

Rete mobile

Scritto da [Febogamedev](#)

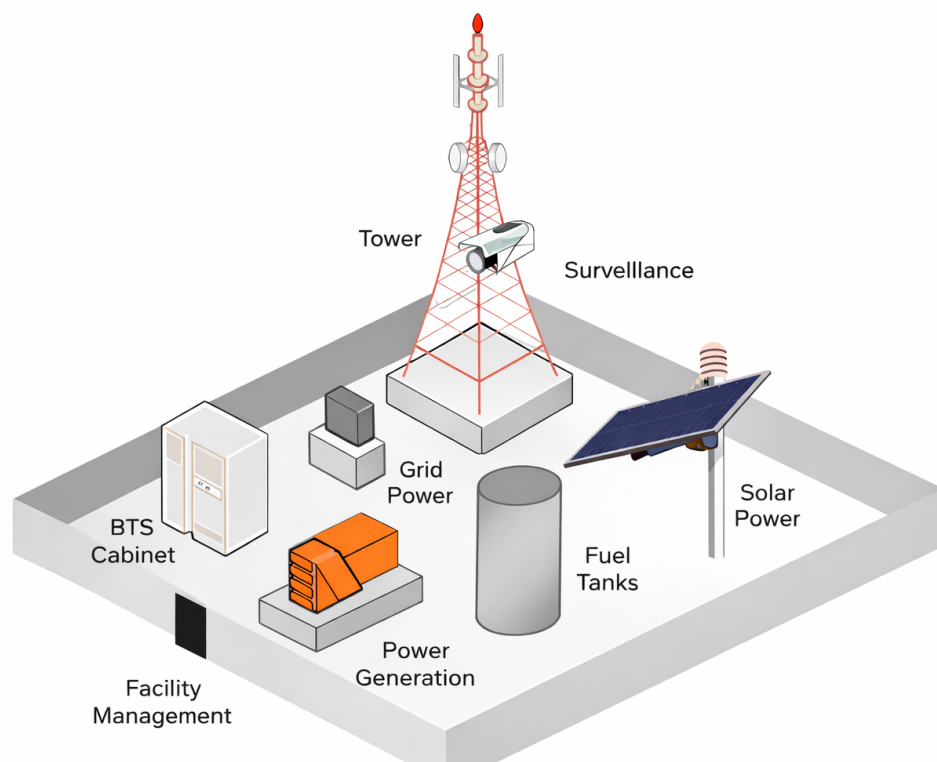
Una rete mobile è un sistema di comunicazione wireless che consente a telefoni cellulari, smartphone, tablet e altri dispositivi mobili di connettersi tra loro e con il resto del mondo attraverso segnali radio (Kurose & Ross, 2026).

Le reti mobili sono costruite utilizzando una combinazione di infrastrutture di comunicazione.

Una parte fondamentale della rete mobile è **la stazione radio base (BS)**.

La stazione radio base comprende gli apparati che trasmettono e ricevono segnali radio (3rd Generation Partnership Project [3GPP], 2022; Kurose & Ross, 2026).

Le antenne possono essere installate su torri, tralicci, tetti di edifici o altre strutture fisiche.



Di seguito sono descritti i passaggi che avvengono quando un dispositivo invia un pacchetto (3GPP, 2022; Kurose & Ross, 2026):

- Il dispositivo trasforma i dati digitali in segnali radio, che vengono trasmessi attraverso l'antenna integrata.
- Queste onde permettono di trasmettere nell'aria, senza cavi, dati come la voce, il testo o le immagini.
- I segnali radio vengono ricevuti dall'antenna e convertiti in segnali elettrici dagli apparati della stazione radio base.
- I dati vengono quindi inoltrati alla rete dell'operatore tramite collegamenti di trasporto, che possono essere realizzati, per esempio, in fibra ottica o mediante ponti radio.

- I dati entrano poi nella rete dell'operatore mobile, che li instrada verso la destinazione:
 - Se si tratta di una telefonata, i dati audio vengono instradati verso la stazione radio base che serve il destinatario e da lì trasmessi via radio al suo smartphone.
 - Se invece si accede a un sito web, la richiesta viene inoltrata attraverso Internet e la risposta torna al dispositivo tramite la rete dell'operatore e la stazione radio base a cui è collegato.

Questa infrastruttura appena descritta consente agli utenti mobili di effettuare chiamate, inviare messaggi, navigare su Internet e utilizzare una varietà di servizi online ovunque ci sia copertura di rete mobile (Kurose & Ross, 2026).

Ma come funziona la copertura mobile?

Il territorio coperto da una rete mobile è suddiviso in aree chiamate **celle**.

Una cella è l'area geografica servita da una stazione radio base, cioè da un insieme di apparati e antenne che comunicano via radio con i dispositivi mobili presenti nella zona (3GPP, n.d.; Kurose & Ross, 2026).

È importante distinguere tra la torre e la rete del singolo operatore.

Una torre è la struttura fisica su cui possono essere installate antenne e apparati di uno o più operatori telefonici. Non è detto, però, che tutti gli operatori siano presenti sulla stessa torre (Kurose & Ross, 2026).

Per esempio, su una torre possono esserci antenne e apparati WindTre, ma non Vodafone. In quel caso, nella stessa zona un utente WindTre potrebbe avere copertura, mentre un utente Vodafone potrebbe non averla, oppure potrebbe avere un segnale più debole perché deve collegarsi a una cella Vodafone più lontana (Kurose & Ross, 2026).

Quando uno smartphone si sposta, può passare progressivamente da una cella all'altra. Questo passaggio permette di mantenere la comunicazione anche durante il movimento, per esempio mentre si cammina, si viaggia in auto o si è su un treno (3GPP, n.d.).

Se in una certa zona non è presente una cella utilizzabile dal proprio operatore, lo smartphone cerca un'altra cella dello stesso operatore, anche se più lontana. Se non viene trovata nessuna cella utilizzabile, il telefono può risultare senza servizio, salvo la possibilità di effettuare chiamate di emergenza tramite reti disponibili (European Commission, 2026).

In generale, il dispositivo tende a collegarsi alla cella da cui riceve il segnale migliore, che spesso è anche una delle più vicine.

Tuttavia, la scelta non dipende solo dalla distanza: contano anche la qualità del segnale, gli ostacoli fisici, le frequenze utilizzate, la congestione della rete e la configurazione dell'operatore (3GPP, n.d., 2022).

Le "tacche" mostrate sullo smartphone indicano in modo semplificato la qualità o l'intensità del collegamento radio con la rete mobile. La copertura mobile dipende quindi dalla presenza di torri nella zona, dagli operatori presenti su quei siti, dalle frequenze utilizzate, dagli ostacoli e dalla configurazione della rete (3GPP, n.d.).



Ogni antenna di un operatore mobile utilizza una o più bande radio, cioè intervalli di frequenze, per trasmettere e ricevere segnali (3GPP, 2022).

Le bande radio sono assegnate e regolamentate da autorità pubbliche competenti, per evitare interferenze tra servizi e operatori (International Telecommunication Union, 2024). Anche i dispositivi degli utenti devono supportare le bande specifiche del proprio operatore, altrimenti non possono connettersi alla rete (3GPP, 2022).

In condizioni normali, un telefono con una *SIM* di un certo operatore si collega alla rete di quell'operatore.

Può però collegarsi anche ad altre reti quando esistono accordi di roaming (convenzioni commerciali e tecniche stipulate tra operatori telefonici), per esempio all'estero o in casi particolari (European Commission, 2026).

Di conseguenza, nella stessa zona geografica, un utente Vodafone potrebbe avere una copertura migliore di quella di un utente TIM se sono presenti più celle Vodafone o se queste sono configurate in modo più efficace.

Si utilizzano norme e protocolli standardizzati a livello internazionale affinché telefoni cellulari e apparati di rete di produttori diversi possano comunicare correttamente (3GPP, 2022).

Le reti mobili si sono evolute attraverso diverse generazioni di standard, come **2G**, **3G**, **4G** e **5G**.

Attualmente il 5G rappresenta una delle generazioni più recenti e avanzate (3GPP, 2022).

Le caratteristiche principali del 5G includono (3GPP, 2022; International Telecommunication Union, 2015):

- Velocità elevate: il 5G può offrire velocità di download e upload molto più elevate rispetto al 4G. Ciò permette di scaricare rapidamente file di grandi dimensioni, guardare video in streaming ad alta risoluzione e svolgere altre attività che

richiedono una larghezza di banda significativa (International Telecommunication Union, 2015).

- Bassa latenza: la latenza è il ritardo tra l'invio e la ricezione dei dati. Il 5G mira a ridurre la latenza, caratteristica importante per le applicazioni sensibili ai ritardi, come il gioco online, alcune applicazioni di realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR), nonché alcuni servizi IoT (Internet delle cose) (International Telecommunication Union, 2015).
- Maggiore capacità: grazie a tecniche di modulazione avanzate e all'uso di bande di frequenza più ampie, il 5G può gestire un numero molto maggiore di dispositivi connessi contemporaneamente (International Telecommunication Union, 2015).
- Connessioni stabili in movimento: il 5G è progettato per mantenere una connessione stabile anche quando ci si sposta a velocità elevate, come durante gli spostamenti in auto o sui treni ad alta velocità (International Telecommunication Union, 2015).
- Supporto per applicazioni avanzate: il 5G è visto come un abilitatore per nuove applicazioni e servizi avanzati, tra cui veicoli autonomi, telemedicina, automazione industriale, città intelligenti e molto altro (3GPP, 2022; International Telecommunication Union, 2015).

Il 5G può utilizzare diverse bande di frequenza: alcune più basse o intermedie, con maggiore copertura, e altre più alte, come le onde millimetriche, capaci di offrire prestazioni elevate ma con copertura più limitata (3GPP, 2022).

Nelle bande di frequenza più alte, per compensare la copertura più limitata, il 5G può richiedere una maggiore densità di stazioni base, con celle più numerose e ravvicinate, per garantire una copertura adeguata e prestazioni elevate, soprattutto nelle aree urbane (3GPP, n.d., 2022).

Materiale di supporto

Elementi chiave

- **Una rete mobile** permette ai dispositivi di comunicare senza fili tramite segnali radio.
- **La stazione radio base (BS)** trasmette e riceve i segnali tra i dispositivi e la rete dell'operatore.
- I dati passano dal dispositivo all'antenna, poi nella rete dell'operatore e infine verso Internet o un altro telefono.
- Il territorio è diviso **in celle**, ciascuna servita da una stazione radio base.
- Quando l'utente si sposta, il dispositivo passa da una cella all'altra mantenendo la connessione.
- La copertura dipende dall'operatore, dalla distanza, dagli ostacoli, dalle frequenze e dalla congestione della rete.
- **Le bande di frequenza** sono regolamentate e devono essere supportate sia dall'operatore sia dal dispositivo.
- **Il roaming** permette di usare la rete di un altro operatore quando esistono accordi specifici.
- Le reti mobili si sono evolute attraverso le generazioni **2G**, **3G**, **4G** e **5G**.
- Il 5G offre maggiore velocità, minore latenza, più capacità e connessioni più stabili in movimento.
- Le frequenze più alte del 5G garantiscono prestazioni maggiori, ma richiedono celle più piccole e numerose.

Esercizi

Dallo smartphone a Internet

Luca si trova in strada e utilizza la rete mobile per aprire un sito web dal proprio smartphone.

Ricostruisci il percorso seguito dai dati.

- Spiega come i dati digitali dello smartphone vengono trasmessi nell'aria.
- Indica quale componente della rete riceve il segnale radio inviato dal telefono.
- Spiega cosa accade al segnale quando raggiunge la stazione radio base.
- Indica attraverso quali tipi di collegamento i dati possono essere trasferiti dalla stazione radio base alla rete dell'operatore.
- Spiega cosa fa la rete dell'operatore quando riceve la richiesta destinata al sito web.
- Descrivi il percorso inverso seguito dalla risposta del server fino allo smartphone.
- Spiega perché la comunicazione tra smartphone e antenna è wireless, mentre altre parti del percorso possono utilizzare fibra ottica o altri collegamenti fisici.

Due telefoni, due coperture diverse

Anna e Marco si trovano nello stesso punto della città.

Anna utilizza l'operatore A e il suo smartphone mostra un segnale molto forte. Marco utilizza l'operatore B e il suo telefono mostra invece una sola tacca.

A poche centinaia di metri è presente una torre con alcune antenne.

Analizza la situazione.

- Spiega perché la presenza di una torre vicina non garantisce automaticamente la stessa copertura a entrambi gli utenti.
- Spiega la differenza tra torre, stazione radio base e cella.
- Formula una possibile spiegazione del motivo per cui Anna riceve un segnale migliore di Marco.
- Indica almeno quattro fattori, presenti nella dispensa, che possono influenzare la qualità del collegamento mobile oltre alla semplice distanza dall'antenna.
- Marco si sposta in automobile e il telefono passa progressivamente da una cella a un'altra. Spiega perché questo passaggio è necessario per mantenere la comunicazione durante il movimento.
- Immagina che Marco non trovi più alcuna cella utilizzabile del proprio operatore. Spiega cosa potrebbe accadere.
- Marco si trova successivamente all'estero e il telefono si collega alla rete di un altro operatore. Spiega quale meccanismo permette questa situazione.

Progettare una rete mobile per una città

Un operatore vuole migliorare la propria rete in una grande città.

Nel centro cittadino sono presenti moltissimi utenti contemporaneamente, numerosi servizi di streaming, videogiochi online, dispositivi IoT e utenti che si muovono in automobile o sui mezzi pubblici.

L'operatore vuole utilizzare maggiormente il 5G e deve decidere come organizzare la rete.

Rispondi alle seguenti domande:

- Spiega perché una maggiore capacità della rete può essere importante in una zona con moltissimi dispositivi connessi contemporaneamente.
- Spiega perché una bassa latenza può essere particolarmente importante per videogiochi online, realtà aumentata o altre applicazioni interattive.
- Spiega quale vantaggio offrono velocità di trasmissione elevate agli utenti che guardano video o scaricano file di grandi dimensioni.
- L'operatore decide di utilizzare anche bande di frequenza molto alte. Spiega quale vantaggio possono offrire e quale problema introducono rispetto alla copertura.
- Spiega perché l'utilizzo di frequenze più alte può richiedere un numero maggiore di stazioni radio base e celle più ravvicinate.
- Un nuovo smartphone supporta il 5G ma non alcune delle bande utilizzate dall'operatore. Spiega perché potrebbe non riuscire a utilizzare tutte le parti della rete.
- Proponi una soluzione generale per coprire una città combinando bande con caratteristiche differenti e motiva la scelta usando i concetti di copertura, prestazioni, capacità e densità delle celle.

Bibliografia

3rd Generation Partnership Project. (n.d.). *Self-organising networks (SON)*. Retrieved August 17, 2026, from <https://www.3gpp.org/technologies/son>

- 3rd Generation Partnership Project. (2022, August 8). *5G system overview*.
<https://www.3gpp.org/technologies/5g-system-overview>
- European Commission. (2026, July 13). *Roaming: Connected anywhere in the EU at no extra charge*. Shaping Europe's digital future.
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/roaming>
- International Telecommunication Union. (2015). *IMT vision—Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond* (Recommendation ITU-R M.2083). <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083>
- International Telecommunication Union. (2024, August 28). *ITU publishes updated global treaty to optimize radio spectrum management and advance technological innovation*.
<https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2024-07-04-ITU-Radio-Regulations.aspx>
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2026). *Computer networking: A top-down approach* (9th ed.). Pearson.
<https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/computer-networking-a-top-down-a-approach/P200000013385/9780135415603>

Approfondimenti

- James F. Kurose e Keith W. Ross, Reti di calcolatori e Internet. Un approccio top-down, 8ª ed., Pearson, 2022 — Approfondisce le reti cellulari, le stazioni base, il passaggio tra celle e l'integrazione delle tecnologie mobili con Internet.
- Behrouz A. Forouzan, Firouz Mosharraf e Gaia Maselli, Reti di calcolatori. Un approccio top-down, 2ª ed., McGraw Hill, 2024 — Presenta le reti wireless, la mobilità IP e il funzionamento dei diversi livelli coinvolti nella comunicazione di un dispositivo mobile.
- Marco Dal Pozzo, Il grande manuale del 5G, Castelveccchi, 2023 — Offre una panoramica dedicata al 5G, alle infrastrutture necessarie, alla diffusione delle antenne e agli aspetti tecnici e normativi della nuova rete.
- Achille Pattavina, Reti di telecomunicazione, 2ª ed., McGraw Hill, 2007 — Collega le reti radiomobili ai principi di trasmissione, segnalazione, commutazione e organizzazione dell'infrastruttura di telecomunicazione.
- Onelio Bertazioli e Lorenzo Favalli, GSM-GPRS. Tecniche, architetture, procedure. Evoluzione verso UMTS, 2ª ed., Hoepli, 2002 — Utile per comprendere l'evoluzione storica delle reti cellulari, dall'architettura GSM alla trasmissione dati a pacchetto e ai sistemi di terza generazione.

Nota editoriale

Per la realizzazione di questi materiali ho utilizzato strumenti di intelligenza artificiale generativa come supporto alla scrittura, in particolare per migliorare la forma del testo, riorganizzare i contenuti, correggere la formulazione e velocizzare alcune attività redazionali.

Lavorando autonomamente alla produzione di questi materiali, cerco infatti di automatizzare tutte le attività che possono esserlo, così da poter dedicare più tempo alla ricerca, alla progettazione e allo sviluppo dei contenuti.

L'intelligenza artificiale non determina però i contenuti dell'opera: la scelta degli argomenti, la struttura, le idee, le interpretazioni, gli esempi e l'impostazione didattica sono elaborati da me. L'IA viene quindi utilizzata principalmente come strumento di supporto alla produzione e alla revisione formale, mentre la responsabilità autoriale e progettuale dei contenuti rimane mia.

Salvo diversa indicazione, questo materiale è distribuito con licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0).

È quindi possibile condividere, ridistribuire, modificare e creare opere derivate a partire dal materiale, a condizione di attribuirne correttamente la paternità, di non utilizzarlo per scopi commerciali e di distribuire eventuali versioni modificate o derivate con la stessa licenza.

