qualcosa di strutturalmente diverso: la rete inizia a percepire l'ambiente fisico in cui opera. Non si limita a trasportare dati tra un punto e l'altro; rileva, misura e interpreta ciò che accade nello spazio attorno alle sue antenne.

Il paradigma che abilita questa trasformazione si chiama Integrated Sensing and Communication (ISAC): l'uso delle stesse frequenze e delle stesse antenne che già trasmettono dati per svolgere funzioni di sensing; rilevamento di oggetti in movimento, localizzazione precisa, monitoraggio ambientale, senza richiedere infrastrutture radar separate. Il principio è analogo a quello con cui i pipistrelli navigano al buio: emettono un segnale, ascoltano il ritorno e ricostruiscono l'ambiente. L'Europa guida la ricerca che sta portando questa funzionalità dai laboratori alle reti reali. Il progetto 6G-DISAC, finanziato dall'iniziativa Smart Networks and Services Joint Undertaking (SNS JU) nell'ambito di Horizon Europe, riunisce operatori come TIM e Orange e vendor come Nokia ed Ericsson per definire e validare target prestazionali quantificati da raggiungere in campo entro il 6G.

Gli obiettivi del progetto includono una precisione di posizionamento di 10 centimetri nella banda sub-6 GHz e di 1 centimetro nella banda millimetrica, con il tracciamento di oggetti non connessi alla rete come pedoni, veicoli ed ostacoli, con un'accuratezza inferiore a 10 centimetri. Sul piano energetico, il sensing produce un risultato inatteso: usare le informazioni geometriche raccolte in tempo reale per orientare i fasci radio elimina fino al 90% dell'overhead computazionale del tradizionale ciclo di puntamento delle antenne, con una riduzione stimata dei consumi del 40% rispetto ai benchmark 3GPP (6G-DISAC/SNS JU, Horizon Europe, 2025).

I trial condotti su reti reali in ambienti europei hanno già prodotto risultati misurati. In Germania, Nokia e Rohde & Schwarz hanno testato un prototipo ISAC in un ambiente di fabbrica con

macchinari e pareti metalliche, uno dei contesti più difficili per il sensing per via dei riflessi multipli, raggiungendo un errore medio di tracciamento inferiore a 1,5 metri e un tasso di rilevamento superiore al 91% su traiettorie complesse.

Vodafone e Tiami Networks hanno sperimentato la tecnologia PolyRAN su una banchina ferroviaria affollata: il sistema mappa flussi di passeggeri e densità della folla utilizzando lo spettro 5G già in esercizio, senza telecamere, con un'accuratezza superiore al 91%. L'assenza di telecamere non è un dettaglio tecnico: è un elemento di progetto che risponde alle normative europee sulla privacy, e che apre applicazioni di sorveglianza ambientale e sicurezza pubblica oggi impossibili con i sistemi visivi tradizionali.

Ericsson ha sviluppato una linea di sperimentazione particolarmente orientata al *joint sensing*, applicato alla mobilità e alla sicurezza pubblica. Tra i casi documentati, si segnala anche un'applicazione per i servizi di emergenza abbina il veicolo dei soccorritori a un drone a tracciamento autonomo, dimostrando consapevolezza situazionale centimetrica in tempo reale anche in ambienti con segnale GPS degradato (Optus, Ericsson and FrontierSI).

Questi risultati ridisegnano il perimetro di utilità di un'infrastruttura di telecomunicazione. Oggi, per combinare comunicazione, localizzazione, monitoraggio ambientale e rilevamento di anomalie, occorrono sistemi separati: rete cellulare, telecamere, sensori radar, GPS per la localizzazione indoor. Con l'ISAC la stessa rete che trasmette dati svolge tutte queste funzioni. In ambito industriale, il monitoraggio predittivo di ambienti produttivi complessi non richiede sensori aggiuntivi. Nei sistemi di trasporto, la rete contribuisce alla gestione del traffico e al coordinamento di veicoli autonomi. In ambito di sicurezza pubblica, il rilevamento di intrusioni e la gestione di eventi affollati possono basarsi sulla rete mobile già installata. In alcune configurazioni sperimentali, un sistema ISAC ha ottenuto le stesse prestazioni di sensing e comunicazione di sistemi tradizionali multibanda utilizzando un terzo dello spettro, 20 MHz anziché 60 MHz (6G-DISAC/SNS JU, 2025).

Dai risultati dei trial emerge una lettura che vale la pena sviluppare: in prospettiva, la smart city non sarà necessariamente un sistema di telecamere e sensori sovrapposto alla rete cellulare. Con l'ISAC la rete cellulare potrebbe diventarne il sistema sensoriale distribuito, riducendo la complessità infrastrutturale e rispondendo meglio ai vincoli normativi europei sulla privacy.

Parallelamente all'evoluzione verso il sensing integrato, il futuro delle reti digitali è caratterizzato da una crescente integrazione tra infrastrutture terrestri e non terrestri. Il modello tradizionale, fondato su infrastrutture fisse e mobili a terra, evolve verso architetture multi-layer nelle quali reti satellitari in orbita bassa (LEO), componenti terrestri e sistemi distribuiti ai margini operano in modo coordinato. Il 3GPP ha integrato le reti non terrestri in tappe successive: la Release 17 ha introdotto il supporto per l'IoT via satellite, la Release 18 ha esteso la banda larga mobile, la Release 19 prevede un nodo di rete completo a bordo del satellite stesso<sup>16</sup>. Ad agosto 2025, secondo la GSA, 34 operatori in 25 mercati avevano lanciato servizi commerciali basati sulla connettività satellitare. Nell'ambito specifico dei servizi satellite-to-cellphone, la GSA registrava 12 lanci e 24 progetti in sperimentazione o già autorizzati<sup>17</sup>. Tra gli operatori più avanzati, AST SpaceMobile utilizza satelliti in orbita LEO dotati di antenne phased-array di circa 64 m<sup>2</sup> e ha

<sup>16</sup> 3GPP, *Non-Terrestrial Networks (NTN)*, luglio 2025.

<sup>17</sup> GSA, *5G-Satellite Connectivity – September 2025 Summary*.

annunciato 27 partnership commerciali con operatori mobili a livello globale. Secondo il recente *Ericsson Mobility Report – Mobile subscriptions outlook*, le sottoscrizioni globali ai servizi di banda larga satellitare sono previste in crescita da circa 10 milioni alla fine del 2025 a circa 33 milioni entro il 2031, a conferma del ruolo crescente delle reti non terrestri nel panorama della connettività globale.

La portata di questa trasformazione è leggibile anche nell'evoluzione del mercato. Secondo ABI Research, le sottoscrizioni globali di banda larga satellitare hanno raggiunto circa 11,8 milioni a fine 2025 e sono attese superare i 43 milioni entro il 2035, trainate principalmente dalle costellazioni LEO. Parallelamente, la diffusione dei servizi Direct-to-Cell e delle partnership tra operatori satellitari e mobili conferma la progressiva integrazione tra reti terrestri e non terrestri come componente stabile delle future infrastrutture di connettività<sup>18</sup>.

Queste proiezioni non descrivono un mercato di nicchia per aree remote: descrivono un layer di connettività destinato a diventare strutturale nell'architettura globale delle reti. Per i regolatori e i pianificatori dello spettro, la conseguenza è diretta: le decisioni di allocazione frequenziale non possono più essere costruite su un modello a due livelli, rete fissa e rete mobile, ignorando un terzo layer che cresce a tassi che nessuna tecnologia terrestre ha mostrato negli ultimi anni. La gestione coordinata dello spettro tra segmento terrestre e non terrestre, oggi affrontata in modo frammentato nelle sedi internazionali di standardizzazione, diventa una priorità di policy non differibile.

Le reti non terrestri rispondono a un'esigenza che le reti a terra non possono soddisfare da sole: continuità della connettività nelle aree remote, nelle zone colpite da calamità, nelle rotte marittime e aeree e nei contesti dove le infrastrutture terrestri sono vulnerabili. La latenza delle orbite LEO, tra 4 e 40 millisecondi contro i 540 millisecondi delle orbite geostazionarie tradizionali, le rende adatte non solo alla copertura di emergenza ma anche ad applicazioni industriali che richiedono risposte rapide. La novità non è la coesistenza tra reti diverse, già esistente, ma la capacità di orchestrarle in modo integrato: selezionare in tempo reale la soluzione più efficiente tra accesso terrestre, mobile e satellitare in funzione della qualità del servizio, della disponibilità delle risorse e della continuità operativa.

Le due traiettorie, il sensing integrato e l'integrazione delle reti non terrestri, convergono verso la stessa conclusione: la rete del futuro non è solo più veloce, è profondamente diversa nelle funzioni che svolge. Comunica, percepisce, coordina e si adatta. Una rete che può vedere l'ambiente che la circonda e integrarsi con i satelliti in orbita cambia anche il modo in cui va gestita l'energia.

*La rete del futuro non è solo più veloce, è profondamente diversa nelle funzioni che svolge. Comunica, percepisce, coordina e si adatta. Una rete che può vedere l'ambiente che la circonda e integrarsi con i satelliti in orbita cambia anche il modo in cui va gestita l'energia*

---

<sup>18</sup> ABI Research - Satellite Broadband Reaches an Inflection Point as Global Subscriptions Set to Exceed 43 Million by 2035.

#### **2.1.4. L'evoluzione del traffico uplink**

Una ulteriore dimensione destinata ad assumere crescente rilevanza riguarda l'evoluzione del traffico di uplink. Le reti mobili sono state storicamente progettate secondo una logica fortemente asimmetrica, nella quale la domanda di capacità era concentrata prevalentemente sul downlink.

L'emergere dell'intelligenza artificiale generativa e, soprattutto, dei futuri ecosistemi di AI agentica, introduce però un cambiamento strutturale. Sensori industriali, sistemi di visione artificiale, veicoli connessi, robot collaborativi, dispositivi XR e agenti intelligenti distribuiti generano quantità crescenti di dati che devono essere trasmessi verso edge cloud e piattaforme di elaborazione per alimentare processi decisionali in tempo reale.

In questo scenario, il valore dello spettro non sarà più misurato esclusivamente dalla capacità di distribuire contenuti verso gli utenti, ma anche dalla capacità di raccogliere e trasportare informazioni dalla periferia della rete verso le piattaforme computazionali. La distinzione tradizionale tra traffico prevalentemente downlink e traffico prevalentemente uplink tenderà progressivamente a ridursi.

*La distinzione tradizionale tra traffico prevalentemente downlink e traffico prevalentemente uplink tenderà progressivamente a ridursi*

---

Per questo motivo, la pianificazione frequenziale europea e nazionale dovrebbe iniziare a considerare in maniera più esplicita i requisiti di uplink delle future reti AI-native. La valutazione delle bande, dei modelli di duplexing, delle configurazioni TDD e degli obblighi associati ai diritti d'uso dovrebbe tener conto non soltanto della capacità distribuita agli utenti finali, ma anche della capacità di supportare applicazioni caratterizzate da elevati volumi di dati in risalita e da requisiti stringenti di latenza.

In questa prospettiva, la revisione dei diritti d'uso e delle future assegnazioni potrebbe essere accompagnata da indicatori che misurino la disponibilità di capacità uplink e la prontezza delle reti a sostenere servizi basati su intelligenza artificiale distribuita, edge computing e automazione industriale avanzata.

*La revisione dei diritti d'uso e delle future assegnazioni potrebbe essere accompagnata da indicatori che misurino la disponibilità di capacità uplink e la prontezza delle reti a sostenere servizi basati su intelligenza artificiale distribuita, edge computing e automazione industriale avanzata*

---

## 2.2. Efficienza energetica e sostenibilità ambientale delle reti di nuova generazione

Per molto tempo la questione energetica nel settore delle telecomunicazioni è stata inquadrata come problema di costi: consumare meno elettricità significa abbattere le spese operative. La traiettoria delle reti di nuova generazione sposta i termini del problema. L'energia non è più solo un fattore di costo da minimizzare: diventa una variabile di progetto, al pari della capacità trasmissiva o della potenza di calcolo. Una rete che non gestisce l'energia in modo intelligente non è semplicemente più costosa: è meno resiliente, meno autonoma, meno capace di sostenere i servizi che l'economia digitale richiede.

Una ricerca Ericsson pubblicata nel 2025 mostra che tra il 2007 e il 2023 il traffico dati mondiale complessivo è cresciuto di circa 80 volte, mentre il consumo elettrico dell'intero settore ICT nella fase d'uso è aumentato soltanto di circa 1,4 volte. Il dato documenta un progressivo disaccoppiamento tra crescita della domanda di dati e intensità energetica delle infrastrutture digitali: le reti trasportano quantità crescenti di traffico senza un incremento proporzionale dei consumi<sup>19</sup>.

Il fenomeno non dipende da condizioni contingenti favorevoli, ma dall'architettura stessa delle reti moderne. Circa il 95% dell'elettricità di una rete mobile è legato al mantenimento operativo dell'infrastruttura, il cosiddetto *baseload*, mentre solo una quota ridotta varia direttamente con il traffico trasmesso. L'aumento dei volumi dati non produce quindi una crescita lineare dei consumi, ma viene assorbito attraverso miglioramenti nell'efficienza radio, nella virtualizzazione delle funzioni di rete e nell'ottimizzazione dinamica delle risorse.

Anche il caso italiano segue la stessa traiettoria. Tra il 2017 e il 2025 il traffico dati nazionale è aumentato di circa il 150%, mentre i consumi energetici del settore sono cresciuti in misura significativamente inferiore, confermando che il disaccoppiamento tra traffico e consumi rappresenta ormai una caratteristica strutturale delle reti di nuova generazione e non un risultato temporaneo o congiunturale.

La questione è al centro anche della strategia dei principali fornitori di rete. Con l'iniziativa *Breaking the Energy Curve*, Ericsson sostiene la possibilità di aumentare capacità e traffico delle reti mobili senza una crescita proporzionale dei consumi energetici e ricorda come i costi dell'energia rappresentino normalmente tra il 20% e il 40% delle spese operative degli operatori di telecomunicazione. L'efficienza energetica diventa così non solo un obiettivo di sostenibilità, ma anche una leva diretta di competitività economica.

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nelle reti non segue però un'unica traiettoria tecnologica, e le scelte architetture producono conseguenze dirette anche sul profilo energetico delle infrastrutture future. Una prima direzione punta a incorporare capacità di AI direttamente negli apparati di rete, privilegiando hardware specializzato ad alta efficienza e algoritmi embedded per ottimizzare in tempo reale consumo energetico, qualità del servizio e gestione del traffico. Una seconda direzione tende invece a una maggiore convergenza tra rete e capacità computazionale

---

<sup>19</sup> Ericsson, *ICT Energy Evolution: Telecom, Data Centers, and AI, 2025*.

distribuita, nella quale le infrastrutture radio possono ospitare simultaneamente funzioni di rete e workload di AI su risorse condivise.

Le due impostazioni implicano trade-off differenti: la prima massimizza l'efficienza energetica per sito e riduce il fabbisogno computazionale locale; la seconda accetta una maggiore intensità di elaborazione in cambio di maggiore flessibilità operativa e di una migliore utilizzazione delle risorse computazionali complessive. Per gli operatori, la progettazione energetica delle reti di nuova generazione non dipenderà soltanto dall'efficienza degli apparati, ma anche dal modello architetturale scelto per integrare connettività e capacità di calcolo.

Al centro di questa trasformazione c'è un cambiamento di ruolo: l'energia smette progressivamente di essere un costo esterno da minimizzare e tende a diventare una variabile attiva dell'architettura di rete. Le stazioni radio evolvono da semplici nodi di accesso a potenziali nodi energetici intelligenti, capaci di ottimizzare i consumi, integrare capacità di accumulo e adattare il funzionamento ai profili di domanda della rete. Il modello emergente di questa infrastruttura convergente è approfondito nel paragrafo 2.2.2.

La direzione è coerente con quanto osservato nel già citato rapporto McKinsey (2025), che evidenzia come la crescita di data center, reti digitali e sistemi energetici renda sempre più interdipendenti infrastrutture tradizionalmente considerate separate, richiedendo strategie di investimento e pianificazione integrate. In questa prospettiva, l'efficienza energetica non può essere letta soltanto come obiettivo di riduzione dei costi o di sostenibilità ambientale: diventa un prerequisito della qualità, della resilienza e della capacità evolutiva delle reti richieste dal Digital Networks Act<sup>20</sup>.

*L'energia smette progressivamente di essere un costo esterno da minimizzare e tende a diventare una variabile attiva dell'architettura di rete. L'efficienza energetica diventa un prerequisito della qualità, della resilienza e della capacità evolutiva delle reti richieste dal DNA*

---

### **2.2.1. Efficienza energetica delle reti e gestione intelligente dei carichi**

L'efficienza energetica delle reti di telecomunicazione è stata a lungo interpretata come conseguenza diretta delle scelte tecnologiche: reti più moderne consumano meno per bit trasmesso. La sostituzione del rame con la fibra ottica, l'evoluzione delle apparecchiature radio e il miglioramento dei componenti hardware hanno rappresentato per decenni i principali driver di riduzione dei consumi. In questa logica, reti più efficienti coincidevano con reti più nuove.

L'evoluzione delle architetture digitali cambia questo schema. La virtualizzazione delle funzioni di rete, ovvero la possibilità di eseguire funzioni tradizionalmente affidate ad apparati fisici dedicati su piattaforme software standard, rende l'efficienza sempre meno dipendente dalle caratteristiche statiche dell'infrastruttura e sempre più collegata alla capacità di gestire in modo intelligente carichi di lavoro, potenza di calcolo e risorse disponibili.

---

<sup>20</sup> Si v. *infra*, Cap. 3.

Nelle reti tradizionali, capacità computazionale e apparati rimanevano attivi indipendentemente dal traffico effettivo. Le architetture moderne consentono di allocare risorse di elaborazione solo dove e quando servono, modulando la disponibilità in funzione delle condizioni operative. L'efficienza smette di essere una proprietà della tecnologia e diventa il risultato di decisioni dinamiche di orchestrazione.

Il punto su cui agire è chiaramente identificabile. Le stazioni radio rappresentano oltre la metà del consumo energetico di una rete mobile, circa il 57%, e restano il principale centro di consumo anche con la diffusione del 5G (López-Pérez et al., 2022) ed è qui che si concentra il potenziale di intervento. In Italia, i circa 4,3 TWh consumati annualmente dalla filiera si concentrano in larga parte proprio sulla rete di accesso radio. È su questo livello che si concentra oggi il principale potenziale di efficientamento: interventi quali la modernizzazione degli apparati, l'introduzione di funzionalità di risparmio energetico, lo spegnimento dinamico delle risorse radio e la dismissione delle tecnologie legacy consentono di ridurre i consumi senza compromettere la qualità del servizio.

*Interventi quali la modernizzazione degli apparati, l'introduzione di funzionalità di risparmio energetico, lo spegnimento dinamico delle risorse radio e la dismissione delle tecnologie legacy consentono di ridurre i consumi senza compromettere la qualità del servizio*

---

TIM, ad esempio, stima che il completamento dello switch-off della rete 3G e la contestuale modernizzazione della RAN possano generare risparmi energetici dell'ordine di 130 GWh all'anno, evidenziando come una parte rilevante dei benefici possa derivare dall'evoluzione tecnologica e dall'ottimizzazione della gestione della rete. L'efficientamento energetico è già una componente concreta della strategia delle tower company. Nel Bilancio Integrato 2024, INWIT documenta il progressivo sviluppo di interventi di efficientamento sui propri siti, attraverso l'installazione di sistemi di free cooling e raddrizzatori ad alta efficienza, che a regime consentono un risparmio energetico annuo di circa 9,5 GWh e una riduzione delle emissioni pari a circa 4.900 tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente nel solo 2024.

Un ambito di intervento particolarmente rilevante riguarda la gestione coordinata degli spegnimenti delle antenne nei periodi di basso traffico. Implementato in modo isolato da ciascun operatore, il meccanismo può produrre buchi di copertura o riduzioni involontarie della qualità percepita. Coordinato tra operatori, diventa un vettore di risparmio sistemico. Come documentato nel paragrafo 2.1.2, in Italia WindTre e Iliad gestiscono congiuntamente oltre 16.500 antenne attraverso la joint venture Zefiro Net nelle aree a bassa densità; in Romania, Orange e Vodafone hanno realizzato il primo accordo europeo di RAN sharing in Open RAN con spegnimenti coordinati e riduzione documentata dei costi operativi. I Trial di sleep mode su rete reale mostrano risparmi fino al 33% del consumo radio giornaliero su siti attivi, con funzioni di deep sleep che arrivano fino al 97% nelle ore a traffico nullo<sup>21</sup>.

Il vantaggio strutturale del 5G su questo fronte ha una spiegazione tecnica precisa: il 4G trasmette segnali obbligatori ogni 0,2 millisecondi, il 5G ogni 20 millisecondi o oltre, intervalli da 100 a 800

---

<sup>21</sup> Ericsson, *Breaking the Energy Curve*, 2022.

volte più lunghi, creando le condizioni per sleep mode progressivamente più profondi. Per il 6G il margine si amplia ulteriormente<sup>22</sup>.

Le principali leve di efficientamento della RAN sono complementari. La condivisione attiva dell'infrastruttura può ridurre il fabbisogno energetico complessivo delle reti mobili europee dal 35% al 60%, mentre le tecniche di sleep mode delle stazioni radio consentono ulteriori riduzioni dei consumi durante i periodi di basso traffico<sup>23</sup>.

La direzione verso reti più intelligenti porta con sé una tensione che vale la pena esplicitare. Le architetture AI-native, che integrano l'intelligenza artificiale come componente strutturale del funzionamento della rete, migliorano l'efficienza operativa ma richiedono anche nuove risorse computazionali distribuite. L'introduzione di server accelerati e piattaforme dedicate all'elaborazione locale dei modelli AI comporta un incremento dei consumi del livello computazionale; l'obiettivo delle architetture AI-RAN è però compensare questo fabbisogno attraverso un utilizzo più efficiente delle risorse di rete, la condivisione dell'infrastruttura tra funzioni radio e workload AI e l'ottimizzazione dinamica dell'esercizio complessivo della rete.

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nelle reti introduce inevitabilmente nuovi carichi computazionali distribuiti. La sfida non consiste quindi nell'azzerare questi consumi aggiuntivi, ma nel garantire che i benefici ottenuti attraverso l'ottimizzazione della rete superino ampiamente l'energia richiesta dall'infrastruttura AI, mantenendo un saldo energetico netto positivo.

L'efficienza delle reti di nuova generazione si configura come il risultato di processi intelligenti di orchestrazione, non come una proprietà statica della tecnologia. Reti più efficienti non sono reti che consumano meno in senso assoluto: sono reti capaci di usare le risorse disponibili, connettività, capacità di calcolo ed energia, nel modo più adattivo e utile rispetto alle condizioni operative.

*Reti più efficienti non sono reti che consumano meno in senso assoluto: sono reti capaci di usare le risorse disponibili, connettività, capacità di calcolo ed energia, nel modo più adattivo e utile rispetto alle condizioni operative*

---

---

<sup>22</sup> Ericsson, *ICT Energy Evolution*, cit.

<sup>23</sup> Ajmone Marsan, M., & Meo, M. (2013). *Network sharing and its energy benefits: A study of European mobile network operators*. *Proceedings of IEEE GLOBECOM 2013*.

### 2.2.2. *AI, accumulo energetico e infrastruttura digitale integrata*

Il paragrafo precedente ha mostrato come l'efficienza dipenda dalla orchestrazione. Il passaggio che segue porta quel ragionamento all'estremo: le reti diventano attori energetici, non solo consumatori. Il paradigma è sintetizzabile in una sola riga:

*Rete fissa + mobile + edge + computing + energia = unica infrastruttura digitale*

---

L'intelligenza artificiale svolge un ruolo centrale in questa convergenza: non solo come generatrice di domanda di traffico e calcolo, ma come strumento di gestione adattiva. Attraverso modelli predittivi e machine learning, diventa possibile anticipare domanda energetica, pattern di traffico e condizioni operative, ottimizzando simultaneamente allocazione delle risorse radio e cicli di consumo. Come anticipato, ciò introduce un bilancio energetico che va costruito con onestà.

L'integrazione dell'intelligenza artificiale introduce inevitabilmente nuove esigenze computazionali distribuite. L'esecuzione locale dei modelli richiede infatti server e acceleratori dedicati, aumentando la capacità di calcolo disponibile presso i siti di rete. L'obiettivo delle architetture AI-RAN non è però aggiungere capacità computazionale come livello separato, ma condividerla con le funzioni radio e utilizzarla in modo più efficiente.

I principali meccanismi individuati dalla letteratura operano su tre fronti:

- la condivisione della stessa infrastruttura computazionale tra funzioni radio e workload AI, che aumenta il grado di utilizzo delle risorse hardware disponibili;
- l'impiego dell'intelligenza artificiale per ottimizzare dinamicamente la gestione della rete, adattando in tempo reale configurazioni radio, allocazione delle risorse e consumo energetico alle condizioni operative;
- l'introduzione di ricevitori neurali, che migliorano l'interpretazione del segnale radio consentendo agli amplificatori di potenza, responsabili di circa metà del consumo di una radio unit, di operare più frequentemente in condizioni di massima efficienza energetica.

In questa prospettiva, il beneficio energetico delle reti AI-native non dipende dall'assenza di nuovi consumi computazionali, ma dalla capacità dell'intelligenza artificiale di ottimizzare il funzionamento complessivo della rete, mantenendo un bilancio energetico netto favorevole.

Un secondo asse di trasformazione riguarda le stazioni radio base, storicamente elementi passivi dal punto di vista energetico. In Italia la transizione verso nodi energetici attivi è già in corso e documentata. Il mercato italiano dello stoccaggio energetico raggiungeva a giugno 2025 una capacità installata di 16.411 MWh, in crescita del 54,3% rispetto allo stesso periodo del 2024<sup>24</sup>.

Sul lato dell'infrastruttura passiva, INWIT ha avviato un piano di investimenti orientato ad aumentare l'autoconsumo di energia rinnovabile presso i propri siti, attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici e sistemi di accumulo distribuiti. L'obiettivo è trasformare progressivamente

---

<sup>24</sup> ANIE, Osservatorio Sistemi di Accumulo – giugno 2025.

la rete di torri in una piattaforma energetica più efficiente e resiliente, coerentemente con l'evoluzione della società verso il modello di Digital Infrastructure Company.

Una traiettoria analoga emerge anche a livello europeo. Cellnex sta ampliando il proprio ruolo di tower company attraverso un modello di *Site as a Service*, integrando sistemi avanzati di gestione dell'energia, impianti fotovoltaici, Energy Management System certificati ISO 50001 e servizi infrastrutturali evoluti. Pur con strategie differenti, entrambe le società stanno progressivamente trasformando il sito radiomobile da semplice infrastruttura passiva a piattaforma intelligente per la gestione integrata di energia e connettività.

In questo scenario, la disponibilità di capacità di accumulo locale apre la possibilità di utilizzare i siti radiomobili come risorse energetiche flessibili, in grado di ottimizzare i cicli di carica e scarica in funzione delle condizioni della rete elettrica e dei prezzi dell'energia. Gestire un parco distribuito di batterie richiede però un livello di controllo diverso rispetto alla semplice gestione del singolo accumulatore. Ogni batteria incorpora già un sistema elettronico di gestione — il *Battery Management System* (BMS) — progettato per garantire sicurezza e continuità operativa, prevenendo sovraccarichi, surriscaldamenti e scariche eccessive. Per questa funzione il BMS è efficace.

Quando però la batteria diventa una risorsa attiva dell'infrastruttura energetica — da caricare, scaricare, utilizzare per arbitraggio energetico o servizi di flessibilità — lo scopo della gestione cambia. Non basta più proteggere il dispositivo: serve prevedere con accuratezza stato di salute, capacità residua e comportamento nel tempo dell'intero parco installato per decidere in modo ottimale quando utilizzare ciascun asset.

È questo il ruolo delle piattaforme di *battery intelligence*, che affiancano il BMS con strumenti di analisi avanzata basati su dati storici, sensori aggiuntivi, digital twin e algoritmi di machine learning, migliorando la capacità di monitorare e orchestrare grandi sistemi distribuiti di accumulo energetico.

Nel settore delle telecomunicazioni, diverse piattaforme sono già operative su siti commerciali. Caban Systems, in un caso di studio certificato dalla GSMA, adotta un modello Energy-as-a-Service nei mercati con reti elettriche instabili: sostituisce generatori diesel con accumulatori agli ioni di litio controllati via cloud, con algoritmi che ripartiscono con precisione i consumi energetici tra gli operatori co-ospitati sulla stessa torre. iRasus Technologies, con la piattaforma Preksha per torri e data center, analizza parametri come i trend di solfatazione e i micro-picchi termici, documentando un'accuratezza dell'85% nella previsione dei guasti con 48 ore di anticipo e un'estensione della vita utile delle batterie al piombo del 23%.

Architetture basate su digital twin, come quelle sviluppate da Circunomics, migliorano la capacità di stimare lo stato di salute e la vita residua delle batterie integrando modelli fisici e dati operativi. Approcci analoghi trovano conferma anche nella piattaforma EVE-Ai di Electra Vehicles, che documenta errori di stima dello State of Health inferiori all'1%, rispetto a benchmark di settore compresi tra il 7% e il 13% (Electra Vehicles, 2026 validates breakthrough AI-driven Battery Management System featuring an embedded "Brain" for Batteries; Unlocking Battery Intelligence for BESS with EVE-Ai™).

L'azienda identifica esplicitamente le torri di telecomunicazione tra le infrastrutture a potenza critica servibili, anche se si tratta ancora di un mercato potenziale più che di un deployment operativo. Il punto rilevante per gli operatori non è il singolo fornitore: è che esiste un ecosistema maturo da importare, senza dover sviluppare in casa competenze che altri settori hanno già costruito per rispondere allo stesso problema di misurazione.

Le evidenze di deployment confermano che la transizione è avviata, seguendo una logica precisa: dalla validazione accademica all'implementazione industriale. In Europa, lo studio della Aalto University con Telia Finland ha documentato su un sito reale la fattibilità tecnica dell'integrazione tra rete mobile e mercati di riserva elettrica (Collin et al., 2024).

Il salto di scala è arrivato con Elisa Corporation, il principale operatore di telecomunicazioni finlandese: a partire dal 2022, Elisa ha aggregato oltre 2.000 stazioni radio base in un'unica centrale virtuale distribuita da 150 MWh di capacità complessiva, il primo sistema di storage distribuito multi-sito al mondo abilitato a operare nel mercato aFRR da Fingrid, il gestore della rete di trasmissione finlandese. Il sistema opera su tre livelli sovrapposti sugli stessi asset fisici: continuità operativa, arbitraggio energetico e fornitura di servizi ancillari alla rete elettrica. Elisa stima che la sola ottimizzazione degli acquisti di energia possa ridurre fino al 50% i costi energetici dell'operatore. Nel dicembre 2023 la soluzione è stata commercializzata per operatori terzi attraverso la piattaforma Elisa Industriq/Gridle. Il caso Elisa è analizzato in dettaglio nella scheda che segue.

Il confronto con il caso finlandese mette in evidenza una differenza strutturale del mercato italiano: gli elementi necessari a una gestione energetica integrata del sito esistono già, ma sono ancora distribuiti tra soggetti diversi.

### **Caso di studio: Elisa Corporation (Finlandia) Dal sistema di backup alla Virtual Power Plant distribuita: un modello di riferimento europeo**

Fonte: Elisa Corporation ([elisa.com/des/](https://elisa.com/des/)); Energy-Storage.News; Data Center Dynamics; Elisa Industriq press release, febbraio 2024.

Il caso di Elisa Corporation rappresenta la più avanzata applicazione documentata, a scala di operatore di rete mobile, del percorso evolutivo da UPS (sistema di backup energetico) a BESS intelligente che questo paper individua come traiettoria strategica per il settore.

#### **Il contesto e l'architettura del sistema**

Elisa è il principale operatore di telecomunicazioni finlandese, con una rete mobile composta da oltre 2.000 stazioni radio base distribuite sul territorio nazionale. Come ogni operatore di rete mobile, Elisa ha storicamente mantenuto sistemi di alimentazione di emergenza su ciascun sito, tradizionalmente basati su batterie al piombo-acido, dimensionati per garantire la continuità del servizio in caso di interruzione della fornitura elettrica.

A partire dal 2022, Elisa ha avviato un processo di reingegnerizzazione funzionale di questi asset, sostituendo progressivamente le batterie al piombo-acido con batterie al litio-ferro-fosfato (LFP) e dotando l'intera infrastruttura di un sistema di controllo centralizzato, governato da algoritmi di intelligenza artificiale e machine learning. La soluzione, denominata **DES (Distributed Energy Storage)**, aggrega i 2.000+ siti in un'unica centrale virtuale distribuita **VPP (Virtual Power Plant)** con una capacità complessiva di **150 MWh**.

#### **La stratificazione funzionale: tre livelli sullo stesso asset fisico**

Il modello DES materializza tre livelli di utilizzo sulle medesime risorse fisiche.

Il primo livello rimane la **continuità operativa**: le batterie garantiscono l'alimentazione dei siti in caso di interruzione della fornitura. Questa funzione è prioritaria per definizione e il sistema DES è progettato per non comprometterla in nessuna condizione operativa. La resilienza della rete non è sacrificata: è il presupposto da cui il sistema parte.

Il secondo livello è l'**arbitraggio energetico**: il sistema acquisisce energia dalla rete nelle ore di bassa domanda, quando i prezzi sul mercato spot sono minimi, e la utilizza per alimentare la rete mobile nelle ore di picco, riducendo l'esposizione ai prezzi elevati. Elisa stima che questa ottimizzazione possa ridurre fino al **50% i costi di approvvigionamento energetico** dell'operatore.

Il terzo livello, il più avanzato sotto il profilo regolatorio, è la **fornitura di servizi ancillari alla rete elettrica nazionale**. Il sistema DES è qualificato da **Fingrid**, il gestore della rete di trasmissione finlandese (TSO), per operare nei seguenti mercati di riserva: **aFRR** (Automatic Frequency Restoration Reserve), attivato per correggere gli squilibri continui tra produzione e consumo; e **FCR-D** (Frequency Containment Reserve for Disturbances), attivato in caso di perturbazioni improvvise sulla rete. L'algoritmo decide in tempo reale quali dei 2.000+ siti attivare per rispondere ai segnali del TSO.

### Il precedente regolatorio

La qualifica aFRR ottenuta nell'estate 2022, a seguito di un trial su 200 stazioni base, ha costituito un precedente di rilievo internazionale: è stata la prima volta al mondo in cui una soluzione di storage distribuito multi-sito ha ottenuto l'abilitazione a operare nel mercato aFRR. Questo implica che il sistema DES soddisfa i requisiti tecnici di risposta, precisione e affidabilità che i mercati ancillari richiedono per risorse tradizionalmente centralizzate. Il riconoscimento da parte di Fingrid ha trasformato Elisa da operatore di rete a partecipante qualificato del sistema elettrico nazionale.

### Dimensionamento economico e istituzionale

Nel febbraio 2023, il Ministero degli Affari Economici finlandese ha assegnato ad Elisa un finanziamento di **€3,9 milioni** a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (NextGenerationEU), confermando il riconoscimento istituzionale del progetto come contributo alla transizione energetica nazionale. Le proiezioni ufficiali, basate sui coefficienti di emissione marginale dell'energia elettrica in Finlandia, stimano una riduzione fino a **20.000 tonnellate annue di CO<sub>2</sub>** a regime.

Nel giugno 2024, la partnership con **Ålcom** ha aggiunto un ulteriore livello al modello: l'installazione di impianti fotovoltaici direttamente sui siti delle stazioni base. La torre radiomobile diventa così un sistema integrato di produzione, accumulo e ottimizzazione: genera energia localmente, la accumula, la usa o la vende in funzione delle condizioni di mercato e della rete.

### Dalla soluzione interna alla piattaforma di mercato

A partire dal dicembre 2023, Elisa ha reso disponibile la soluzione DES come servizio commerciale per operatori terzi, attraverso la divisione **Elisa Industriq** e la piattaforma **Gridle**. Il primo contratto esterno è stato firmato nel febbraio 2024 con **DNA Tower**, provider finlandese di infrastrutture per reti mobili. Questo passaggio è rilevante perché segna la transizione da progetto interno a modello di business replicabile: Elisa non si limita a valorizzare i propri asset, ma diventa operatore di piattaforma energetica per l'intero ecosistema delle infrastrutture radiomobili.

Elisa stima che, applicando il modello DES all'intera rete RAN europea, stimata circa 100 volte più grande di quella finlandese, il potenziale aggregato di storage distribuito supererebbe i **15 GWh**, con implicazioni rilevanti per i mercati di flessibilità e per l'integrazione delle fonti rinnovabili intermittenti a scala continentale.

### Implicazioni per il contesto europeo e italiano

Il caso Elisa evidenzia tre ordini di implicazioni per gli operatori di rete mobile europei. Sul piano economico, i sistemi di backup, storicamente classificati come costo fisso obbligatorio, si trasformano in asset generatori di ricavo,

attraverso la riduzione dei costi di approvvigionamento e la partecipazione ai mercati ancillari. Sul piano operativo, la gestione multi-strato dello stesso asset fisico richiede piattaforme software avanzate e competenze di ottimizzazione in tempo reale: capacità che le Telco possono sviluppare internamente o acquisire tramite partnership, come dimostra lo stesso modello Elisa Industriq/Gridle.

Sul lato degli apparati attivi, anche gli operatori italiani stanno introducendo strumenti di ottimizzazione energetica basati sull'intelligenza artificiale. TIM ha descritto un'architettura che combina algoritmi AI integrati nei nodi radio 4G e 5G, sviluppati dai fornitori della rete, con soluzioni software vendor-agnostic capaci di analizzare i dati di rete e adattare automaticamente le politiche di risparmio energetico alle condizioni di traffico. L'obiettivo è migliorare l'efficienza energetica della rete radio senza compromettere la qualità del servizio<sup>25</sup>.

I due percorsi sono funzionali allo stesso obiettivo di efficienza sistemica, ma nello scenario italiano restano ancora governati in modo separato: le tower company gestiscono l'infrastruttura passiva, i sistemi energetici e, sempre più, le piattaforme di gestione dell'energia, mentre gli operatori mobili mantengono il controllo degli apparati radio e dei relativi consumi. L'arbitraggio energetico ottimale, quello che massimizza il risparmio sull'intero sito, richiede però il coordinamento simultaneo di entrambe le leve.

È proprio questo il punto di convergenza verso cui tende l'evoluzione del modello industriale delle infrastrutture mobili. Quando una tower company estende il proprio ruolo oltre la semplice gestione passiva del sito, integrando capacità di orchestrazione energetica, servizi infrastrutturali avanzati e, prospetticamente, anche componenti della rete radio, acquisisce la visibilità operativa dell'intero inviluppo energetico dell'infrastruttura. L'argomento energetico e quello architeturale finiscono così per sovrapporsi: l'evoluzione di operatori come INWIT verso il modello di Digital Infrastructure Company e quella di Cellnex verso il paradigma *Site as a Service* delineano due percorsi convergenti che possono costituire la base per future architetture di Active Neutral Host, nelle quali energia, capacità radio e infrastruttura vengono orchestrate come un unico sistema, aprendo anche la prospettiva della partecipazione ai mercati della flessibilità energetica.

La convergenza tra intelligenza artificiale, accumulo energetico e infrastrutture digitali segna una trasformazione profonda del ruolo delle reti. Le infrastrutture di nuova generazione non sono più soltanto sistemi energivori da rendere efficienti: diventano componenti attive nella gestione dell'energia, capaci di ottimizzare i propri consumi, accumulare e redistribuire energia e contribuire alla resilienza del sistema elettrico più ampio.

Questa traiettoria sta iniziando a riflettersi anche nelle politiche industriali europee. Il già citato Cloud and AI Development Act (CADA) riconosce esplicitamente che l'espansione delle infrastrutture di calcolo per l'intelligenza artificiale non può essere pianificata separatamente dalla disponibilità energetica e dalla capacità territoriale, introducendo meccanismi di coordinamento tra operatori di infrastrutture digitali, distributori di energia e autorità locali. In questa prospettiva, il valore della convergenza tra reti, capacità computazionale ed energia non è solo economico per gli operatori: è sistemico, perché ridefinisce il ruolo stesso delle infrastrutture digitali nella resilienza energetica e industriale europea.

<sup>25</sup> TIM, *L'Intelligenza Artificiale per l'ottimizzazione energetica della rete di accesso radiomobile*. Notiziario Tecnico, Anno 32, n. 2.

*Il Cloud and AI Development Act (CADA) riconosce esplicitamente che l'espansione delle infrastrutture di calcolo per l'intelligenza artificiale non può essere pianificata separatamente dalla disponibilità energetica e dalla capacità territoriale*

---

### **2.2.3. Sicurezza, sensing e resilienza delle infrastrutture convergenti**

Le reti di nuova generazione sono più potenti, più flessibili e più efficienti di quelle che le hanno precedute, ma sono anche più complesse da proteggere. Non perché gli attaccanti esterni siano necessariamente più numerosi, ma perché la convergenza tra connettività, cloud, edge computing, intelligenza artificiale, accumulo energetico e reti non terrestri moltiplica le dipendenze operative tra componenti diverse dell'infrastruttura. La superficie di rischio non cresce soltanto verso l'esterno, ma anche all'interno del sistema stesso. In questo contesto la sicurezza non può più essere interpretata come semplice protezione dagli attacchi informatici: resilienza significa capacità dell'intero ecosistema infrastrutturale di continuare a operare, adattarsi e recuperare di fronte a guasti, errori, eventi esterni e minacce intenzionali.

*Le reti di nuova generazione sono più potenti, più flessibili e più efficienti di quelle che le hanno precedute, ma sono anche più complesse da proteggere; la sicurezza non può più essere interpretata come semplice protezione dagli attacchi informatici: resilienza significa capacità dell'intero ecosistema infrastrutturale di continuare a operare, adattarsi e recuperare di fronte a guasti, errori, eventi esterni e minacce intenzionali*

---

Nel contesto italiano, il Rapporto Clusit 2026 registra una crescita del 42% degli incidenti gravi in un anno e colloca l'Italia a circa il 10% degli attacchi gravi rilevati a livello globale, una quota superiore al peso economico e demografico del Paese. La pressione sulle infrastrutture digitali nazionali è particolarmente elevata e rende la resilienza delle reti un fattore strategico per la competitività e la continuità operativa dell'intero sistema economico.

L'attacco a Vodafone Portugal nel 2022 rappresenta uno degli esempi più significativi di questa nuova tipologia di rischio. Senza installare malware e sfruttando la conoscenza dei protocolli di segnalazione della rete, gli attaccanti provocano una cascata di richieste di autenticazione che satura i nodi di controllo dell'infrastruttura. Il risultato è un'interruzione estesa dei servizi mobili e fissi, con impatti anche sulle comunicazioni di emergenza. Il caso dimostra come, nelle reti convergenti, la criticità non risieda soltanto nella protezione del perimetro informatico, ma nella capacità di prevenire effetti a catena che possono propagarsi attraverso l'intera architettura.

In questo scenario il sensing assume una funzione che va ben oltre gli utilizzi descritti nel paragrafo 2.1.3. Le capacità di osservazione distribuita integrate nelle infrastrutture di rete possono diventare strumenti permanenti di monitoraggio dello stato operativo dell'ecosistema digitale. La stessa infrastruttura che comunica può rilevare anomalie, variazioni di comportamento, degrado delle prestazioni o condizioni di rischio prima che queste si traducano in interruzioni di servizio. Il

sensing diventa così una componente della resilienza, non soltanto una nuova funzionalità della rete.

Lo stesso vale per l'intelligenza artificiale. Le reti convergenti generano una quantità di dati operativi impossibile da governare con approcci tradizionali. L'AI consente di identificare pattern anomali, anticipare guasti, prevedere condizioni di congestione e supportare decisioni operative in tempo reale. Le stesse tecnologie utilizzate per ottimizzare consumi energetici, capacità computazionale e gestione del traffico diventano strumenti di resilienza infrastrutturale. La rete evolve progressivamente verso una capacità di auto-osservazione e adattamento continuo che riduce la dipendenza da interventi correttivi successivi all'incidente.

Questa evoluzione non elimina i rischi introdotti dall'intelligenza artificiale stessa. La diffusione di strumenti AI all'interno delle organizzazioni amplia la superficie di attacco e introduce nuove esigenze di governance. Il fenomeno della cosiddetta *Shadow AI* (l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale non autorizzati o non governati dai processi aziendali) è già una causa concreta di incidenti di sicurezza: il *Cost of a Data Breach Report - IBM 2025* evidenzia che circa un'organizzazione su cinque ha subito una violazione riconducibile a strumenti di Shadow AI, con un costo medio aggiuntivo di circa 670.000 dollari rispetto alle organizzazioni con livelli bassi o nulli di Shadow AI.

Il report mostra inoltre che il 63% delle organizzazioni violate non dispone ancora di una policy di AI Governance o la sta ancora sviluppando. La sicurezza delle reti convergenti dipende quindi sempre più dalla capacità di governare non soltanto le infrastrutture, ma anche i modelli decisionali e gli strumenti di intelligenza artificiale che le supportano.

La risposta regolatoria europea riflette questo cambiamento di prospettiva. Con la Direttiva NIS2 e con le disposizioni previste dal Digital Networks Act, la sicurezza non viene più trattata come un requisito accessorio, ma come una condizione strutturale per l'operatività delle infrastrutture digitali. La NIS2 inserisce gli operatori di telecomunicazione tra i Soggetti Essenziali, impone la notifica degli incidenti significativi entro 24 ore con un early warning e 72 ore con notifica formale, con sanzioni fino a 10 milioni di euro o al 2% del fatturato globale. Gli operatori sono chiamati a governare l'intera catena di dipendenze tecnologiche, organizzative e di fornitura che rende possibile il funzionamento delle reti.

La resilienza delle reti del futuro dipenderà dalla capacità di integrare e coordinare in modo intelligente connettività, capacità computazionale, sensing, sistemi energetici e automazione. La sicurezza si configura sempre meno come funzione di protezione perimetrale e sempre più come capacità di orchestrare ecosistemi digitali complessi in tempo reale.

In questa prospettiva, la qualità di una rete non si misura soltanto in termini di capacità trasmissiva o copertura, ma nella sua capacità di continuare a funzionare, adattarsi e recuperare di fronte a eventi imprevisi. È questa la forma più avanzata di resilienza che le infrastrutture convergenti sono chiamate a sviluppare.

### 3. IL DIGITAL NETWORKS ACT E LA NUOVA GOVERNANCE EUROPEA DELLO SPETTRO

Il **Digital Networks Act (DNA)** è la proposta di regolamento con cui la Commissione europea intende modernizzare il quadro normativo dell'Unione in materia di reti e servizi di comunicazione elettronica. Presentata il 21 gennaio 2026, la proposta mira a sostituire il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche e a riunire in un unico regolamento direttamente applicabile diverse componenti dell'attuale disciplina europea, comprese quelle relative al BEREC, alla politica dello spettro radio e a parti essenziali della normativa sull'accesso a un'Internet aperta. La proposta è attualmente sottoposta alla procedura legislativa ordinaria e deve quindi essere esaminata e approvata dal Parlamento europeo e dal Consiglio.

L'obiettivo generale del DNA è creare un quadro giuridico più moderno, semplice e armonizzato, capace di favorire gli investimenti e l'innovazione nelle infrastrutture digitali avanzate e resilienti. La Commissione considera infatti la disponibilità di reti ad altissima capacità – in fibra ottica, mobili, satellitari e, in prospettiva, basate sul 5G avanzato e sul 6G – una condizione essenziale per la competitività europea e per la diffusione di tecnologie quali intelligenza artificiale, cloud, edge computing e servizi digitali innovativi.

Più specificamente, il Digital Networks Act persegue tre grandi finalità. La prima è rafforzare la competitività del settore europeo della connettività e dell'economia nel suo complesso, migliorando le condizioni per gli investimenti e per lo sviluppo di nuovi servizi. La seconda consiste nel consolidare il mercato unico delle comunicazioni elettroniche, riducendo la frammentazione tra i diversi ordinamenti nazionali e facilitando l'attività transfrontaliera degli operatori. La terza riguarda il miglioramento della resilienza e della preparazione delle infrastrutture digitali, anche rispetto a crisi, catastrofi naturali, attacchi, interferenze straniere e dipendenze tecnologiche o infrastrutturali da soggetti esterni all'Unione.

Una prima area di intervento riguarda pertanto l'**armonizzazione dei regimi di autorizzazione**. La proposta introduce la possibilità di ricorrere a un sistema di "passaporto unico", attraverso il quale un operatore potrebbe notificare la propria attività in un solo Stato membro e fornire reti o servizi anche negli altri paesi dell'Unione.

Un altro ambito particolarmente rilevante - e dibattuto - riguarda la **transizione dalle reti in rame alle reti interamente in fibra ottica**. Gli Stati membri sarebbero tenuti a predisporre piani nazionali per la progressiva dismissione delle infrastrutture in rame da completare entro il 31 dicembre 2035. Parallelamente, verrebbe aggiornato il regime di regolamentazione dell'accesso alle reti, con l'obiettivo di renderlo più prevedibile e adeguato a un contesto caratterizzato dalla diffusione della fibra, salvaguardando la concorrenza, gli operatori alternativi e gli interessi degli utenti finali.

Il regolamento disciplina, inoltre, il rapporto tra **reti di comunicazione e servizi digitali innovativi**. Esso prevede un meccanismo volto a chiarire l'applicazione delle regole sull'Internet aperta ai nuovi servizi che richiedono particolari livelli di qualità o capacità di rete. La proposta mantiene il principio della neutralità della rete e introduce forme volontarie di cooperazione tra operatori di rete, fornitori di contenuti, applicazioni e servizi digitali, in particolare sui temi

dell'interconnessione IP, dell'efficienza del traffico e dell'evoluzione tecnologica dell'ecosistema digitale.

Particolare attenzione è dedicata anche alla **sicurezza, alla resilienza e alla gestione delle crisi**. Il DNA prevede infatti un piano europeo di preparazione per le infrastrutture digitali e misure volte a ridurre le dipendenze strategiche, garantire la continuità delle comunicazioni durante incidenti o attacchi e assicurare il funzionamento delle comunicazioni di emergenza e dei sistemi di allarme pubblico. Criteri di sicurezza e resilienza dovrebbero essere applicati anche nella selezione dei sistemi di comunicazione satellitare paneuropei. Il DNA affronta inoltre il tema delle dipendenze strategiche lungo l'intera catena del valore delle infrastrutture digitali, riconoscendo che la resilienza delle reti non dipende soltanto dalla capacità di contrastare gli attacchi informatici, ma anche dalla sicurezza delle supply chain ICT, dalla diversificazione delle tecnologie e dei fornitori critici e da una più stretta cooperazione europea nella prevenzione e gestione delle crisi. In questa prospettiva, sicurezza e resilienza diventano elementi strutturali della sovranità digitale e della competitività europea.

Il DNA conserva inoltre un elevato livello di **tutela degli utenti finali e dei consumatori**, compresi gli utenti vulnerabili. Rimangono centrali gli obblighi di servizio universale, diretti a garantire a tutti l'accesso, a condizioni economicamente sostenibili, a servizi adeguati di connessione a Internet e di comunicazione vocale. La disciplina tiene conto anche delle esigenze delle aree rurali e remote e degli effetti che la migrazione dal rame alla fibra potrebbe produrre sui consumatori e sulle imprese.

La proposta interviene anche sulla **governance europea del settore**. Il BEREC continuerebbe a svolgere un ruolo centrale, acquisendo ulteriori compiti in materia di autorizzazioni, tutela degli utenti e preparazione delle infrastrutture. Il gruppo europeo per la politica dello spettro radio sarebbe trasformato in un organismo dell'Unione con un ruolo consultivo rafforzato, mentre l'attuale ufficio di supporto del BEREC verrebbe ridenominato "Office for Digital Networks" e assisterebbe entrambi gli organismi. Nel complesso, la riforma mira a rafforzare il coordinamento tra Commissione europea, autorità nazionali di regolamentazione e organismi europei, riducendo al contempo gli obblighi amministrativi non necessari e rendendo più uniforme l'applicazione delle regole nel mercato unico.

Enunciati i principali ambiti di azione del DNA, la **politica dello spettro** costituisce senza dubbio il cuore della proposta della Commissione. La **Parte IV ("Resources - Radio Spectrum and numbering")**, in particolare, istituisce un quadro globale per la gestione, l'assegnazione e l'uso delle risorse chiave delle comunicazioni elettroniche, in particolare, le risorse dello spettro radio e della numerazione, riconoscendone il ruolo di beni pubblici strategici essenziali per la connettività, l'innovazione, la sicurezza e il funzionamento del mercato unico. Il DNA riconosce inoltre che la resilienza delle reti dipende anche dalla sicurezza della catena di fornitura. Per questo collega il regime delle autorizzazioni e dello spettro a requisiti di sicurezza e resilienza coerenti con il quadro europeo di cybersicurezza, promuovendo una riduzione delle dipendenze strategiche e una maggiore attenzione ai rischi associati ai fornitori critici delle infrastrutture digitali.

Per quanto riguarda lo **spettro radio**, la proposta di regolamento definisce principi e obiettivi comuni per una pianificazione strategica e una gestione coordinate a livello dell'UE, in linea con gli obblighi internazionali, e rafforza i meccanismi di coordinamento transfrontaliero e di risoluzione

delle interferenze dannose. Valorizza la neutralità tecnologica e dei servizi, promuove un uso condiviso ed efficiente dello spettro. Sul punto, la proposta di regolamento, da un lato, prevede l'uso condiviso dello spettro come pratica ordinaria tra fornitori individuando le specifiche circostanze, es. ragioni di sicurezza nazionale, in cui la condivisione dello spettro può essere limitata dalle autorità nazionali; dall'altro, nel prescrivere alle autorità nazionali competenti di garantire che lo spettro radio assegnato sia utilizzato in modo efficiente, le autorizza a richiedere al titolare dei diritti sullo spettro radio, inclusi quelli per la difesa e la sicurezza, di condividere qualsiasi porzione dello spettro radio non utilizzata entro una determinata area geografica o periodo di tempo, a condizione che l'uso condiviso dello spettro radio non interferisca, degradi o, in altro modo, limiti l'utilizzo originale da parte del titolare e che l'uso condiviso sia conforme alla normativa sulla concorrenza.

La stessa sezione prevede una **strategia dell'UE in materia di spettro** e tabelle di marcia (anche nazionali) per garantire la prevedibilità, la disponibilità tempestiva e l'allineamento con gli obiettivi politici più ampi dell'UE. Il regolamento armonizza inoltre i regimi di autorizzazione, le condizioni di assegnazione, la durata, il rinnovo, il trasferimento e la condivisione dei diritti relativi allo spettro radio, rafforza le procedure di assegnazione favorevoli agli investimenti e alla concorrenza.

Uno dei temi più caldi è senza dubbio la **durata dei diritti d'uso** (Art. 24). Il regolamento proposto prevede, infatti, che:

- a) i diritti d'uso siano concessi, in generale, per una durata illimitata;
- b) le competenti autorità possono svolgere attività di controllo, non prima di 20 anni dalla concessione, rispetto agli obblighi di copertura ed alla qualità del servizio;
- c) i diritti individuali di utilizzo dello spettro radio concessi per un periodo di tempo illimitato possono essere revocati in qualsiasi momento per uno dei motivi previsti dall'articolo 25, paragrafo 2 (es. per grave inosservanza delle condizioni legate al diritto d'uso, la necessità di garantire o evitare distorsioni della concorrenza, etc.) e con un preavviso di 5 anni in tutti gli altri casi. Quando i diritti individuali di utilizzo dello spettro radio armonizzato per servizi a banda larga wireless, concessi a durata illimitata, vengono revocati entro i primi 40 anni dalla loro emissione, si applicano i principi e le procedure di cui all'articolo 195.

Quanto alla **condivisione delle frequenze**, la proposta di regolamento abilita ciascun soggetto interessato a richiedere alla competente autorità nazionale l'utilizzo di una specifica porzione di spettro in un certo ambito territoriale e per un determinato periodo di tempo riconoscendo ai titolari di diritti d'uso la facoltà di rifiutare tale condivisione solo per ragioni di ordine tecnico e definisce accuratamente gli ambiti da disciplinare per garantire che la condivisione avvenga in maniera ordinata ed efficace. L'ODN è incaricato di predisporre e gestire un database dinamico per la geolocalizzazione ed il monitoraggio delle opportunità di utilizzo dello spettro nella logica di favorire la condivisione e l'efficiente gestione dello stesso (nel rispetto della privacy e della segretezza delle informazioni commerciali).

Quanto ai **contributi da versare**, premesso che entro 12 mesi la Commissione stilerà delle linee guida aventi ad oggetto una comune metodologia per la definizione degli stessi (tenuto conto delle opinioni di BEREC e RSPB), si prevede la possibilità di imporre un canone unico o annuale, o una combinazione di questi, con la precisazione che essi, quando non collegati a una procedura di selezione comparativa o competitiva, devono essere giustificati oggettivamente, trasparenti, non discriminatori e proporzionati e devono essere fissati a un livello tale da coprire almeno, nel

complesso, i costi amministrativi sostenuti dalle autorità nazionali competenti nella gestione, controllo e applicazione delle norme sullo spettro radio.

La proposta istituisce, inoltre, strumenti a livello dell'UE quali la procedura relativa al mercato unico dello spettro radio (che attribuisce un ruolo centrale a Commissione, BEREC e RSPB nella valutazione delle procedure definite a livello nazionale potendo giungere a bloccare la procedura stessa), condizioni di autorizzazione comuni, procedure di sportello unico e autorizzazioni UE, compreso un quadro specifico per le reti e i servizi satellitari nell'UE. In particolare, istituisce **autorizzazioni a livello dell'UE per lo spettro satellitare**, nonché il suo monitoraggio e la sua applicazione. Inoltre, definisce una procedura per la concessione di tali autorizzazioni e stabilisce meccanismi di coordinamento più efficaci per le registrazioni ITU, garantendo la coesistenza tra le allocazioni di spettro satellitari e terrestri all'interno dell'UE.

Parallelamente, la parte IV fornisce il quadro di riferimento per le risorse di numerazione paneuropee e stabilisce le norme che disciplinano tali risorse, garantendone la gestione efficiente, la disponibilità e l'uso extraterritoriale in tutta l'UE, sostenendo i servizi a livello comunitario e salvaguardando la protezione dei consumatori e l'accesso equo. Nel loro insieme, queste disposizioni mirano a garantire l'uso efficiente, coordinato e a prova di futuro delle risorse scarse, rafforzando al contempo la certezza giuridica, riducendo la frammentazione e consentendo lo sviluppo di reti e servizi di comunicazione elettronica innovativi e transfrontalieri in tutta l'UE.

### 3.1. Il dibattito sul DNA e la posizione del Parlamento nazionale

Il dibattito sul DNA è stato molto ampio, a partire dalla *call for evidence* svoltasi nel 2025 e dunque prima del lancio della proposta, dibattito che è continuato anche nell'ambito della consultazione che si è svolta tra aprile e giugno e che sta continuando essendo stata riaperta, con possibilità di invio dei contributi fino al 7 settembre.

Si tratta invero di un dibattito molto ampio e variegato dal quale stanno emergendo, inevitabilmente, una serie di contrapposizioni e criticità a partire dal quadro definitorio (si pensi al tema dell'interconnection oppure alla definizione di rete pubblica e privata), per passare alla gestione dello spettro frequenziale, la fissazione di un termine perentorio unico a livello UE per lo switch-off del rame, l'ambito soggettivo e oggettivo del regime di autorizzazione generale, la capacità dell'attuale disciplina sull'Open Internet di far fronte alle sfide presenti e future, nonché l'ambito applicativo ed i possibili impatti sulle dinamiche di mercato della procedura di conciliazione volontaria introdotta dalla proposta.

Si tratta di temi ad elevata complessità che disegneranno una cornice normativa destinata a governare il presente ed il futuro delle comunicazioni elettroniche per molti anni e che vedono anche un ripensamento dei tradizionali equilibri tra competenze europee e nazionali con un sempre più massiccio spostamento verso l'UE anche su tematiche, quali lo spettro frequenziale, da sempre espressione della sovranità degli Stati Membri.

Sulla proposta di DNA sono stati chiamati ad esprimersi anche i Parlamenti nazionali in particolare rispetto all'osservanza del principio di sussidiarietà. Dall'analisi congiunta dei due pareri emerge come entrambe le Camere concordino sulla necessità di reti moderne e resilienti e di perseguire

obiettivi di rafforzamento del mercato unico così come però sull'opportunità di preservare le competenze nazionali.

La Camera ha assunto tuttavia una posizione più critica verso l'architettura complessiva del regolamento, concentrandosi sulla sostenibilità economica delle telecomunicazioni, sulle regole dell'Open Internet e sul rapporto tra operatori di rete e piattaforme digitali. Il Senato si è concentrato maggiormente sull'equilibrio istituzionale, sulla governance cooperativa, sulla radiodiffusione, sulle comunicazioni di emergenza, sull'accessibilità e sulle competenze professionali.

Entrando ora nel merito delle posizioni espresse, la **Camera dei Deputati, XIV Commissione**, pur condividendo l'obiettivo generale del regolamento europeo sulle reti digitali, ossia garantire una connettività veloce e resiliente, rafforzare il mercato unico e accrescere la sicurezza e la competitività dell'Unione, ha sollevato una serie di rilievi afferenti la scelta della tipologia di atto ed all'ampio ricorso ad atti delegati e di esecuzione della Commissione europea che si collocano fuori dall'ordinaria procedura legislativa.

Particolare attenzione è dedicata alla gestione dello spettro radio e ai servizi satellitari. Il documento ritiene eccessiva la centralizzazione europea delle procedure di assegnazione e autorizzazione, perché potrebbe ridimensionare il ruolo delle autorità nazionali e incidere su sicurezza, politiche industriali e specificità territoriali. La durata illimitata e il rinnovo automatico dei diritti d'uso delle frequenze sono invece considerati accettabili soltanto se accompagnati da verifiche periodiche sull'efficienza dello spettro, sulla copertura, sulla qualità del servizio, sugli investimenti e sulla concorrenza.

Sul piano economico, la Camera sottolinea la difficoltà strutturale del settore delle telecomunicazioni e chiede che il regolamento affronti con maggiore decisione gli squilibri tra operatori di rete e grandi soggetti dell'ecosistema digitale. Rispetto ai meccanismi europei di cooperazione, il parere evidenzia come essi dovrebbero avere natura più prescrittiva e garantire un adeguato riconoscimento ai soggetti che effettivamente investono nelle infrastrutture necessarie allo sviluppo dei servizi digitali.

Anche le norme sull'Open Internet secondo la Camera dovrebbero evolvere ed essere aggiornate per consentire servizi specializzati, offerte differenziate richieste dagli utenti ed escludere chiaramente i servizi B2B dalle regole concepite per il mercato consumer. La Camera manifesta infine cautela sulla dismissione obbligatoria delle reti in rame, che dovrebbe tenere conto degli investimenti già effettuati, comprese le reti FTTC, delle condizioni concorrenziali nazionali e delle necessarie tutele per gli utenti. Segnala inoltre possibili sovrapposizioni con NIS2, direttiva CER ed e-Privacy, nonché criticità nella centralizzazione delle risorse di numerazione, nel trasferimento all'organismo europeo ODN dei proventi dello spettro satellitare e negli obblighi imposti agli operatori locali più piccoli.

Per quanto concerne invece il **Senato, la 4ª Commissione**, pur valutando positivamente l'obiettivo di realizzare reti europee sicure, veloci, resilienti e ad alta capacità, considerate essenziali per intelligenza artificiale, cloud, servizi pubblici e competitività e riconoscendo la proposta conforme al principio di sussidiarietà, ha rilevato la necessità di migliorarne la proporzionalità e limitare alcuni poteri attribuiti alla Commissione europea.

Anche il Senato in particolare ha sollevato rilievi in merito al ricorso agli atti delegati e di esecuzione nonché all'opportunità di preservare ruolo degli Stati nella gestione dello spettro ed ha rilevato l'importanza di garantire un coordinamento europeo, soprattutto per i servizi satellitari, senza giungere ad un potere diretto di assegnazione delle frequenze mobili terrestri. Gli organismi europei, come il nuovo RSPB e l'Ufficio per le reti digitali, dovrebbero mantenere prevalentemente funzioni tecniche e consultive, senza condizionare indirettamente le decisioni nazionali.

Per la durata e il rinnovo dei diritti d'uso dello spettro, il Senato chiede condizioni che garantiscano investimenti, concorrenza, qualità dei servizi, accesso alle infrastrutture passive e densificazione delle reti e sottolinea come il rinnovo automatico non dovrebbe rendere permanenti eventuali squilibri nella distribuzione delle frequenze.

Quanto al modello di governance, viene sostenuto il mantenimento dell'attuale modello cooperativo tra Commissione europea, BEREC, organismi dello spettro e autorità nazionali. Un elemento caratterizzante della posizione del Senato è la tutela della banda UHF 470–694 MHz e della radiodiffusione terrestre, considerate importanti per pluralismo democratico, coesione sociale, resilienza delle comunicazioni e accesso universale ai contenuti. In tale logica, qualsiasi riallocazione dovrebbe essere preceduta da una valutazione degli impatti economici e sociali e lasciare adeguati margini decisionali agli Stati membri.

La transizione dalla rete in rame alla fibra è condivisa, ma dovrebbe essere realizzata attraverso roadmap nazionali attente alla concorrenza, agli investimenti già esistenti e agli assetti industriali. Il Senato aggiunge una specifica attenzione ai servizi di emergenza evidenziando come la migrazione tecnologica non debba interrompere le comunicazioni di emergenza e i sistemi di allerta pubblica.

Il documento affronta inoltre aspetti sociali e industriali meno presenti nella posizione della Camera: coerenza con l'European Accessibility Act per gli utenti con disabilità, formazione di competenze specialistiche in telecomunicazioni, intelligenza artificiale, cybersicurezza e cloud, coordinamento con Data Act e AI Act e tutela del settore radiofonico italiano e della diffusione DAB. Viene infine segnalato che il trasferimento all'ODN delle tariffe sullo spettro satellitare potrebbe ridurre le entrate nazionali.

Nel complesso, i due pareri convergono sul sostegno agli obiettivi di modernizzazione e resilienza, ma subordinano l'armonizzazione alla tutela della concorrenza, alla proporzionalità e a un adeguato ruolo degli Stati membri. La gestione dello spettro rappresenta il principale banco di prova di questo equilibrio, soprattutto per l'Italia, chiamata a definire con anticipo il futuro dei diritti d'uso in scadenza nel 2029.

*I pareri di Camera e Senato sulla proposta di DNA convergono sul rafforzare le reti digitali europee ad alta capacità, considerate essenziali per competitività, IA, cloud, edge computing e servizi digitali avanzati, interesse a favorire maggiori investimenti nelle infrastrutture sicure di telecomunicazione e a creare un mercato europeo più integrato*

---

## 4. IL QUADRO NAZIONALE TRA FATTORI ABILITANTI, PIANI PUBBLICI E PROSPETTIVE FUTURE

### 4.1. I fattori abilitanti per lo sviluppo delle reti mobili: investimenti, fibra e limiti elettromagnetici

Il passaggio dalla cornice europea al quadro nazionale richiede di spostare l'attenzione dalla disponibilità nominale di tecnologie e frequenze alle condizioni che ne consentono l'effettivo impiego. Per le reti mobili, tre fattori – sostenibilità degli investimenti, collegamento in fibra dei siti e spazio elettromagnetico concretamente utilizzabile – operano come parti di una stessa catena. I capitoli precedenti ne hanno già ricostruito la dimensione tecnologica e regolatoria; in questa sede interessa, invece, comprenderne l'effetto sull'attuazione delle politiche nazionali. È questa prospettiva che consente di leggere congiuntamente, nei paragrafi successivi, l'avanzamento dei piani pubblici e le prossime decisioni in materia di frequenze.

Il primo fattore riguarda la capacità del settore di **sostenere nel tempo gli investimenti** necessari ad aggiornare e ampliare le reti. Un indicatore particolarmente significativo è rappresentato dalla capacità degli operatori di valorizzare economicamente il traffico trasportato. Come emerge dalla recente Relazione Annuale AGCOM, nel 2025 i ricavi unitari generati dai servizi di traffico dati sono scesi da 35 a 26 centesimi per gigabyte, registrando una contrazione del 26,8%. Nello stesso anno il flusso degli investimenti in immobilizzazioni attribuiti alla rete mobile è diminuito da 1,75 a 1,50 miliardi di euro, con una flessione del 14,4% su base annua – mentre quello relativo alla rete fissa è cresciuto da 5,66 a 6,24 miliardi di euro (+10,3%)<sup>26</sup>.

I due indicatori non consentono di stabilire un rapporto causale tra la riduzione dei ricavi unitari e quella degli investimenti. Letti congiuntamente, mostrano tuttavia un contesto nel quale la capacità di monetizzare il traffico si riduce mentre resta necessario finanziare l'ammodernamento delle infrastrutture. Il punto consiste nel creare condizioni che rendano sostenibili gli investimenti di lungo periodo: stabilità regolatoria, tempi autorizzativi prevedibili, adeguati orizzonti di utilizzo delle frequenze e interventi pubblici concentrati sulle aree nelle quali il mercato non è in grado di assicurare autonomamente gli investimenti necessari.

*Il punto consiste nel creare condizioni che rendano sostenibili gli investimenti di lungo periodo: stabilità regolatoria, tempi autorizzativi prevedibili, adeguati orizzonti di utilizzo delle frequenze e interventi pubblici concentrati sulle aree nelle quali il mercato non è in grado di assicurare autonomamente gli investimenti necessari*

Il secondo fattore è la **disponibilità di collegamenti ad alta capacità** nei luoghi in cui sono localizzati i siti radiomobili. Il capitolo 2 ha già illustrato la complementarità tecnologica tra fibra e reti mobili; sul piano delle politiche pubbliche è però necessario distinguere la copertura in fibra delle abitazioni e delle imprese dal collegamento in fibra delle stazioni radio. Il progresso della

---

<sup>26</sup> AGCOM, Relazione Annuale 2026 sull'attività svolta e sui programmi di lavoro, 14 luglio 2026.

prima non garantisce automaticamente il secondo. Il disegno del Piano Italia 5G, come si dirà meglio a breve, rende esplicita questa distinzione, prevedendo due linee di intervento separate: il collegamento in fibra di oltre 10.000 siti radiomobili esistenti e la realizzazione di nuovi siti 5G in più di 1.200 aree nelle quali gli investimenti di mercato risultano insufficienti.

Il terzo fattore riguarda l'utilizzabilità concreta dello **spettro elettromagnetico**. Come già ricostruito nel capitolo 1, l'Italia continua ad applicare un'impostazione particolarmente cautelativa, sebbene l'adeguamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità a 15 V/m ha segnato un cambiamento rilevante, ma per certi versi non ancora sufficiente.

Un maggiore margine elettromagnetico consente agli operatori di riconfigurare gli impianti esistenti, introdurre nuove bande di frequenza e incrementare la capacità trasmissiva senza dover necessariamente ricorrere alla costruzione di nuovi siti. Può inoltre agevolare la condivisione delle infrastrutture tra operatori, soprattutto nelle aree urbane nelle quali lo spazio fisico e quello elettromagnetico risultano più scarsi.

In questo senso, si evidenzia lo stretto rapporto tra limiti elettromagnetici e politica dello spettro. L'assegnazione di nuove frequenze o la proroga dei diritti esistenti produce valore industriale soltanto se gli operatori possono utilizzare concretamente quelle risorse attraverso l'adeguamento degli impianti. In presenza di siti prossimi alla saturazione, una nuova disponibilità di spettro elettromagnetico può non tradursi in un corrispondente aumento della capacità della rete oppure può richiedere la realizzazione di ulteriori siti, con maggiori costi, tempi autorizzativi più lunghi e un impatto più significativo sul territorio.

*In presenza di siti prossimi alla saturazione, una nuova disponibilità di spettro elettromagnetico può non tradursi in un corrispondente aumento della capacità della rete oppure può richiedere la realizzazione di ulteriori siti, con maggiori costi, tempi autorizzativi più lunghi e un impatto più significativo sul territorio*

---

Considerati nel loro insieme, investimenti, fibra e spazio elettromagnetico mostrano come lo sviluppo delle reti mobili non possa essere ricondotto a una singola leva. I piani pubblici possono contribuire a colmare i divari infrastrutturali nelle aree meno attrattive per il mercato e ad assicurare collegamenti adeguati ai siti radiomobili; le decisioni sulle frequenze definiscono invece le risorse e gli orizzonti temporali sulla base dei quali gli operatori programmano gli investimenti. Il valore di entrambi dipende, tuttavia, dalle condizioni concrete nelle quali le reti possono essere realizzate, aggiornate e gestite.

È in questa interdipendenza che si misura la coerenza del quadro nazionale. Finanziamenti pubblici, risorse private, infrastrutture in fibra, diritti d'uso delle frequenze e disciplina elettromagnetica producono risultati pienamente efficaci soltanto quando si sviluppano secondo tempi e obiettivi compatibili. La disponibilità formale di copertura, finanziamenti o spettro non è infatti sufficiente: è il loro coordinamento a trasformare le risorse disponibili in maggiore capacità, qualità e continuità dei servizi.

## 4.2. Dall'avanzamento del Piano Italia a 1 Giga e del Piano Italia 5G al Fondo Nazionale Connettività

I dati riportati nei paragrafi precedenti mostrano lo stato dell'arte dello sviluppo infrastrutturale nel Paese, che seppur tra numerose difficoltà - conseguenti alla crisi che attanaglia il settore da diversi anni, un'orografia complessa che non agevola il deployment capillare delle reti fisse e mobili, una disomogenea applicazione della normativa sul territorio nazionale e ad una domanda di connettività che fatica a decollare per molte e varieghe ragioni - non si sta arrestando.

Ebbene, nell'ultimo decennio sono state diverse le iniziative pubbliche che sono andate ad affiancare gli investimenti privati al fine di supportare gli investimenti in connettività in quelle aree del paese in cui la profittabilità degli investimenti è nulla o molto limitata.

Ed infatti, con riferimento alle reti fisse, nel 2015 è stato varato il **Piano BUL**, aggiudicato nel 2017 da Open Fiber (che si è aggiudicata tutti e tre i bandi nei quali era stato suddiviso il territorio nazionale) ed attualmente in fase di completamento. Si tratta, come noto, di un'iniziativa che promuove la realizzazione e l'integrazione delle infrastrutture - di proprietà pubblica ed in concessione ad Open Fiber - per la fruizione dei servizi internet a Banda Ultra Larga mediante sviluppo di reti FTTH nelle aree a bassa densità di popolazione, c.d. Aree Bianche, presenti sull'intero territorio nazionale.

Per quanto attiene lo stato di avanzamento del piano, dagli annunci ufficiali disponibili fino al 15 luglio 2026, Open Fiber risulta aver completato il Piano BUL nelle aree bianche in **cinque regioni**:

1. Basilicata – febbraio 2022 (fase 1), fine 2024 (fase 2)
2. Molise — 6 maggio 2024
3. Friuli-Venezia Giulia — 29 gennaio 2025
4. Umbria — 11 marzo 2025
5. Marche — 25 giugno 2025
6. Sicilia — 7 luglio 2025
7. Provincia Autonoma di Trento – 29 settembre 2025

Successivamente, le risorse del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), varato nel 2021 e con un orizzonte temporale di cinque anni, hanno rappresentato un'ulteriore occasione per dare un boost al deployment delle reti nel nostro Paese. Il PNRR, in particolare, si sviluppava intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo (digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale) e si articolava in sei Missioni e 16 Componenti.

La Missione 1, rubricata "Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura e Turismo", è fortemente concentrata sulla digitalizzazione, mirando ad accompagnare la transizione digitale del Paese attraverso lo stanziamento di ingenti risorse per la modernizzazione della P.A. (€ 6,1 miliardi), delle infrastrutture di comunicazione (€ 6,7 miliardi) e del sistema produttivo (€ 13,4 miliardi).

Se queste sono le missioni definite nel PNRR, nel maggio 2021 è stata pubblicata la nuova Strategia italiana per la banda ultralarga (BUL) che, in coerenza con quella pubblicata nel 2015 e sulla scia della nuova Strategia Europea Digital Compass, poneva tra i principali obiettivi il raggiungimento, entro il 2026, della copertura dell'intero territorio nazionale con connettività fino a 1Gbps. Per

sostenere la realizzazione di tutti i piani che costituiscono la nuova strategia italiana per la banda ultralarga, il PNRR italiano ha previsto risorse per €6,7 miliardi suddivisi tra 7 azioni, due ereditate dalla strategia del 2015, ovvero il Piano BUL citato e il Piano voucher (misura a sostegno della domanda), a cui si sono aggiunti il Piano “Italia a 1 Giga”, il Piano “Italia 5G”, il Piano “Scuole connesse”, il Piano “Sanità connessa” e il Piano “Isole Minori”.

Partendo da questi ultimi, il **Piano Isole minori** puntava a portare la connessione internet ultraveloce, prevedendo la progettazione, la fornitura e posa in opera dei cavi sottomarini in fibra ottica e relativa manutenzione per complessive 21 tratte (aggiudicato alla società Elettra Tlc S.p.A.), mentre il Piano **Scuole Connesse** mirava a connettere, con velocità simmetriche di almeno 1 Gbps, 9 mila sedi scolastiche di tutto il territorio italiano ed è stato assegnato, a seguito di un bando pubblico, a tre operatori aggiudicatari (Intred, Tim e Fastweb) per un totale di circa 165 milioni di euro. Il Piano **Sanità Connessa**, infine, aveva l’obiettivo di garantire la connettività con velocità simmetriche di almeno 1 Gbps e fino a 10 Gbps alle strutture del servizio sanitario pubblico, dagli ambulatori agli ospedali, per un totale di circa 12 mila strutture. Il territorio è stato suddiviso in 8 lotti, aggiudicati il 6 giugno 2022 (lotti 1 e 6 da Vodafone, lotti 2 e 4 TIM, lotti 3, 5, 7 e 8 da Fastweb).

Il **Piano “Italia a 1 Giga”** mirava invece ad intervenire fornendo una connessione ad almeno 1 Giga in download e 200 Mbps in upload alle unità immobiliari presenti nelle aree grigie e nere NGA che, a seguito della mappatura delle infrastrutture presenti effettuata da Infratel Italia nel 2021 e degli interventi pianificati dalle aziende operanti nel mercato entro il 2026, non sarebbero risultate coperte da almeno una rete in grado di fornire in maniera affidabile velocità di connessione in download  $\geq 300$  Mbps. A seguito della pubblicazione del bando il 15 gennaio 2022, gli operatori aggiudicatari della gara sono risultati essere TIM S.p.A. mandataria in costituendo RTI con FiberCop S.p.A. per 7 lotti e Open Fiber S.p.A. per 8 lotti. Tim S.p.A. è risultata aggiudicataria della gara per i lotti 1, 3, 4, 5, 11, 14 e 15 (2.937.156 milioni di civici) mentre Open Fiber S.p.A. è risultata aggiudicataria della gara per i lotti 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12 e 13 (3.934.914 milioni di civici).

Attraverso il **Piano Italia 5G**, invece, si puntava ad incentivare la realizzazione delle infrastrutture di rete mobile 5G nelle aree a fallimento di mercato su tutto il territorio nazionale, attraverso due linee di intervento: la prima, prevedeva la realizzazione di una rete di backhauling in fibra ottica per le Stazioni Radio Base (SRB) che, secondo quanto emerso dalla mappatura effettuata da Infratel Italia nel 2021, sarebbero risultate ancora prive di rilegamento nel 2026; la seconda invece prevedeva la realizzazione infrastrutture di rete complete ex-novo, con capacità di almeno 150 Mbps downlink e 30 Mbps in uplink, nelle zone del Paese che sarebbero risultate prive di infrastrutture capaci di offrire connettività ad almeno 30 Mbps nel 2026. Gli interventi previsti per le due linee di azione sopracitate sono stati oggetto di due distinti bandi. Il primo, pubblicato il 21 marzo 2022 e relativo alla realizzazione di rilegamenti in fibra ottica (backhauling) di siti radiomobili presenti nelle aree a fallimento di mercato, è stato suddiviso in 6 lotti, per uno stanziamento complessivo di circa €949 milioni. Per la seconda linea di intervento, invece, dopo un primo bando andato deserto, ne è stato lanciato uno nuovo il 20 maggio 2022. In particolare, la seconda versione del bando ha conservato, parimenti al precedente, il numero complessivo di sei lotti, ma ha ridotto sia lo stanziamento massimo complessivo, passato da €974 milioni di euro a €567 milioni, sia il numero di aree da coprire, sceso da 2.403 a 1.201. La gara relativa al backhauling si è conclusa il 13 giugno 2022 con l’aggiudicazione di tutti i lotti da parte di Tim per €725.043.820. La gara Densificazione, invece, è stata aggiudicata ad INWIT in costituendo RTI con

TIM e Vodafone per €345.716.657. In conclusione, la cifra complessiva a cui sono state aggiudicate entrambe le gare è di €1.070.760.477, quindi circa €950 milioni in meno rispetto a quanto inizialmente previsto nella Strategia BUL.

In particolare, la seconda versione del bando ha conservato, parimenti al precedente, il numero complessivo di sei lotti, ma ha ridotto sia lo stanziamento massimo complessivo, passato da €974 milioni di euro a €567 milioni, sia il numero di aree da coprire, sceso da 2.403 a 1.20164. La gara relativa al primo bando si è conclusa il 13 giugno 2022 con l'aggiudicazione di tutti i lotti da parte di Tim per €725.043.820. Nel secondo bando, che come anticipato è andato deserto alla prima chiamata, è stata INWIT in costituendo RTI con TIM e Vodafone ad aggiudicarsi tutti e sei i lotti in gara, per €345.716.657. In conclusione, la cifra complessiva a cui sono state aggiudicate entrambe le gare è di €1.070.760.477, quindi circa €950 milioni in meno rispetto a quanto inizialmente previsto nella Strategia BUL.

Per sfruttare le infrastrutture di rete già esistenti di proprietà degli operatori privati, così come per il Piano Italia a 1 Giga, è stato scelto il modello del gap funding (o modello a incentivo) che prevede il finanziamento delle opere necessarie all'adeguamento degli impianti che, al termine del programma, resteranno di proprietà dei soggetti aggiudicatari. Per correggere eventuali sovracompensazioni (guadagni non preventivati da parte del privato provenienti dall'opera finanziata con fondi pubblici) è previsto inoltre l'utilizzo del meccanismo definito "clawback". Questo sistema prevede la restituzione degli extra-profitti generati dall'aggiudicatario nella gestione delle reti sovvenzionate, qualora il monitoraggio annuale periodico (che verrà effettuato nei 15 anni successivi al completamento dell'opera) evidenzia un eccesso di compensazione.

Quanto allo **stato di avanzamento dei piani**, secondo i dati disponibili su [connetti.italia.it](https://connetti.italia.it) ed aggiornati a maggio 2026, il Piano Isole minori è stato il primo ad essere completato nel dicembre 2024 (con 21 tratte connesse), mentre il Piano Sanità Connessa è stato invece completato a maggio 2026 (con 9085 strutture sanitarie attivate). Il Piano Scuola Connessa risulta invece al 96.4% previsto da target PNRR (con 8673 scuole attivate).

Passando ora al Piano Italia a 1 Giga, nell'estate 2025 Open Fiber ha comunicato l'impossibilità di coprire oltre 700 mila civici (su ~2,2 milioni assegnati) entro la scadenza del 30 giugno 2026, implicando il rischio di una perdita di fondi europei PNRR di circa 700 milioni di euro. Per evitare ciò, il Governo (tramite il Dipartimento per la Trasformazione Digitale) ha negoziato una **rimodulazione del piano** che ha portato al via libera della Commissione Europea il successivo 13 settembre.

A seguito di ciò, la legge di Bilancio n. 199 del 30 dicembre 2025 ha allineato i target dei Piani agli obiettivi europei ed ha istituito con l'articolo 1, commi 739-740 il Fondo Nazionale per la Connettività, con una dotazione di 733 milioni di euro al fine di traguardare gli obiettivi di copertura del Piano Italia a 1 Giga con l'orizzonte temporale però non più al 2026 ma al 2030. Lo scorso 26 marzo 2026 sono stati dunque sottoscritti gli Atti Aggiuntivi relativi alle Convenzioni del Piano Italia a 1 Giga, che hanno recepito la rimodulazione degli interventi prevista nell'ambito del PNRR.

Nel frattempo, il 13 febbraio 2026 Infratel ha pubblicato un **aggiornamento** degli **esiti della mappatura delle reti fisse** per l'anno **2025** che insieme ai civici "rinunciati" da Open Fiber, ha delineato l'oggetto di intervento del Piano "Fondo Nazionale Connettività" (FNC).

Il Piano FNC è stato così sottoposto a consultazione pubblica nel periodo dal 16 febbraio al 18 marzo 2026, a valle della quale il 9 aprile scorso è stato pubblicato un **bando a incentivo**, con selezione tramite offerta economicamente più vantaggiosa, che prevede:

- dotazione complessiva dell'intervento pari a € 733.402.818, comprensiva anche degli oneri di gestione dell'implementing partner;
- risorse effettivamente ripartite sui 7 lotti pari a € 712.500.837;
- contributo pubblico riconoscibile al beneficiario non superiore al 70% delle spese ammissibili (ne consegue che gli operatori beneficiari devono garantire un cofinanziamento minimo del 30% con risorse proprie);
- su base nazionale, bacino complessivo di circa 1,75 milioni di civici, derivante da due insiemi:
  - circa 385 mila civici (*bacino 385k*) provenienti dalla revisione della mappatura dei civici non collegati nell'ambito del Piano Italia a 1 Giga (cd. civici "*rinunciati*" da Open Fiber);
  - circa 1,3 milioni di civici (*bacino 1,3M*) provenienti dalla mappatura generale Infratel 2025 sullo stato delle Reti Fisse;
- di tali civici, il bando ne prevede la suddivisione in due sottoinsiemi:
  - **Civici obbligatori** per un totale di 402.896 civici a livello nazionale, dei quali 268.385 ricadono nel bacino "385k" e 134.511 nel bacino "1,3M".
  - **Civici facoltativi** che non sono base d'obbligo, ma una componente migliorativa dell'offerta tecnica. Sono previsti fino a 368.186 civici facoltativi, di cui 116.840 nel bacino "385k" e 251.346 nel bacino "1,3M".

La durata dell'intervento è coerente con il Digital Decade: l'attuazione decorre quindi dalla sottoscrizione della convenzione e i lavori dovranno concludersi entro il 30 giugno 2030; successivamente è previsto un periodo di **monitoraggio/clawback di 10 anni** dalla conclusione dei lavori. Restano inoltre gli obblighi di accesso *wholesale*.

Alla procedura competitiva ha partecipato la sola FiberCop che dunque si è aggiudicata la gara. Il perimetro dell'aggiudicazione di FiberCop riguarda oltre 477 mila civici (equivalenti a circa 700 mila unità immobiliari), che la stessa FiberCop potrà selezionare su tutto il territorio nazionale per un investimento complessivo previsto non superiore a 300 milioni di euro al netto dei contributi attesi. Il roll-out partirà nella seconda metà del 2026, con un focus sul periodo 2027-2029 ed il completamento è previsto entro la scadenza fissata a giugno 2030.

Per quanto riguarda, infine, il **bando Italia 5G** che ha incontrato non poche difficoltà legate a una serie di fattori, tra cui una disomogeneità di approcci da parte degli enti locali con riferimento alle procedure di rilascio dei titoli autorizzativi spesso culminate in lunghi ed onerosi contenziosi amministrativi, esso è stato oggetto, nelle due linee di intervento, di rimodulazione attraverso la sottoscrizione, lo scorso 25 maggio, di Atti Aggiuntivi relativi alle Convenzioni.

Ciò posto, la linea di intervento **Densificazione**, gestita dal raggruppamento temporaneo di imprese (RTI) formato da INWIT, TIM e da Vodafone, ha raggiunto l'obiettivo di portare

connettività mobile 5G in 500 Km<sup>2</sup> di territori italiani (equivalenti a 973 aree bianche) sebbene risulti ancora in corso di esecuzione in ottica migliorativa. Obiettivo raggiunto anche per la linea di intervento **Backhauling**, gestita da FiberCop, che ha realizzato 12.600 km di corridoi di trasporto e strade extraurbane abilitate alla copertura 5G e 1.400 km<sup>2</sup> di aree bianche con copertura 5G abilitata, di cui, come evidenziato, 500 km<sup>2</sup> con copertura offerta dalla linea di intervento Densificazione.

### 4.3. L'assegnazione delle frequenze in Italia. Le prospettive evolutive

Come già accennato, la gestione dello spettro frequenziale costituisce uno degli elementi maggiormente impattanti sugli investimenti delle telco in quanto asset indispensabile per la fornitura e lo sviluppo dei propri servizi. Prova ne è stata la procedura di assegnazione dei diritti d'uso delle frequenze destinate alle reti di quinta generazione, conclusasi nell'ottobre 2018 dopo 14 giornate in cui si sono susseguite ben 171 tornate di rilanci e le offerte vincenti hanno raggiunto quota 6,5 miliardi di euro, superando di circa 4 miliardi l'importo minimo e di quasi il doppio l'ammontare previsto da diversi analisti, che non superava i 3-3,5 miliardi.

Come noto, la gara ha interessato frequenze su tre bande: la 694-790 MHz, molto ambita poiché permette una migliore copertura indoor, ma libera solo dal 1° luglio 2022; la 3,6-3,8 GHz, la più utile per le sperimentazioni sia a livello tecnico sia perché disponibile dal 1° gennaio 2019; e la 26,5-27,5GHz, anch'essa disponibile dal 2019.

Le scelte relative alle assegnazioni, alla durata dei diritti d'uso delle frequenze e la definizione degli obblighi ad essi correlati costituiscono il cuore del dibattito in corso. Sul punto, il Codice europeo delle Comunicazioni Elettroniche, all'art. 45, declina i principi generali nella gestione pratica dello spettro radio disponendo che i diritti d'uso delle frequenze siano attribuiti sulla base di **criteri obiettivi, trasparenti, pro-concorrenziali, non discriminatori e proporzionati**, stabilendo inoltre l'obbligo per lo Stato di promuovere l'uso **efficiente ed efficace** delle frequenze medesime.

Ebbene, questa cornice di principi deve essere calata in un momento storico complesso in cui è cresciuto il numero di operatori sul mercato, ivi compresi i fornitori di connettività satellitare che chiedono accesso stabile e duraturo alle frequenze, procedure di gestione delle interferenze chiare ed *iter* autorizzativi più semplici ed in cui sono in ballo decisioni importanti a livello globale, come le sorti della banda dei 6 GHz, notoriamente contesa tra l'industria del Wi-Fi che ne sostiene l'uso non licenziato e gli operatori mobili che al contrario chiedono un uso licenziato per lo sviluppo di servizi 5G avanzati e 6G.

In questo contesto generale di rapido cambiamento e decisioni strategiche ancora in progress ed in considerazione delle importanti innovazioni che la proposta di DNA punta ad inserire nella cornice normativa europea e conseguentemente negli ordinamenti degli Stati membri, l'Italia si trova ad affrontare un momento di rilevanza cruciale, stante la **scadenza nel 2029 di tutti i diritti d'uso eccetto quelli relativi alle frequenze destinate al 5G** che, al contrario, scadono nel 2037.

In vista di tale scadenza e al fine di garantire quella certezza e quella prevedibilità regolatoria indispensabile per la pianificazione degli investimenti degli operatori, l'AGCOM ha, con buon anticipo, avviato un articolato processo di analisi e consultazione per definire il futuro assetto dello spettro in Italia. Si tratta di una decisione strategica importante, che coinvolge risorse

pubbliche scarse e preziose da cui dipende lo sviluppo delle reti di nuova generazione, la qualità dei servizi offerti agli utenti e l'equilibrio competitivo del mercato delle telecomunicazioni.

Il primo passo intrapreso dall'Autorità è stato l'avvio di una serie di consultazioni pubbliche, dapprima con la **delibera n. 247/24/CONS**<sup>27</sup> e, successivamente, con la **delibera n. 154/25/CONS** rivolte agli operatori del settore e agli altri soggetti interessati; con la prima, in particolare, sono stati individuati tre possibili strumenti, ossia proroga, rinnovo o nuova assegnazione mediante procedura competitiva o comparativa ed erano stati prospettati un approccio "orizzontale", basato sulla gestione separata delle singole bande, e un approccio "verticale", riferito a pacchetti di frequenze appartenenti a più bande. Con la seconda consultazione, invece, erano state proposte al mercato due opzioni più definite, da un lato, l'opzione rinnovo, con mantenimento delle attuali assegnazioni fino al 2037 e introduzione di nuovi obblighi di copertura, qualità e accesso, dall'altro, l'opzione mista, con proroga di alcuni diritti e combinazione di rinnovo e nuova gara per gli altri. Nell'ambito di tali procedure erano emersi molti temi, tra cui la necessità di garantire continuità agli investimenti già effettuati, proponendo in molti casi il rinnovo dei diritti d'uso senza il ricorso a nuove aste onerose in una logica di sostenibilità di un settore già in difficoltà, l'opportunità di assicurare un uso efficace ed efficiente dello spettro anche in considerazione del ruolo rivestito dalle varie tecnologie, l'importanza di mantenere elevati livelli di concorrenza ed aderenza all'attuale ripartizione delle quote di mercato e di assicurare condizioni di accesso anche a nuovi operatori o a soggetti che operano in modalità virtuale, nonché la necessità, palesata soprattutto dalle utilities, di considerare gli impatti dello spegnimento dei servizi 2G e 3G in tutti i casi di device, come gli smart meter, inidonei a supportare servizi 4G e 5G.

Ebbene, a valle di tali consultazioni ed in considerazione delle evidenze emerse, il 3 agosto 2026 AGCom ha pubblicato la **delibera 199/26/CONS** con la quale ha avviato una ulteriore consultazione pubblica (con scadenza fissata al 5 ottobre 2026) sulla definizione del quadro

---

<sup>27</sup> Tale delibera ha offerto una descrizione dello stato delle assegnazioni:

- i diritti d'uso delle frequenze a 900 e 1800 MHz sono stati per la maggior parte assegnati tra il 1995 ed il 1998 per una durata ventennale e sono stati oggetto di successive proroghe di durata complessiva di circa 15 anni, con obbligo di servizio GSM fino al 30 giugno 2022;
- i diritti d'uso delle bande 800 e 2600 MHz e parte della banda 1800 MHz sono stati assegnati nel 2011 per lo sviluppo di sistemi 4G mediante procedura competitiva (c.d. gara LTE) o riserva, sulla base del regolamento stabilito dall'Autorità con la delibera n. 282/11/CONS che ne ha fissato una durata di 18 anni. Tali diritti d'uso non sono stati oggetto di alcuna proroga;
- la banda L, ed in particolare la parte centrale corrispondente all'intervallo di frequenze 1452- 1492 MHz da impiegare per supplemental downlink (SDL), è stata assegnata mediante procedura competitiva nel 2015 che ha visto assegnare i due lotti da 20 MHz a Vodafone e TIM;
- la banda 2100 MHz è stata inizialmente assegnata nel 2001 tramite procedura competitiva per il rilascio di 5 licenze individuali (prima di 15 anni, poi prorogati a 20 con apposito decreto), aventi quindi validità fino al 31 dicembre 2021, per l'installazione e l'esercizio di sistemi di comunicazioni mobili di terza generazione (UMTS - IMT2000). Successivamente, il termine di validità delle licenze UMTS a 2100 MHz è stato oggetto di una proroga di 8 anni. Nel 2009, il Ministero ha provveduto a riassegnare tre blocchi da 2x5 MHz FDD nella banda 2100 MHz rientrati nella disponibilità dello Stato con una scadenza dei diritti d'uso dapprima fissata al 31 dicembre 2021 e poi prorogata dal Ministero, su istanza degli operatori titolari (TIM, Vodafone e Wind Tre), fino al 31 dicembre 2029, per la sola porzione FDD, con possibilità di utilizzo, previa autorizzazione, per usi 4G/5G;
- i diritti d'uso delle frequenze dell'intervallo 3.4-3.6 GHz sono stati assegnati nel 2008 per i servizi di tipo Wimax con una durata iniziale di 15 anni poi prorogata al 31 dicembre 2029 con la contestuale previsione di misure tecnico-regolamentari tese a rafforzare le dinamiche competitive e garantire l'uso efficiente della banda, anche in considerazione dell'impiego 5G. Si tratta, in particolare, di operazioni di trading volte ad assicurare ciascun titolare di diritti d'uso disponga di una dotazione spettrale quanto più possibile uniforme a livello geografico fra le varie aree (c.d. deframmentazione geografica o verticale) e contigua in frequenza (c.d. deframmentazione frequenziale o orizzontale). Attualmente lo scenario delle assegnazioni delle frequenze nella banda 3.4-3.6 GHz risulta del tutto deframmentato geograficamente, con tre operatori (Fastweb, Wind Tre e TIM) titolari dei diritti d'uso su tutte le aree di estensione geografica degli stessi, e quasi completamente deframmentato a livello spettrale e uniforme in termini di posizionamento in frequenza dei blocchi assegnati;
- i diritti d'uso per l'utilizzo delle frequenze nella banda 27.5-29.5 GHz (c.d. banda 28 GHz) impiegate nell'ambito del servizio fisso per applicazioni di tipo punto-punto e punto-multipunto di tipo WLL sono stati assegnati mediante asta a partire dal 2002. In particolare, si tratta di 3 blocchi da 2x112 MHz (denominati con le lettere H, I e L) tra loro separati da bande di guardia di 28 MHz, per un totale di 2x392 MHz utili per la canalizzazione Frequency Division Duplex (FDD) ciascuno dei quali messo a disposizione per l'assegnazione in 21 distinte aree geografiche del territorio nazionale, corrispondenti alle regioni italiane e alle province autonome di Trento e Bolzano, per una disponibilità totale di 63 diritti d'uso WLL di estensione geografica, appunto, regionale o provinciale. La durata di tali diritti d'uso inizialmente in scadenza al 2022 è stata poi prorogata al 31 dicembre 2029.

regolamentare per il rinnovo, ai sensi dell'art. 63 del Codice delle comunicazioni elettroniche, dei diritti d'uso nelle bande 800, 900, 1500, 1800, 2100, 2600 e 3400-3600 MHz e la proroga, ai sensi dell'art. 62 del Codice, dei diritti d'uso WLL nella banda 28 GHz.

Partendo da una fotografia che vede lo spettro assegnato per 180 MHz a Tim, 200 MHz a Fastweb-Vodafone, 250 a WindTre e 70 ad Iliad nelle diverse bande di frequenza (Tab.4.1) e non aderendo alla richiesta proveniente da una parte del mercato di procedere ad una diversa ripartizione delle stesse, l'Autorità, richiamando l'obiettivo di garantire la continuità dei servizi, la sostenibilità degli investimenti e lo sviluppo delle reti ed evitare gli ingenti esborsi derivanti da una nuova procedura competitiva, ha orientato la propria decisione verso il **rinnovo complessivo delle assegnazioni esistenti**, prevedendo un rinnovo non automatico ma subordinato alla presentazione, da parte degli attuali titolari, di una specifica domanda entro il 30 giugno 2027 (pena, in assenza di richiesta, la cessazione dei diritti alla scadenza con conseguente assegnazione delle relative frequenze) con assunzione dell'impegno, a pena di irricevibilità, ad osservare le condizioni stabilite nel provvedimento.

**Tab. 4.1: Risorse frequenziali assegnate per operatore**

Fonte: Agcom

| Risorse disponibili | Operatori assegnatari                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------|
| FDD 2x30 MHz        | TIM 2x10; Wind Tre 2x10; Fastweb-Vodafone 2x10             |
| FDD 2x35 MHz        | Iliad 2x5; TIM 2x10; Wind Tre 2x10; Fastweb-Vodafone 2x10  |
| SDL 40 MHz          | TIM 20; Fastweb-Vodafone 20                                |
| FDD 2x70 MHz        | Iliad 2x10; TIM 2x20; Wind Tre 2x20; Fastweb-Vodafone 2x20 |
| FDD 2x60 MHz        | Iliad 2x10; TIM 2x15; Wind Tre 2x20; Fastweb-Vodafone 2x15 |
| 30 MHz              | Wind Tre 30                                                |
| 2x60 MHz            | Iliad 2x10; TIM 2x15; Wind Tre 2x20; Fastweb-Vodafone 2x15 |
| TDD 120 MHz         | TIM 20; Wind Tre 60; Fastweb-Vodafone 40                   |

L'AGCom, in particolare, propone un **rinnovo di otto anni, dal 1° gennaio 2030 al 31 dicembre 2037**, al fine di allineare la futura scadenza a quella dei diritti d'uso delle bande 700 MHz, 3,6-3,8 GHz e 26 GHz assegnati con la nota gara 5G del 2018. Tale scelta dovrebbe assicurare la valorizzazione degli investimenti messi in campo dagli attuali assegnatari e la destinazione di risorse sullo sviluppo delle reti nella logica di accelerare lo sviluppo delle reti 5G *Stand Alone* e delle architetture di edge computing.

In tale prospettiva, l'Autorità ha declinato una serie di obblighi di utilizzo (tutte le frequenze rinnovate dovranno essere utilizzate effettivamente almeno in ciascuna provincia, attraverso portanti attive collegate a una rete *end-to-end* e impiegate per l'offerta di servizi commerciali al pubblico o *wholesale*), copertura e qualità del servizio sintetizzati nella tabella che segue (Tab.4.2) e suddivisi in 3 milestone.

**Tab. 4.2: Obblighi previsti dalla delibera 199/26/CONS**

Fonte: Agcom

| Obbligo                                                 | 31 dicembre 2031                     | 31 dicembre 2033      | 31 dicembre 2035      |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Territorio nazionale - individuale</b>               | 95% con almeno 30 Mbit/s in download | –                     | –                     |
| <b>Popolazione di ciascuna regione - individuale</b>    | 75%                                  | 85%                   | 95%                   |
| <b>Direttrici stradali e ferroviarie - collettivo</b>   | 30%                                  | 60%                   | 95%                   |
| <b>Porti e aeroporti - collettivo</b>                   | 30%                                  | 60%                   | 90%                   |
| <b>Vie navigabili interne TEN-T - collettivo</b>        | 25%                                  | 50%                   | 80%                   |
| <b>Linee metropolitane non già coperte - collettivo</b> | Avvio dei lavori                     | 50% di ciascuna linea | 95% di ciascuna linea |

Gli obblighi previsti in materia di copertura della popolazione, delle infrastrutture di trasporto e delle reti metropolitane puntano a garantire livelli minimi di qualità del servizio anche nelle consuete condizioni di maggiore congestione del traffico. In particolare, i servizi dovranno assicurare una velocità di almeno 150 Mbit/s in download e 30 Mbit/s in upload, con un ritardo di trasmissione end-to-end, misurato in termini di RTT, non superiore a 15 millisecondi.

Sul piano territoriale, gli obblighi regionali saranno articolati secondo percentuali di copertura progressivamente crescenti, pari al 50%, al 70% e al 90% in corrispondenza delle tre milestone previste. Tali obiettivi riguarderanno la popolazione presente nei capoluoghi di provincia, nelle aree abitate che, secondo la mappatura Infratel, risultano prive di una connettività di almeno 30 Mbit/s, nonché nei piccoli comuni caratterizzati da una maggiore densità turistica.

Un ulteriore obiettivo riguarda la copertura delle **aree naturali protette**. Entro il 2033 dovrà infatti essere raggiunto almeno il 5% del territorio di ciascun Parco nazionale e regionale e almeno il 30% delle Riserve naturali statali, estendendo così la disponibilità dei servizi anche a zone meno densamente popolate ma di particolare rilevanza ambientale e turistica.

Per quanto riguarda le principali infrastrutture di mobilità, gli obblighi relativi alle direttrici di trasporto, ai porti, agli aeroporti, alle vie navigabili e alle metropolitane potranno essere assolti anche in forma collettiva dagli operatori. A questo scopo sarà possibile ricorrere a infrastrutture condivise e a soluzioni di tipo neutral host, favorendo una maggiore efficienza nella realizzazione e nella gestione delle reti.

Entro dodici mesi dall'autorizzazione al rinnovo, ciascun operatore sarà inoltre tenuto a presentare un **piano di sviluppo dettagliato**, corredato da avanzamenti annuali. Il rispetto degli obblighi sarà verificato prevalentemente ex post attraverso campagne annuali di misurazione sul campo, comprese rilevazioni dinamiche volte a valutare le effettive prestazioni del servizio nelle diverse condizioni operative. In caso di mancato rispetto degli impegni previsti, potranno essere richiesti specifici piani di rientro e potranno essere applicate sanzioni. Nei casi di inottemperanza più grave, le conseguenze potranno arrivare fino alla sospensione o alla revoca dei diritti d'uso.

Per compensare le differenze nella dotazione di spettro tra gli operatori senza ricorrere a trasferimenti forzosi di frequenze, l'Autorità propone l'introduzione di specifici **obblighi di accesso** validi per l'intera durata del rinnovo dei diritti d'uso. In particolare, Fastweb-Vodafone, TIM e Wind Tre, in quanto operatori caratterizzati da una maggiore disponibilità di risorse spettrali, dovranno garantire l'accesso alle proprie reti a Iliad, oltre che agli operatori mobili virtuali (MVNO) e ad altri fornitori di servizi. A sua volta, Iliad sarà tenuta a offrire accesso agli MVNO e agli altri fornitori di servizi.

Per quanto riguarda l'accesso riconosciuto a Iliad, questo potrà essere realizzato attraverso diverse soluzioni tecniche, tra cui roaming, MORAN, MOCN, network slicing o altre modalità concordate tra le parti. In ogni caso, l'accesso dovrà essere garantito a condizioni eque, trasparenti e non discriminatorie, in modo da assicurare un trattamento paritario e favorire un utilizzo efficiente delle risorse di rete.

La richiesta di accesso dovrà essere presentata con almeno sei mesi di anticipo rispetto alla data prevista per l'avvio del servizio e, in ogni caso, entro due anni dall'inizio del periodo di rinnovo. Gli operatori obbligati potranno adempiere a tali impegni anche attraverso un'offerta collettiva. Qualora non venga raggiunto un accordo tra le parti, l'Autorità propone l'attivazione di una procedura di seconda istanza: il territorio nazionale verrebbe suddiviso in tre gruppi di regioni e ciascun gruppo sarebbe assegnato, mediante sorteggio, a uno degli operatori soggetti all'obbligo di accesso.

L'AGCom potrà inoltre intervenire in caso di controversie, con particolare riferimento alle condizioni tecniche ed economiche applicate, al fine di garantire che l'accesso avvenga secondo criteri coerenti con i principi di equità, trasparenza e non discriminazione.

Per quanto attiene, invece, i **contributi economici**, l'Autorità, evidenziando la diversa funzione assolta dai contributi dovuti per l'utilizzo dello spettro rispetto agli investimenti infrastrutturali e ritenendo dunque impossibile che i secondi sostituiscano i primi, non ha accolto la proposta avanzata da alcuni operatori di prevedere un rinnovo gratuito dei diritti d'uso delle frequenze in cambio di maggiori investimenti nello sviluppo delle reti 5G Stand Alone (5G SA) ed ha proposto il mantenimento dell'attuale livello complessivo dei contributi (circa 684 milioni di euro all'anno) - evitando quindi maggiori esborsi a carico degli operatori - con una revisione, però, delle modalità di pagamento, che prevede la trasformazione dei precedenti versamenti anticipati in contributi annui di valore equivalente. Al MIMIT sarebbe inoltre riconosciuta la possibilità di introdurre riduzioni o sconti, anche di carattere temporaneo, con l'obiettivo di incentivare determinati comportamenti degli operatori, come ad esempio il raggiungimento anticipato delle milestone previste.

Un elemento centrale della proposta riguarda inoltre il riequilibrio dei contributi tra le diverse bande di frequenza (con incrementi per le bande 900 MHz, 2600 MHz TDD, 2600 MHz FDD e 3400-3600 MHz e, al contrario, riduzioni per le bande 800 MHz, 1500 MHz, 1800 MHz e 2100 MHz). La distribuzione degli oneri verrebbe infatti ridefinita tenendo conto delle differenti caratteristiche radioelettriche delle bande e del relativo valore tecnico, così da rendere il sistema contributivo maggiormente coerente con l'effettiva utilità delle risorse spettrali assegnate.

Per i diritti d'uso WLL nella banda 28 GHz, l'Autorità propone una proroga fino al 31 dicembre 2037, mantenendo invariate le attuali condizioni tecniche di utilizzo delle frequenze.

La distribuzione dei diritti risulta oggi differenziata in base all'area geografica e ai blocchi di frequenza e vede come operatori assegnatari Eolo, FiberCop e Connesi (v. Tab.4.3).

**Tab. 4.3: Distribuzione dei diritti d'uso WLL – banda 28 GHz, per area geografica**

Fonte: Agcom

| Area geografica      | Blocco H   | Blocco I | Blocco L |
|----------------------|------------|----------|----------|
| Provincia di Bolzano | -          | FiberCop | Eolo     |
| Umbria               | Connesi    | FiberCop | Eolo     |
| Resto d'Italia       | Open Fiber | FiberCop | Eolo     |

Sul piano economico, l'AGCom propone di confermare l'attuale sistema dei contributi annuali, determinati in funzione della quantità di spettro utilizzata, dell'estensione geografica interessata e della durata dei relativi diritti d'uso. La proroga non comporterebbe quindi una revisione sostanziale dei criteri attualmente applicati e resterebbero inoltre in vigore i limiti già previsti in materia di concentrazione delle risorse spettrali. In particolare, verrebbero mantenuti i cap sul cumulo delle frequenze nelle bande 26 e 28 GHz, così come il divieto per un singolo operatore di detenere la totalità dei diritti WLL disponibili nella banda 28 GHz.

La proposta conferma anche le attuali condizioni di coordinamento con i servizi satellitari FSS e introduce il divieto di trasferimento dei diritti d'uso nei primi due anni del periodo di proroga. Gli operatori resterebbero infine tenuti a negoziare in buona fede le condizioni di coordinamento con le altre applicazioni co-primarie, al fine di garantire una gestione ordinata ed efficiente della banda e limitare il rischio di interferenze tra servizi diversi.

Con riferimento al tema della **continuità dei servizi 2G**, l'Autorità non propone l'introduzione di uno specifico obbligo di mantenimento della tecnologia GSM. Viene tuttavia lasciata aperta la possibilità di valutare e autorizzare soluzioni tecniche alternative che consentano di assicurare la continuità di determinati servizi anche oltre il 2029. Tra le soluzioni ipotizzate rientra, ad esempio, la fornitura dinamica di canali GSM su portanti 4G o 5G, con l'obiettivo di preservare il funzionamento dei servizi M2M, IoT e di smart metering che dovessero continuare a dipendere da questa tecnologia. L'impostazione proposta mira quindi a garantire la continuità operativa dei servizi esistenti senza imporre agli operatori il mantenimento generalizzato di un'infrastruttura 2G dedicata.

Un punto fermo è la destinazione delle frequenze oggetto di rinnovo all'uso pubblico. A tale riguardo, si riconosce agli operatori la facoltà di utilizzare tali risorse per offrire servizi specificamente rivolti alle imprese, anche attraverso soluzioni assimilabili a reti private, facendo ricorso a strumenti come lo spectrum sharing o il network slicing, a condizione che non sia compromessa la capacità dell'operatore di garantire l'offerta dei servizi al pubblico. Non sarà invece consentito il leasing delle frequenze a imprese che intendano utilizzarle direttamente per realizzare reti esclusivamente private. In questo modo, l'Autorità intende preservare la natura pubblica dei diritti d'uso e impedire una sostanziale cessione dello spettro a soggetti terzi per finalità esclusivamente private.

Si prevede infine che gli eventuali accordi di spectrum sharing o di pooling delle frequenze, compresa l'estensione di accordi già esistenti, siano sottoposti a una valutazione caso per caso da parte del MIMIT e dell'AGCom che si concentri non soltanto gli aspetti tecnici, ma anche sui possibili effetti sul mercato e sulla concorrenza, con l'obiettivo di evitare che forme di condivisione dello spettro possano determinare restrizioni o squilibri competitivi.

Procedimenti dedicati ha avuto la **banda 26 GHz** che, come noto rientra tra le bande pioniere per il 5G, utilizzo per il quale, nella parte alta, è stata assegnata in Italia nel 2018, mentre nella parte bassa (24.25-26.5 GHz), non è ancora stata assegnata per lo stesso scopo. Ebbene, con la delibera n. 232/25/CONS (adottata a valle della consultazione avviata con delibera n. 21/25/CONS), l'Autorità ha pubblicato le procedure per l'assegnazione e le regole per l'utilizzo delle frequenze disponibili nella 24.25-26.5 GHz, stabilendo che gli attuali titolari di diritti d'uso WLL potranno beneficiare, qualora interessati, di una mini-proroga fino al 31 dicembre 2028. Per quanto concerne la tipologia di procedura ed il relativo oggetto, AGCOM ha ritenuto necessario lo svolgimento di una procedura competitiva (da svolgersi entro il 31 dicembre 2026), con la suddivisione dei 7 blocchi da 200 MHz ciascuno suddivisi in 5 blocchi di estensione geografica nazionale, assegnabili ad operatori di tipo nazionale e 2 blocchi di tipo regionale, con la possibilità di meccanismi di riserva.

In attuazione di tali previsioni, lo scorso 27 agosto il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, attraverso la Direzione generale per il digitale e le telecomunicazioni, ha indetto una procedura su base regionale e nazionale per l'assegnazione di diritti d'uso delle frequenze in banda 24.25-26.5 GHz, di cui alla delibera n. 232/25/CONS, con scadenza del termine per l'invio delle domande fissato al 25 settembre scorso.

## CONCLUSIONI E SPUNTI DI POLICY

Le evidenze del **primo capitolo** restituiscono un sistema infrastrutturale che non presenta un unico deficit generalizzato, ma criticità differenti per tecnologia, territorio e grado di maturità. Alla persistente debolezza delle reti fisse nelle aree rurali si contrappone una copertura mobile 5G pressoché universale, particolarmente estesa anche sulla banda 3,4-3,8 GHz. Il vantaggio nella disponibilità della rete non si traduce però automaticamente in un'analogia diffusione dei servizi, in una maggiore densità infrastrutturale o in una piena transizione verso il 5G Standalone. Quindi, la copertura rimane una condizione necessaria, ma non rappresenta più, da sola, una misura sufficiente dello sviluppo digitale del Paese.

*La copertura rimane una condizione necessaria, ma non rappresenta più, da sola, una misura sufficiente dello sviluppo digitale del Paese*

---

Dal confronto tra gli stakeholder è emerso un quadro di forte convergenza tra tecnologie (fibra, mobile, FWA e satellite che appaiono sempre più interdipendenti) e tra tecnologie e servizi, indispensabile per l'offerta di servizi innovativi ed un quadro fattuale che, nonostante le numerose iniziative di semplificazione del quadro autorizzatorio, continua ad avere colli di bottiglia a livello locale richiedendo azioni concrete e la messa in campo di strumenti efficaci tra cui anche forme di partenariato pubblico-privato.

La politica delle reti dovrebbe conseguentemente spostarsi da una logica incentrata prevalentemente sull'estensione della copertura a una valutazione più ampia della qualità e della maturità infrastrutturale. Agli indicatori relativi alla popolazione e alle unità immobiliari raggiunte dovrebbero affiancarsi misure territoriali, prestazionali e funzionali: qualità effettiva del servizio, capacità disponibile, latenza, continuità, adozione da parte degli utenti, disponibilità del 5G Standalone e diffusione delle funzionalità avanzate. Un insieme condiviso di indicatori tra gli attori chiave a livello europeo e nazionale consentirebbe di valutare con criteri omogenei tanto gli interventi pubblici quanto gli obblighi associati all'utilizzo delle frequenze, evitando che risultati molto positivi su scala nazionale nascondano divari territoriali o tecnologici ancora rilevanti.

*Un insieme condiviso di indicatori tra gli attori chiave a livello europeo e nazionale consentirebbe di valutare con criteri omogenei tanto gli interventi pubblici quanto gli obblighi associati all'utilizzo delle frequenze, evitando che risultati molto positivi su scala nazionale nascondano divari territoriali o tecnologici ancora rilevanti*

---

In quest'ottica, il minor peso degli investimenti nella componente core 5G segnala che la successiva fase di sviluppo dovrà essere valutata soprattutto in relazione alle funzionalità rese disponibili. Andrebbe, di conseguenza, resa osservabile la transizione verso reti pienamente standalone. Disponibilità del *network slicing*, apertura delle capacità di rete attraverso API, supporto alle reti private e garanzie differenziate di qualità potrebbero diventare indicatori della maturità del 5G, affiancando quelli tradizionali di copertura. In questo modo verrebbe preservata

la neutralità tecnologica degli operatori, orientando al tempo stesso il mercato verso risultati funzionali verificabili.

*Disponibilità del network slicing, apertura delle capacità di rete attraverso API, supporto alle reti private e garanzie differenziate di qualità potrebbero diventare indicatori della maturità del 5G, affiancando quelli tradizionali di copertura*

---

La dimensione territoriale resta altrettanto importante. L'elevata copertura mobile non può essere utilizzata per compensare statisticamente il ritardo delle reti fisse nelle aree rurali, così come l'espansione della fibra non elimina il fabbisogno di copertura e capacità mobile. La scelta della combinazione tecnologica più adatta dovrebbe essere effettuata in funzione delle caratteristiche dei territori e delle prestazioni richieste, mantenendo però obiettivi omogenei di qualità, scalabilità e accessibilità economica. La riduzione del divario infrastrutturale deve essere misurata non soltanto attraverso le reti realizzate, ma anche attraverso l'effettiva attivazione e utilizzo.

*La riduzione del divario infrastrutturale deve essere misurata non soltanto attraverso le reti realizzate, ma anche attraverso l'effettiva attivazione e utilizzo*

---

Sul fronte dei limiti elettromagnetici, il passaggio da 6 a 15 V/m ha ampliato il margine disponibile per lo sviluppo delle reti, ma non ha eliminato la distanza tra il quadro italiano e i livelli di riferimento adottati nella maggior parte dei Paesi europei. Alla luce delle evidenze scientifiche disponibili, delle linee guida ICNIRP e della Raccomandazione UE, si auspica una rivalutazione dei valori nazionali verso i riferimenti internazionali così da ampliare lo spazio elettromagnetico utilizzabile dagli operatori e ridurre il numero di antenne necessarie ad assicurare la copertura. Il permanere di soglie più restrittive può limitare l'utilizzo delle frequenze assegnate, rendere più complesso il potenziamento e la condivisione degli impianti e richiedere la costruzione di nuovi siti, con maggiori costi, tempi autorizzativi più lunghi e un impatto più rilevante sul territorio. Un innalzamento entro livelli scientificamente riconosciuti potrebbe invece consentire un uso più efficiente della rete esistente, aumentare la capacità disponibile e ridurre la necessità di ulteriori installazioni.

*Un innalzamento dei limiti elettromagnetici in Italia, entro livelli scientificamente riconosciuti, potrebbe consentire un uso più efficiente della rete esistente, aumentare la capacità disponibile e ridurre la necessità di ulteriori installazioni*

---

Nel complesso, la sfida italiana consiste nel trasformare la copertura già disponibile in utilizzo, qualità e funzionalità avanzate. La priorità diventa quindi completare le infrastrutture nei territori ancora scoperti, favorire l'adozione dei servizi e accompagnare il passaggio da una rete

prevalentemente orientata alla copertura a un'infrastruttura programmabile, capace di sostenere applicazioni industriali e servizi digitali differenziati.

Coerentemente, il **capitolo 2** ha mostrato qualcosa che l'analisi infrastrutturale convenzionale tende a perdere di vista: le trasformazioni più rilevanti nelle reti digitali non avvengono dentro le singole tecnologie, ma ai loro confini. La convergenza tra rete fissa e rete mobile, tra connettività e capacità computazionale, tra reti e sistemi energetici, tra comunicazione e sensing: il valore e la complessità risiedono nell'integrazione, non nei componenti isolati.

Cinque chiavi di lettura emerse dall'analisi hanno implicazioni che si estendono oltre la tecnologia:

- La prima riguarda il **rapporto tra spettro e fibra**. Nel modello del 5G denso, soprattutto nelle bande più alte e nelle aree urbane, lo spettro allocato esprime il proprio valore soltanto se dietro le antenne c'è la fibra per gestirne il traffico: un sito in banda millimetrica senza backhaul adeguato non produce la capacità per cui lo spettro è stato assegnato. Questa dipendenza non è ancora pienamente riflessa nei modelli tradizionali di pianificazione, ma rende fibra e frequenze risorse complementari e non più pianificabili in modo separato;
- La seconda riguarda il **bilancio energetico delle reti**. Il disaccoppiamento tra crescita del traffico e crescita dei consumi, documentato in Italia con un traffico cresciuto del 150% a fronte di un aumento dei consumi di sole 1,4 volte, non è un risultato automatico: è il frutto dell'ammodernamento delle infrastrutture. L'era delle reti AI-native mette alla prova questo risultato, perché introduce carichi computazionali aggiuntivi di circa il 20-25% per sito. Il bilancio netto rimane positivo, con risparmi stimati tra il 15% e il 30%, ma a condizione di costruirlo e misurarlo correttamente. Le stazioni radio che evolvono in nodi energetici intelligenti, con accumulo locale e gestione adattiva, sono la prova più concreta che la transizione è già avviata: il piano industriale di INWIT, i trial europei e la crescita del 54,3% del mercato italiano dello stoccaggio energetico nel 2025 non sono prospettive, ma dati di investimento correnti;
- La terza nasce dall'intersezione tra le prime due e ha implicazioni dirette per la **pianificazione europea e nazionale dello spettro**. Bande diverse producono architetture con profili di consumo strutturalmente diversi, e questa asimmetria non è ancora entrata nei modelli tradizionali di pianificazione frequenziale. Il differenziale è ampio: a parità di area servita, le architetture in banda alta richiedono densità di deployment molto maggiori, con un consumo per km<sup>2</sup> che può variare fino a due ordini di grandezza a seconda della combinazione di bande (López-Pérez et al., 2022; Frenger & Tano, 2019). Uno studio dell'University College London, basato su un modello di simulazione della futura rete 5G del Regno Unito, stima che, in uno scenario di medio sviluppo della domanda, il solo Radio Access Network (RAN) 5G potrebbe assorbire oltre il 2,1% della produzione nazionale di energia elettrica entro il 2030 (Cheng, Hu, & Varga, 2022). Con la diffusione delle reti AI-native e l'evoluzione delle stazioni radio verso nodi energetici attivi, il bilancio dell'intero sistema dipenderà sempre più dalla combinazione di bande allocate e dalla densità che essa richiede. Integrare questa dimensione nei criteri di pianificazione spettrale, in sede europea nel quadro del DNA e in sede nazionale nelle prossime assegnazioni, è un'opportunità concreta per allineare la gestione delle frequenze agli obiettivi di sostenibilità energetica delle infrastrutture digitali;
- La quarta riguarda l'evoluzione dell'**uplink**. La crescita prevista delle applicazioni AI-native suggerisce inoltre di superare una visione dello spettro costruita prevalentemente sulle

esigenze di downlink. Le future reti dovranno sostenere una domanda crescente di capacità uplink generata da agenti intelligenti, sistemi industriali, sensori e applicazioni edge AI. In tale contesto, la pianificazione dello spettro dovrebbe essere progressivamente rivisitata includendo parametri che valorizzino il contributo delle bande e delle configurazioni radio alla capacità di trasporto in risalita, elemento destinato a diventare uno dei principali fattori abilitanti della competitività digitale europea;

- La quinta riguarda **la sicurezza**. La minaccia principale alle infrastrutture convergenti non viene solo dagli attaccanti esterni, ma dalla complessità interna del sistema: i dati ENISA mostrano che i guasti sistemici pesano oltre sette volte gli attacchi informatici, le vulnerabilità della catena di fornitura sono triplicate come vettore di rischio e gli errori umani hanno raddoppiato il proprio impatto pur diminuendo in frequenza. La Direttiva NIS2, che inserisce gli operatori telecom tra i Soggetti Essenziali con obblighi operativi e scadenze precise, risponde a questa complessità con un cambiamento di approccio: la sicurezza diventa condizione per operare, non requisito aggiuntivo. In questo contesto assumono particolare rilevanza i modelli di governance che integrano sicurezza, gestione del rischio, continuità operativa e controllo della supply chain lungo l'intero ciclo di vita delle reti. La capacità di applicare processi automatizzati di controllo, strutturati, verificabili e continuamente aggiornati consente infatti di trasformare la sicurezza da funzione tecnica a componente strategica dell'affidabilità e della resilienza delle infrastrutture digitali.

Letta nell'insieme, l'Italia offre un laboratorio di osservazione diretto, perché le diverse spinte alla convergenza vi si osservano insieme e in forma leggibile. Sullo stesso terreno il PNRR interviene su un debito infrastrutturale storico, fatto di decenni di investimenti separati in fibra fissa e reti mobili mai progettati per integrarsi, mentre le tower company passano dalla condivisione passiva a modelli di infrastruttura attiva.

Le evidenze illustrate suggeriscono l'opportunità di accompagnare la convergenza tecnologica con una corrispondente evoluzione del quadro regolatorio. In particolare, appare sempre meno adeguata una disciplina che continui a distinguere, sotto il profilo della pianificazione e della governance, tra reti fisse, reti mobili, cloud, edge computing e infrastrutture energetiche, poiché tali componenti operano ormai come elementi integrati di un'unica infrastruttura digitale strategica.

In questa prospettiva, potrebbe essere promosso un **tavolo regolatorio permanente** tra le amministrazioni competenti, le autorità indipendenti e gli operatori di mercato, finalizzato a definire una **pianificazione infrastrutturale convergente**, capace di coordinare investimenti, autorizzazioni e sviluppo delle reti secondo una logica sistemica.

L'obiettivo sarebbe quello di affiancare all'attuale regolazione settoriale un modello di governance integrata delle infrastrutture digitali, nel quale connettività, capacità computazionale, energia e intelligenza artificiale siano considerate componenti interdipendenti di un ecosistema unitario, anticipando l'evoluzione del Digital Networks Act (DNA) sulle future politiche industriali dell'Unione.

*Potrebbe essere promosso un tavolo regolatorio permanente tra le amministrazioni competenti, le autorità indipendenti e gli operatori di mercato, finalizzato a definire una pianificazione infrastrutturale convergente, capace di coordinare investimenti, autorizzazioni e sviluppo delle reti secondo una logica sistemica*

---

In questo contesto, il **DNA** rappresenta un passaggio strategico per rafforzare il mercato unico digitale e dotare l'Unione europea di infrastrutture di connettività sicure, resilienti e ad altissima capacità. Il conseguimento di tali obiettivi richiede tuttavia una cornice normativa realmente *future proof*, capace di adattarsi all'evoluzione tecnologica, alla crescente convergenza tra reti, servizi digitali e piattaforme, nonché ai mutamenti dei modelli di investimento e delle dinamiche competitive.

Quanto alle ambizioni di partenza, al tavolo è stata evidenziata, da un lato, la circostanza che il dibattito preparatorio al DNA avesse generato aspettative eccessive circa la capacità della regolazione di risolvere problemi strutturali del mercato europeo delle telecomunicazioni tra cui ad esempio il *fair share*, la convergenza tra telecomunicazioni e cloud, il consolidamento del settore e la revisione della regolamentazione dell'accesso; dall'altro, è stato sottolineato come la proposta della Commissione punti a riordinare e razionalizzare la disciplina esistente, esigendo tuttavia un ripensamento delle definizioni che appaiono risalenti e non conformi all'evoluzione tecnologica in atto, così come la soluzione di vari nodi politici in relazione al tema del passaporto europeo, l'evoluzione della regolamentazione dell'accesso, lo switch-off delle reti legacy e, soprattutto, la disciplina dello spettro che esige un coordinamento tra competenze europee e prerogative nazionali, soprattutto alla luce della crescente rilevanza strategica delle comunicazioni satellitari e della sicurezza.

Ciò premesso, è emersa dal confronto la necessità di assicurare che la regolazione sia sufficientemente stabile da garantire certezza giuridica e programmabilità degli investimenti, ma anche abbastanza flessibile da non ostacolare l'innovazione o cristallizzare soluzioni destinate a essere rapidamente superate. Sarà essenziale tenere conto dello sviluppo dell'intelligenza artificiale, del cloud e dell'edge computing, delle reti satellitari, delle tecnologie mobili di nuova generazione e della progressiva integrazione tra infrastrutture terrestri e non terrestri senza sacrificare le competenze nazionali che soprattutto in materia di spettro assumono un ruolo cruciale ed esigono un attento coordinamento con quelle europee (si veda il rapporto tra operatori mobili e satellitari con riferimento alla banda 28 GHz).

In questo quadro, le norme dovranno essere chiare, coerenti, eque e proporzionali, evitando sovrapposizioni regolatorie, oneri ingiustificati e squilibri tra i diversi soggetti dell'ecosistema digitale. La semplificazione e l'armonizzazione europea dovranno accompagnarsi alla tutela della concorrenza, degli utenti, della sicurezza e delle specificità dei mercati nazionali, valorizzando il principio di neutralità tecnologica e assicurando un adeguato equilibrio tra coordinamento europeo e competenze degli Stati membri.

Solo attraverso un quadro regolatorio prevedibile, equilibrato e orientato agli investimenti sarà possibile mobilitare le risorse necessarie alla modernizzazione delle reti, sostenere la crescita degli

operatori europei e favorire lo sviluppo di servizi innovativi. Il successo del Digital Networks Act dovrà quindi essere misurato non soltanto dalla capacità di uniformare le regole, ma soprattutto dalla sua efficacia nel creare le condizioni affinché l'Unione europea possa colmare il divario infrastrutturale, rafforzare la propria autonomia tecnologica e competere su scala globale.

*Il successo del Digital Networks Act dovrà quindi essere misurato non soltanto dalla capacità di uniformare le regole, ma soprattutto dalla sua efficacia nel creare le condizioni affinché l'Unione europea possa colmare il divario infrastrutturale, rafforzare la propria sicurezza, autonomia tecnologica e competere su scala globale*

---

Sul versante nazionale, investimenti, collegamento in fibra dei siti e spazio elettromagnetico utilizzabile costituiscono condizioni strettamente interdipendenti. Politiche pubbliche e diritti d'uso delle frequenze producono valore soltanto quando mobilitano investimenti e si traducono in capacità di rete effettivamente disponibile. La programmazione dovrebbe quindi coordinare le risorse sulle aree in cui il mercato non riesce a intervenire autonomamente, offrendo agli operatori orizzonti sufficientemente prevedibili.

In questa prospettiva, la programmazione dovrebbe coordinare interventi pubblici, orizzonti temporali dello spettro e procedure autorizzative, concentrando il sostegno sulle aree e sugli interventi che il mercato non è in grado di realizzare autonomamente e assicurando agli operatori condizioni sufficientemente prevedibili.

La verifica dei risultati dovrebbe basarsi su pochi indicatori condivisi – investimenti mobilitati, siti collegati e attivati, qualità prodotta ed effettiva utilizzabilità dello spazio elettromagnetico – spostando l'attenzione dall'ammontare delle risorse stanziato o dalla copertura dichiarata alla capacità generata per i territori.

*La verifica dei risultati dovrebbe basarsi su pochi indicatori condivisi – investimenti mobilitati, siti collegati e attivati, qualità prodotta ed effettiva utilizzabilità dello spazio elettromagnetico – spostando l'attenzione dall'ammontare delle risorse stanziato o dalla copertura dichiarata alla capacità generata per i territori*

---

L'Italia si trova da questo punto di vista in un momento di cruciale importanza e di grande complessità.

Il dibattito sullo spettro, in particolare, è oggetto di un ampio dibattito essendo prossima – al 2029 – la scadenza di praticamente tutte le frequenze eccetto quelle assegnate nell'asta del 2018 che scadono nel 2037. A livello generale, dal dibattito è emersa l'importanza di assicurare una prospettiva sufficientemente lunga per programmare gli investimenti (con conseguente plauso alla proposta di DNA che disegna diritti d'uso di durata tendenzialmente illimitata), nonché di garantire un impiego concreto dello spettro sempre più flessibile e dinamico anche attraverso l'impiego dell'IA. Quest'ultima, in particolare, consentirà il passaggio dalla pianificazione

all'orchestrazione e, dunque, di utilizzare dinamicamente le diverse risorse disponibili, ricercando continuamente una configurazione ottimale o sub-ottimale.

In questa cornice, l'Autorità, con delibera 199/26/CONS, ha avviato la terza consultazione sulle frequenze in scadenza al 2029. Si tratta di una consultazione dalla grande rilevanza, che accoglie la richiesta di rinnovo formulata da gran parte del mercato e che punta, attraverso la previsione di specifici obblighi di copertura, qualità e accesso, la previsione di puntuali attività di pianificazione, verifica e monitoraggio e la fissazione di milestone precise, a compensare le differenze nella dotazione di spettro tra gli operatori, assicurare investimenti tali da accelerare lo sviluppo delle reti 5G SA e garantire che i contributi versati rispecchino le caratteristiche radioelettriche delle bande ed il relativo valore tecnico.

Rispetto all'iniziativa dell'Autorità è emerso dal tavolo l'elevato valore concorrenziale dello spettro, in un quadro generale in cui la replicabilità della rete diminuisce progressivamente e la quantità di spettro disponibile diventa una delle principali variabili che determinano la qualità del servizio e quindi la capacità degli operatori di competere. Partendo da tale presupposto, è stata evidenziata la necessità, a fronte di un traffico mobile crescente, di utilizzare tutte le leve possibili per mettere gli operatori in condizione di soddisfarla evitando l'assegnazione di rendite di posizione e mettendo in campo strumenti di verifica efficaci rispetto all'uso effettivo dello spettro.

Ciò posto, la consultazione dell'Autorità costituisce certamente una risposta alla richiesta del mercato di prevedibilità regolatoria ed un tentativo di agevolare le attività di programmazione degli investimenti nelle reti e nelle infrastrutture collegate, sebbene presenti alcuni aspetti che con una buona probabilità susciteranno ampio dibattito nel mercato e tra gli esperti, a partire dalla scelta di non disegnare alcun tipo di procedura, né comparativa né competitiva - in superamento dell'opzione mista che era stata presentata nell'ambito della seconda procedura di consultazione svolta dall'Autorità - e di procedere ad un rinnovo a parità di distribuzione delle risorse frequenziali. Tale decisione, in particolare, riproponendo fino al 2037 una distribuzione delle frequenze che trovava rispondenza in un mercato con un assetto diverso da quello attuale, non lascia spazio ad alcuna redistribuzione tra gli operatori imponendo una riflessione sui potenziali effetti sulla capacità competitiva dei singoli operatori. Tale circostanza si riverbera, presumibilmente, anche sulla capacità degli obblighi di accesso proposti, in un contesto che vede quattro operatori infrastrutturati, di risolvere efficacemente le problematiche di congestioni esistenti stante la sostanziale differenza tra la disponibilità di risorse frequenziali e la possibilità di accedere alla capacità di rete altrui. Qualche criticità potrebbe inoltre sollevare la circostanza che le condizioni di accesso non trovino alcuna guida in criteri previamente definiti dall'Autorità ma siano lasciate completamente alle dinamiche di mercato, portando con sé il rischio di contrapposizioni che possano tradursi in ritardi.

Sull'impianto proposto da AGCom si è già espressa recentemente anche l'AGCM che, nell'esercizio della propria attività di segnalazione e consultiva, nel Bollettino dello scorso 5 ottobre ha formulato una serie di riflessioni tese ad evidenziare che: a) l'opzione di rinnovo, pur garantendo la continuità del servizio ed un sostegno agli investimenti degli operatori nelle reti, se applicata alla totalità delle frequenze in scadenza, fino al 2037, può incidere negativamente sulle dinamiche concorrenziali in quanto determinerebbe una cristallizzazione delle attuali dotazioni frequenziali per ulteriori otto anni, con il rischio di limitare le possibilità di crescita degli operatori che dispongono di minori risorse spettrali; b) i soli obblighi di accesso prospettati da AGCom non

rappresenterebbero, di per sé, un'alternativa a una diversa redistribuzione delle frequenze; c) sarebbe auspicabile il ritorno ad una "opzione mista", già contemplata da AGCom, che preveda il rinnovo solo parziale dei diritti d'uso, per una dotazione spettrale definita quantitativamente e qualitativamente dall'Autorità di settore, e l'assegnazione della restante parte delle frequenze mediante procedura di gara, così da consentire una maggiore apertura concorrenziale. Nell'ambito della gara, l'Antitrust ritiene inoltre opportuno prevedere, ai sensi dell'art. 65, comma 2, del Codice delle comunicazioni elettroniche, misure volte a limitare la quantità di diritti d'uso acquisibili dagli operatori che beneficeranno maggiormente del rinnovo, al fine di preservare la contendibilità delle bande ed evitare livelli eccessivi di concentrazione delle risorse frequenziali.

L'Autorità valuta infine positivamente la previsione di meccanismi di monitoraggio ex post dei target di performance collegati all'attribuzione dei diritti d'uso, richiamando al contempo l'esigenza di disporre di strumenti sanzionatori adeguati in caso di mancato rispetto degli obblighi previsti.

Al di là degli aspetti che certamente faranno discutere e delle diverse posizioni che emergeranno nella consultazione rispetto all'efficacia e all'opportunità delle misure proposte dall'Autorità, è fuor di dubbio che per sostenere la trasformazione digitale del Paese è fondamentale che operatori e investitori possano contare, con adeguato anticipo, su un quadro regolatorio stabile e prevedibile in materia di diritti d'uso dello spettro. Solo in presenza di tale certezza è possibile pianificare tempestivamente gli investimenti nelle reti di nuova generazione e nelle infrastrutture abilitanti ad esse collegate.

Quanto alle milestones proposte dall'Autorità, sarà opportuno, anche alla luce di quanto emergerà nell'ambito della consultazione, valutarne la capacità di supportare con la giusta efficacia e tempestività gli investimenti per il 5G Standalone, la densificazione delle reti, il collegamento in fibra dei siti radiomobili, lo sviluppo dell'edge computing e delle infrastrutture necessarie a supportare la crescita delle applicazioni di intelligenza artificiale. In questa prospettiva, eventuali anticipazioni rispetto alle tempistiche proposte dall'Autorità potrebbero rafforzare la sostenibilità economica degli investimenti, che risulterebbero diluiti in più anni, assicurandone al contempo la continuità nel tempo.

Un approccio di questo tipo garantirebbe maggiore certezza regolatoria, continuità degli investimenti e benefici lungo l'intera filiera delle telecomunicazioni, contribuendo al tempo stesso a preservare l'occupazione, rafforzare la capacità industriale nazionale e accelerare il raggiungimento degli obiettivi di digitalizzazione del Paese.

*Un approccio di questo tipo garantirebbe maggiore certezza regolatoria, continuità degli investimenti e benefici lungo l'intera filiera delle telecomunicazioni, contribuendo al tempo stesso a preservare l'occupazione, rafforzare la capacità industriale nazionale e accelerare il raggiungimento degli obiettivi di digitalizzazione del Paese*

---

**Lo studio I-Com e Join Group è stato realizzato nell'ambito di Futur#Lab, progetto svolto con la partnership di Ericsson, Iliad e Open Fiber**