

# Mezzo trasmissivo

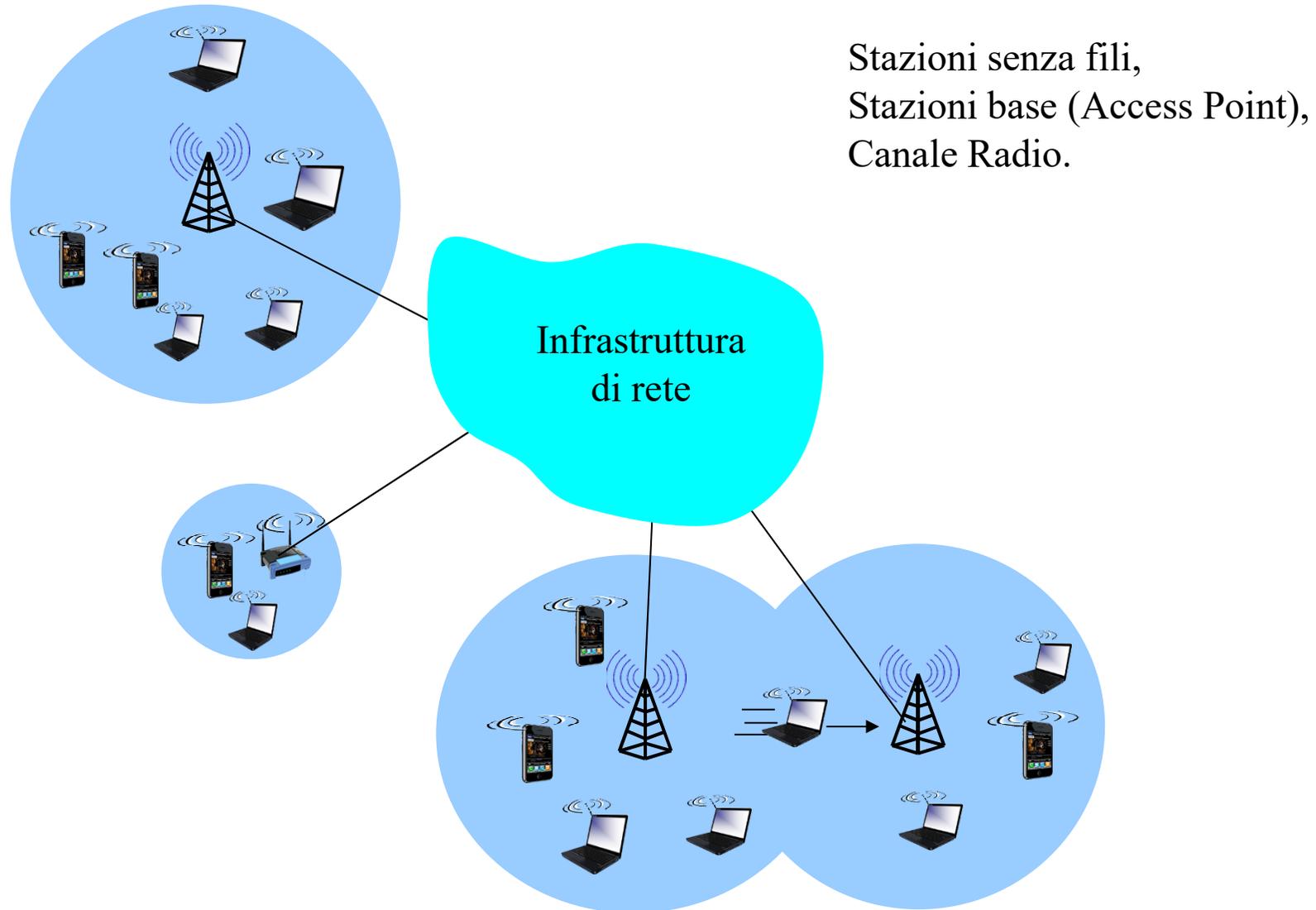
Il mezzo trasmissivo è costituito dalle onde radio. Le caratteristiche di una rete wireless sono:

- ❖ Mobilità dei dispositivi
- ❖ Installazione preferita in edifici storici, o in ambienti in cui il cablaggio deturpa o danneggia le strutture
- ❖ Difficile da utilizzare in presenza di rumore elettromagnetico.

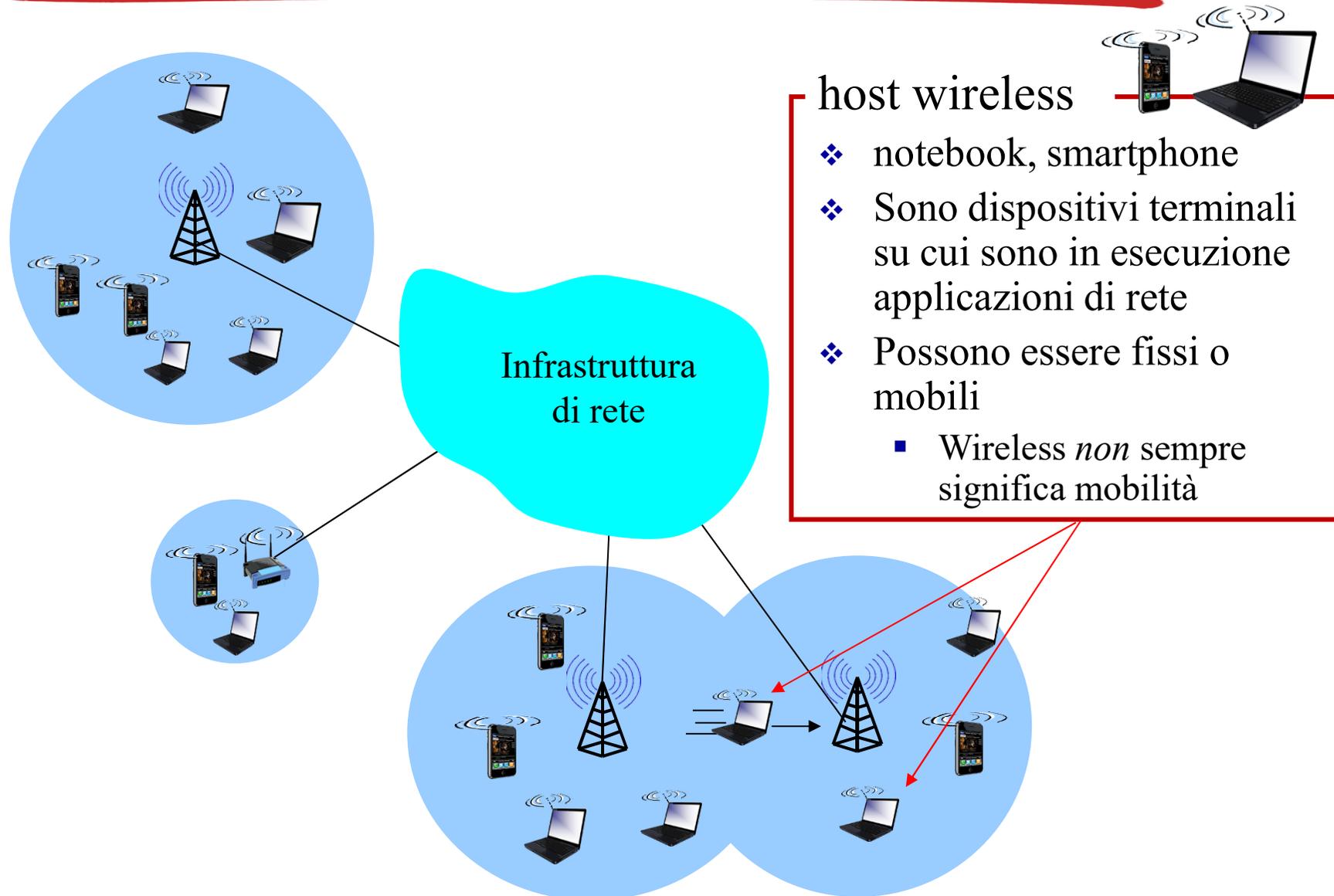
# Reti Wireless e dispositivi mobili

- ❖ Due importanti differenze
  - *wireless*: comunicazione senza fili
  - *mobilità*: gestire gli utenti mobili che cambiano il punto di attacco alla rete
- ❖ Notare che i dispositivi collegati alla rete potrebbero essere senza fili ma non mobili (come ad esempio un computer con scheda di rete) e ci sono forme di mobilità che non richiedono un canale senza fili (ad esempio un portatile usato in luoghi diversi).
- ❖ Ci possono essere utenti che sfruttano il canale wireless e la mobilità, cioè sono in viaggio e sono collegati alla rete.

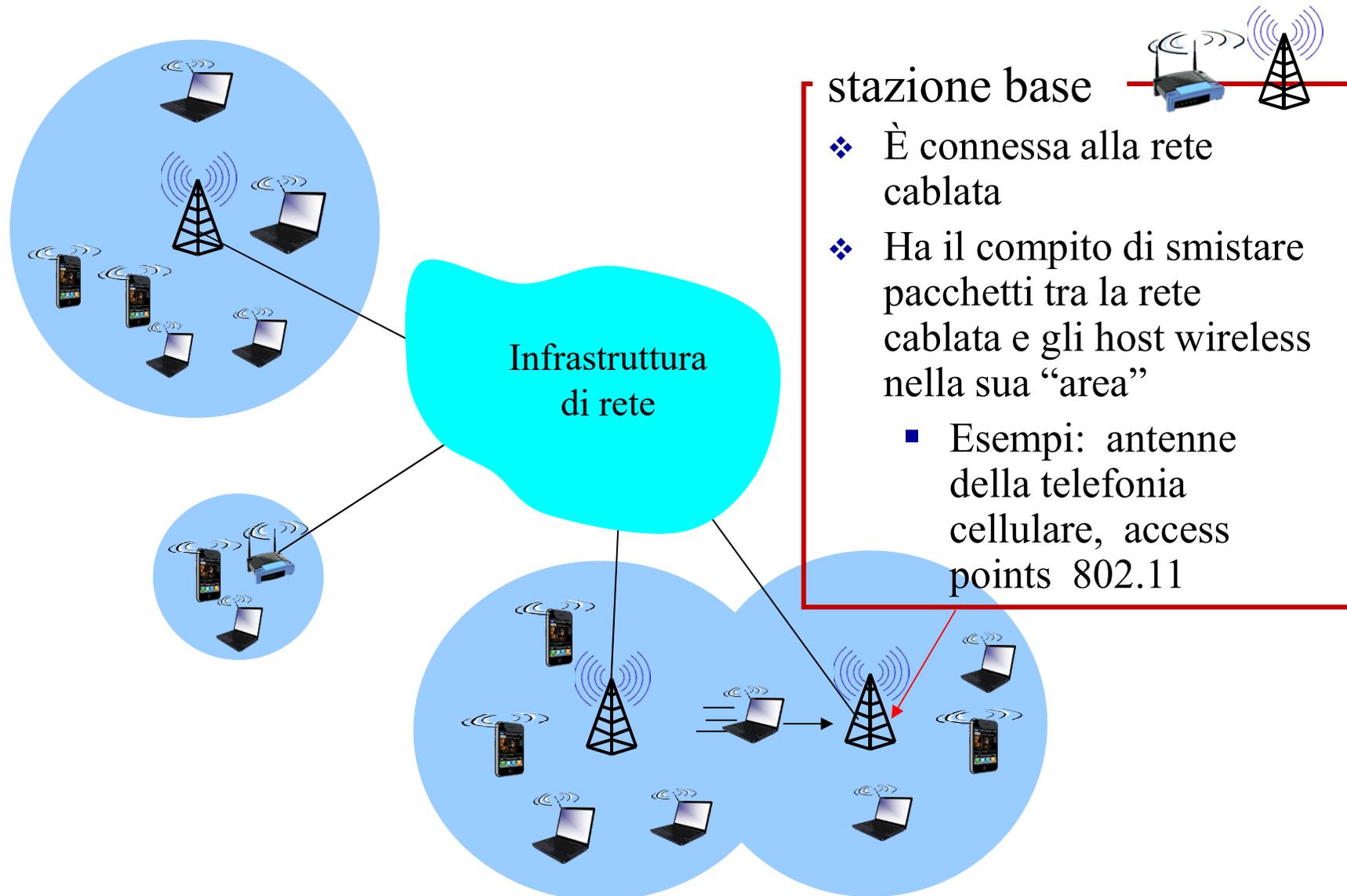
# Elementi di una rete wireless



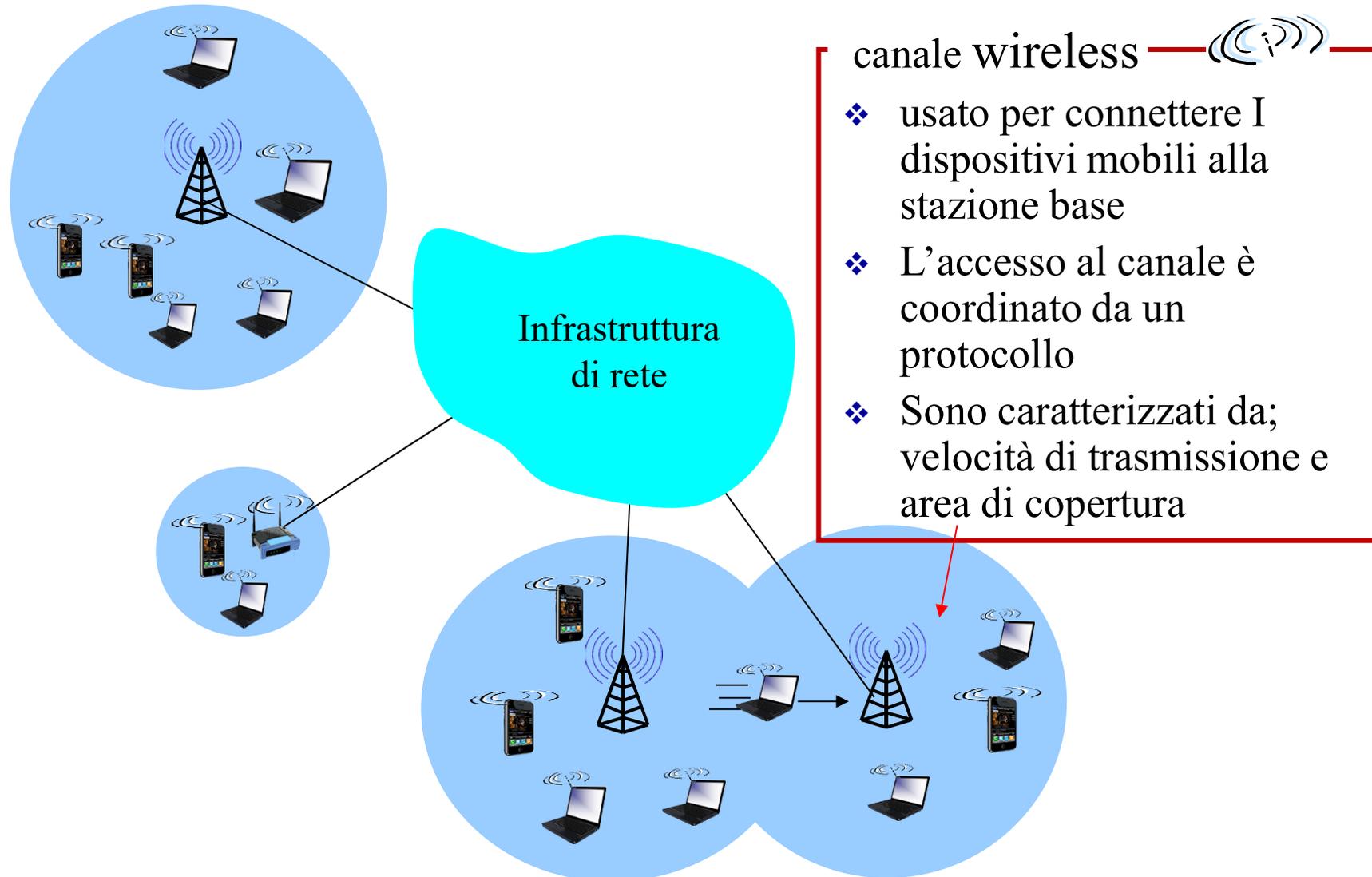
# Elementi di una rete wireless



# Elementi di una rete wireless

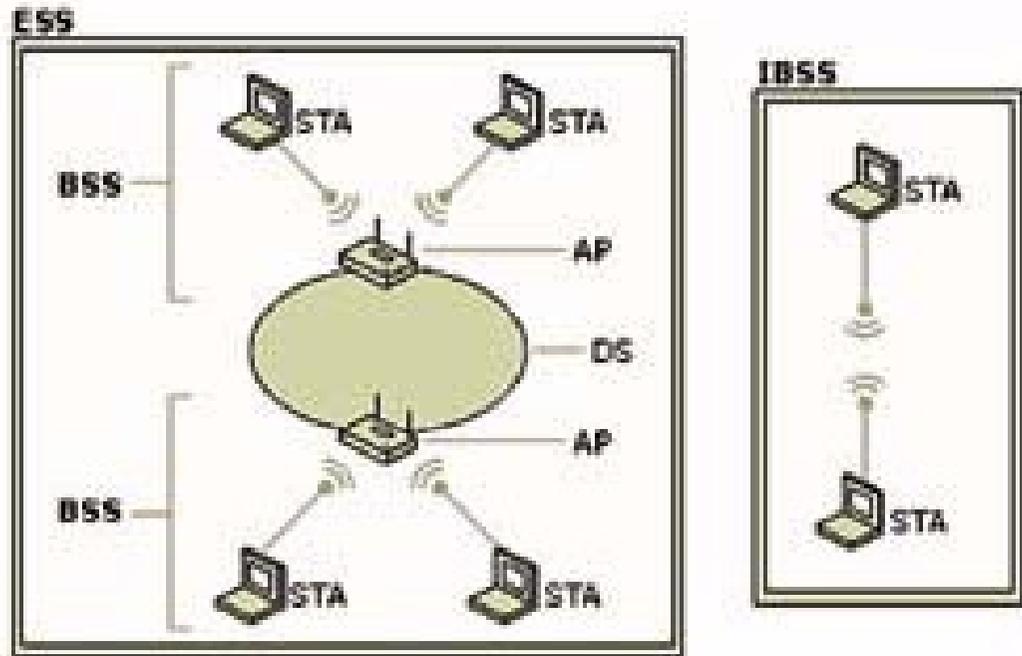


# Elementi di una rete wireless



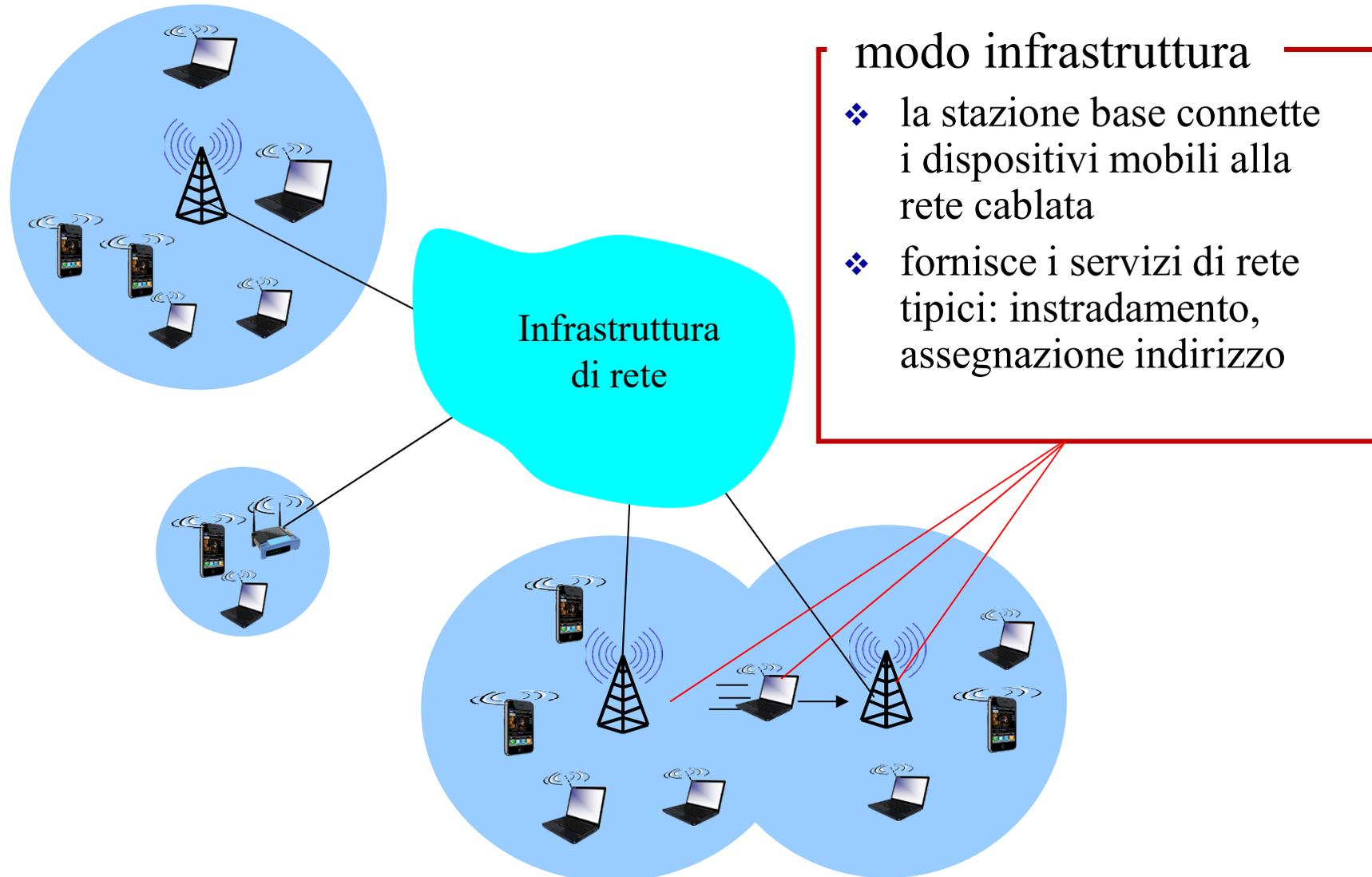
# Definizioni

- ❖ *STA: stazione , host wireless, un computer con scheda Wireless*
- ❖ *AP: access point (stazione base)*
- ❖ *IBSS: independent basic service set (stazioni in rete senza AP)*
- ❖ *BSS: basic service set (una rete con AP e stazioni)*
- ❖ *ESS: extended service set (più BSS coordinati da un DS)*
- ❖ *DS: distribution system (più AP collegati tra loro)*



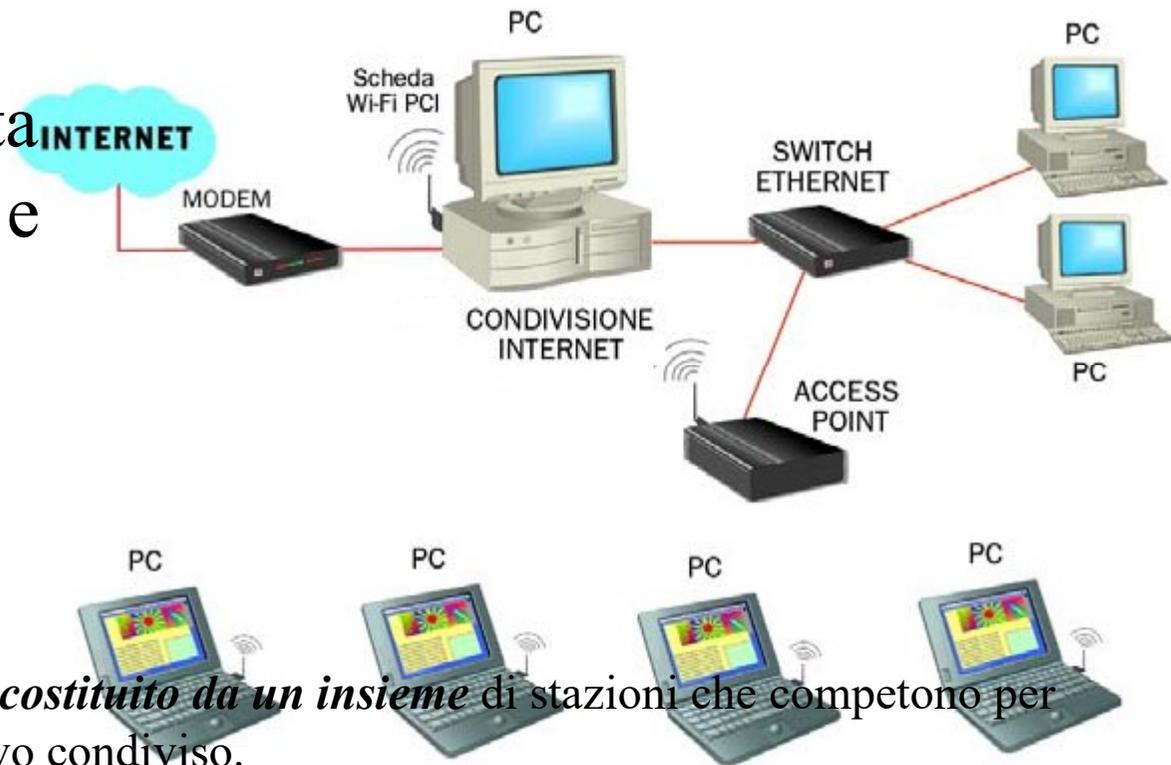
una stazione può muoversi entro il BSS ma, se si allontana dall'area, non può più comunicare direttamente con le altre.

# Elementi di una rete wireless



# Rete wireless in modo infrastruttura

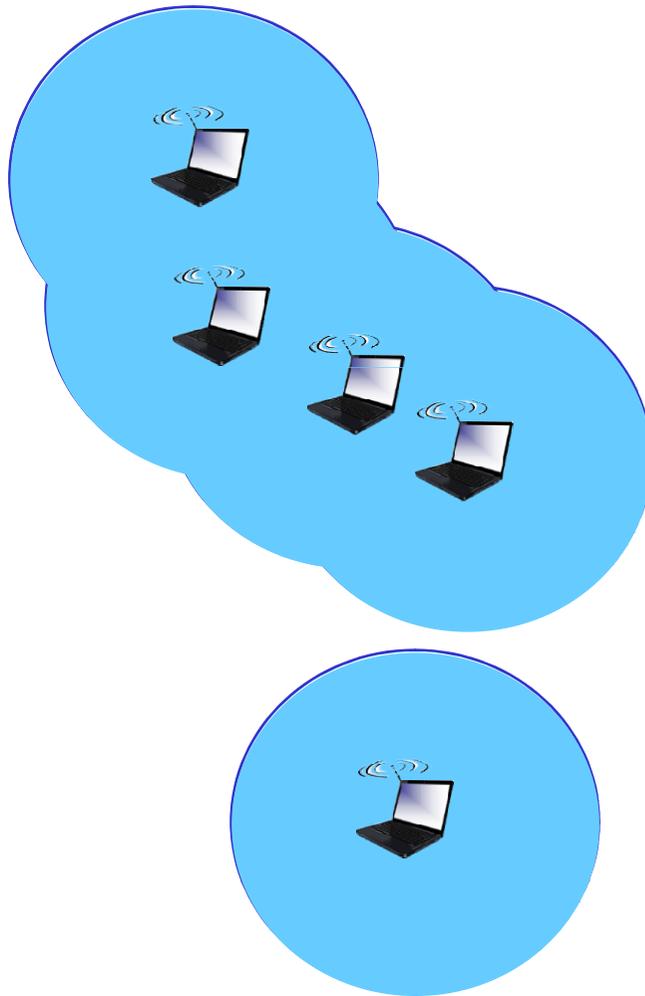
è una rete composta da un access point e da una o più stazioni



Il *Basic Service Set (BSS)* è costituito da un insieme di stazioni che competono per l'accesso al mezzo trasmissivo condiviso.

L'*Access Point (AP)* permette di collegare un BSS ad un DS.

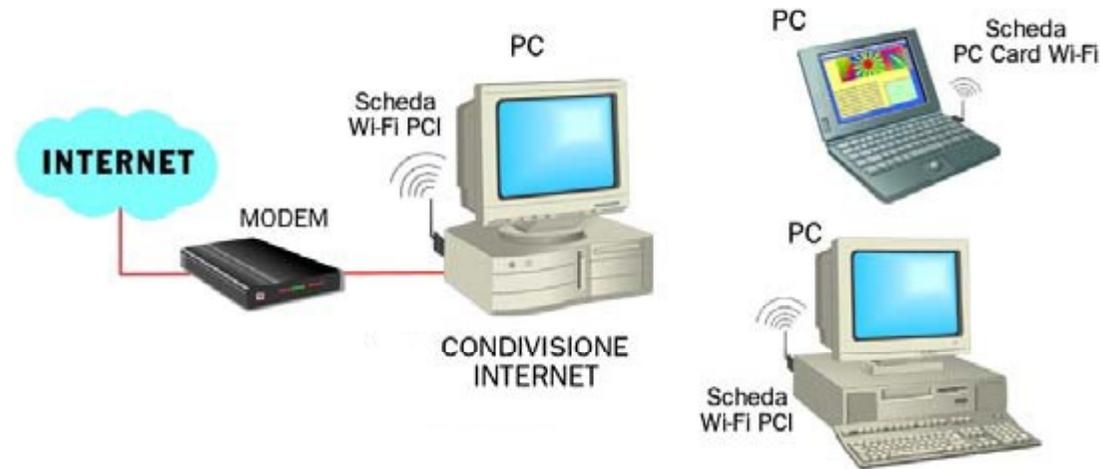
# Elementi di una rete wireless



## Modo ad hoc

- ❖ non si usa la stazione base
- ❖ i dispositivi possono comunicare solo tra loro, entro l'area di copertura del segnale
- ❖ i dispositivi mobili provvedono da soli all'instradamento

# IBSS: Rete in modo Ad Hoc



- ❖ Le stazioni sono dotate dell'interfaccia wireless e sono collegate direttamente tra loro tramite le onde radio. Se una di esse dispone di una connessione alla rete cablata, può condividerla con le altre stazioni

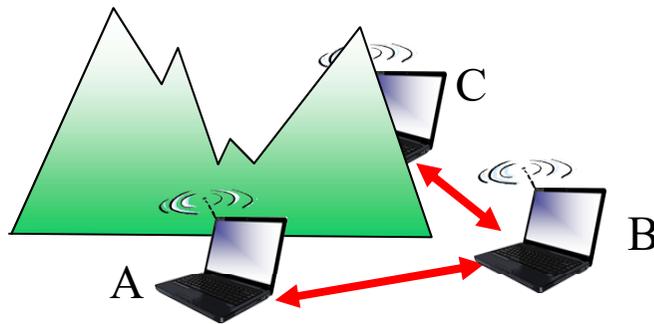
# Caratteristiche del canale Wireless

*Rispetto alla rete cablata, il canale wireless possiede delle importanti differenze ...*

- *attenuazione del segnale:* le onde radio, attraversando un mezzo, perdono energia e il segnale si attenua, l'attenuazione aumenta con la distanza del ricevitore
  - *interferenza con altre sorgenti:* il canale wireless è sensibile al rumore elettromagnetico prodotto da telefoni cellulari, motori elettrici, interruttori, ecc.
  - *Riflessione:* le onde radio si propagano dall'antenna in tutte le direzioni. Lo stesso segnale si riflette sugli ostacoli che incontra e, alla destinazione, si sovrappongono versioni dello stesso segnale separate da brevi intervalli di tempo, perché hanno seguito percorsi diversi
- ... che rendono molto più difficile realizzare una comunicazione su un canale wireless

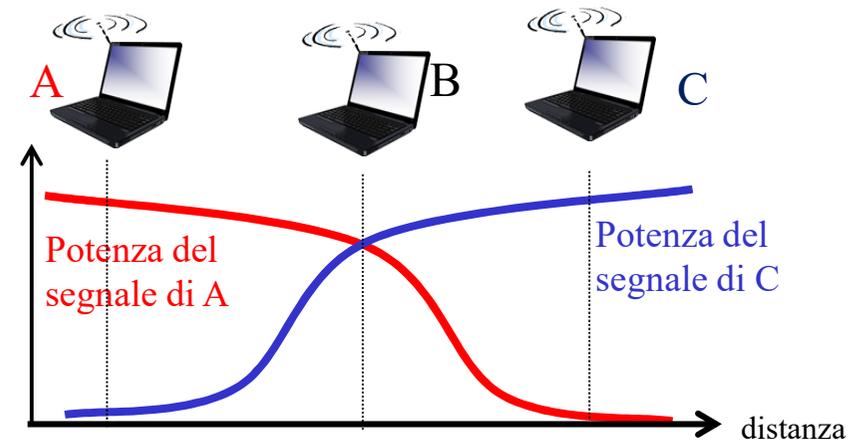
# Il problema delle collisioni

In presenza di molti trasmettitori e ricevitori, l'algoritmo di accesso al canale deve considerare la presenza di due fenomeni:



## *Problema del terminale nascosto*

- ❖ B e A comunicano
- ❖ B e C comunicano
- ❖ A causa di un ostacolo, le stazioni A e C non si accorgono della loro presenza. Cioè interferiscono in B, ma nessuna stazione riceve il segnale dell'altra.



## *Attenuazione del Segnale:*

- ❖ B e A comunicano
- ❖ B e C comunicano
- ❖ A causa della distanza, il segnale da A a C si attenua e le stazioni non si accorgono di interferire in B

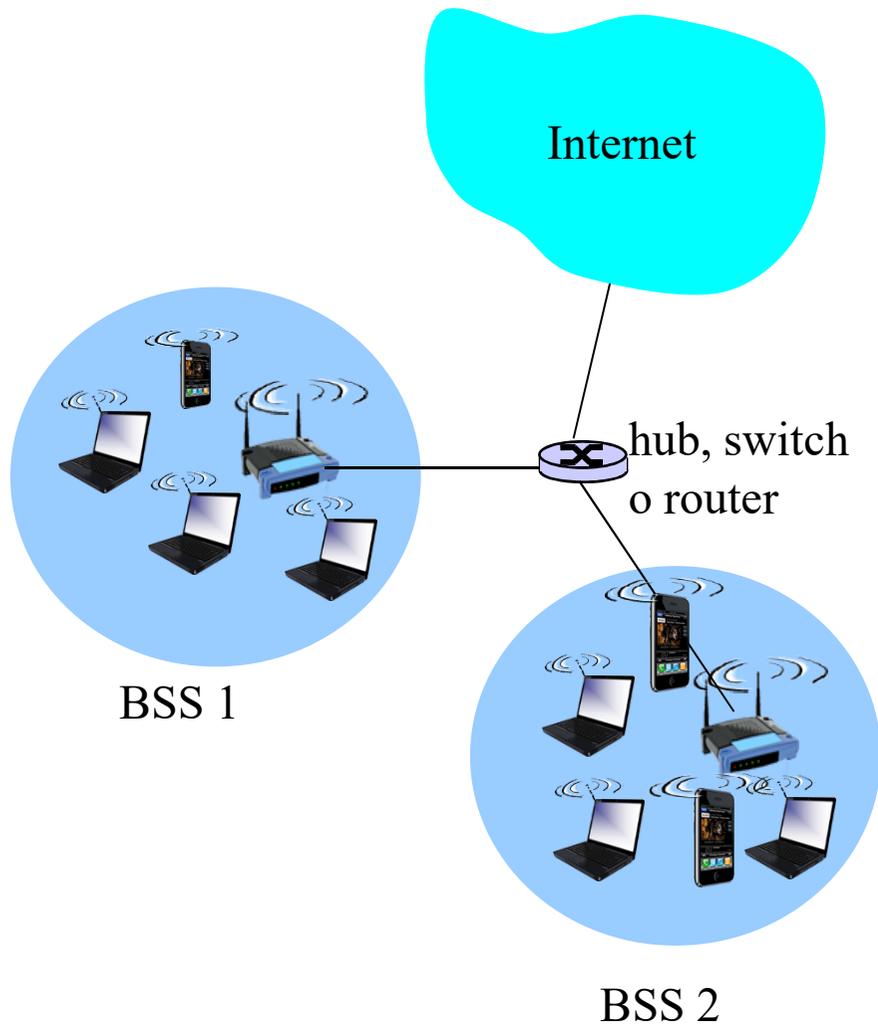
# Algoritmi di accesso al mezzo (MAC)

Gli algoritmi di accesso al mezzo si dividono in tre classi:

- ❖ Accesso deterministico: Token Ring, partizionamento del canale (TDM)
- ❖ Accesso stocastico: CSMA/CD
- ❖ A prenotazione: DQDB

L'accesso CDMA rientra nella categoria degli algoritmi a partizionamento del canale. Viene impiegato nelle reti wireless e nella telefonia cellulare.

# 802.11 architettura



- ❖ wireless host comunica con la stazione base
  - Stazione base = access point (AP)

- ❖ **Basic Service Set (BSS)**  
("cella")

in modo infrastruttura contiene:

- Stazioni wireless
- access point (AP): base station

In modo ad hoc contiene:

- Solo stazioni

# Canali e Associazioni

- ❖ In 802.11, ogni stazione wireless deve associarsi con un AP prima di poter trasmettere e ricevere dati.
- ❖ Quando si configura un AP, l'amministratore assegna un nome **Service Set Identifier** (SSID) all'access point. (quello che si vede quando si sceglie "mostra reti disponibili")
- ❖ L'amministratore deve assegnare anche un numero di canale all'AP.
- ❖ 802.11 opera nel range di frequenze da 2.4 GHz a 2.485 GHz. In questa banda di 85 MHz, vengono usati 11 canali parzialmente sovrapposti. Due canali non si sovrappongono se sono separati da almeno quattro canali. In particolare, i canali 1, 6, e 11 non si sovrappongono. Di conseguenza un amministratore potrebbe creare una rete wireless con una velocità di trasmissione massima di 33 Mbps installando tre AP nello stesso punto, assegnando i canali 1, 6, e 11 agli AP e collegando ciascun AP ad un switch.

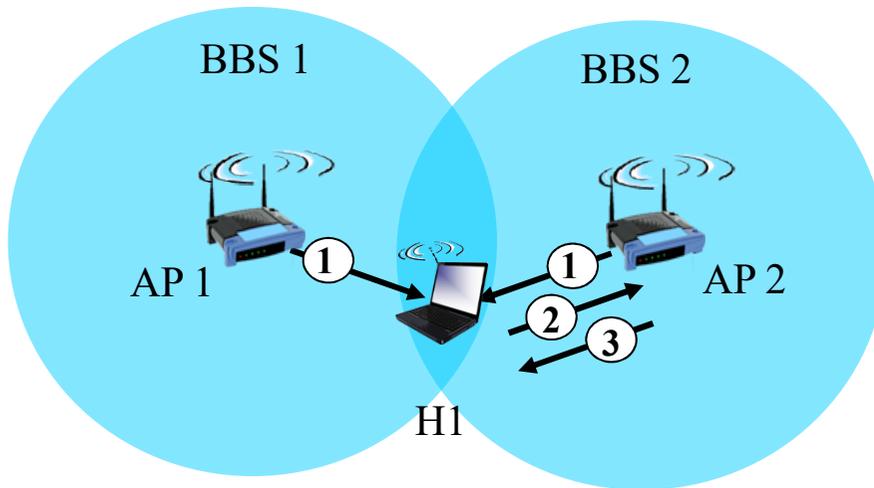
# Associazione

- ❖ Una jungla WiFi è una posizione in cui una stazione wireless riceve un segnale sufficientemente forte da due o più AP.
- ❖ Ognuno di questi AP appartiene ad una diversa sottorete IP e dovrebbe avere un proprio canale
- ❖ Trovandosi con un dispositivo portatile in una jungla WiFi, ed avendo necessità di avere accesso a Internet, la stazione deve creare una associazione con un solo AP.
- ❖ Per Associazione si intende che la stazione crea un filo immaginario tra se stessa e l'AP. Più precisamente, l'AP associato invierà pacchetti alla stazione e la stazione wireless invierà pacchetti su Internet attraverso l'AP associato
- ❖ Come avviene l'associazione?
- ❖ Come si sceglie uno tra gli AP presenti nelle vicinanze?

# Associazione

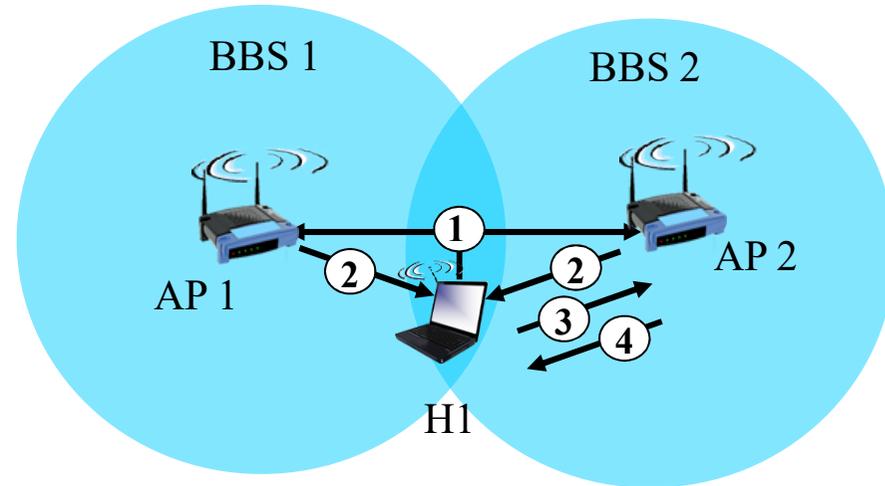
- ❖ Lo standard 802.11 impone che, periodicamente, un access Point invii dei frame **beacon**, in ciascuno dei quali ci sia l'SSID e l'indirizzo MAC dell'AP.. La stazione wireless scandisce gli 11 canali, alla ricerca dei frame beacon trasmessi dagli AP situati nelle vicinanze. Dopo aver ottenuto gli SSID degli AP resta da sceglierne uno a cui associare la stazione.
- ❖ Il criterio di scelta non è definito nello standard 802.11. In genere si preferisce quello che viene ricevuto con la potenza del segnale maggiore. Ma questa scelta non sempre è ottimale, perché l'AP scelto potrebbe essere sottoposto ad un intenso traffico.
- ❖ Questo processo di scansione dei canali è detto “scansione passiva”
- ❖ La scansione attiva avviene su iniziativa della stazione, che invia un frame di interrogazione per scoprire gli AP disponibili.

# 802.11: scansione passiva/attiva



## Scansione passiva:

- (1) Frame beacon inviati dagli AP
- (2) Frame di richiesta di associazione inviato dall'host H1 all'AP scelto
- (3) Frame di risposta associazione inviato dall'AP selezionato all'host H1



## Scansione attiva:

- (1) Frame di interrogazione inviato in broadcast dall'host H1
- (2) Frame di risposta all'interrogazione inviati dagli AP
- (3) Frame di richiesta Associazione inviato dall'host H1 all'AP scelto
- (4) Frame di risposta Associazione inviato dall'AP scelto all'host H1

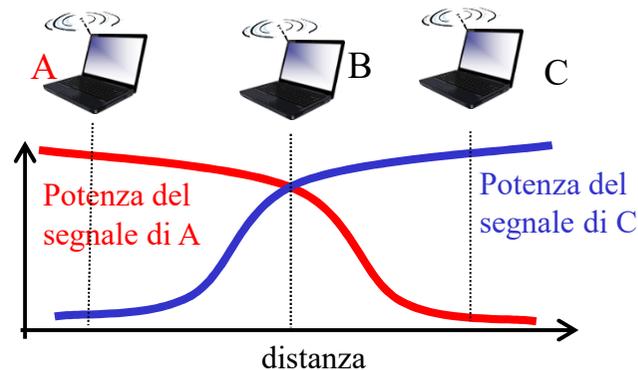
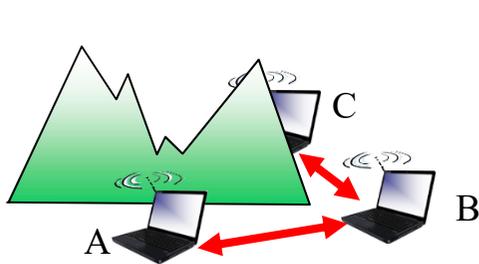
# Scansione attiva

- ❖ Nella scansione attiva, il secondo scambio di frame request/response ha lo scopo di confermare la scelta, perché nessuno degli AP che hanno risposto sa quale è stato selezionato.
- ❖ Dopo aver effettuato l'associazione con un AP, l'host si deve inserire nella stessa sottorete dell'AP, quindi otterrà anche un indirizzo IP temporaneo.
- ❖ A questo punto, con il suo indirizzo IP, l'host appartiene alla sottorete dell'AP ed è visibile da tutti gli host collegati a Internet.
- ❖ Dopo l'associazione, potrebbe essere richiesta l'autenticazione. Questa può avvenire mediante username e password oppure mediante l'indirizzo MAC della stazione.

# IEEE 802.11: accesso al canale

- ❖ L' algoritmo di accesso al mezzo, in una rete senza fili, rientra nella classe degli algoritmi stocastici.
- ❖ 802.11: CSMA – prima di trasmettere ascolta il canale
  - Lo scopo è quello di evitare di sovrapporre il proprio segnale a quello di una stazione che sta trasmettendo
- ❖ 802.11: *A differenza dell' algoritmo CSMA/CD, non è possibile riconoscere le collisioni perché*
  - le due stazioni potrebbero essere distanti e non sentono il segnale
  - Le due stazioni potrebbero essere separate da un ostacolo che non fa propagare il segnale

**L' algoritmo deve evitare (o prevenire) le collisioni: CSMA/C(ollision)A(avoidance)**



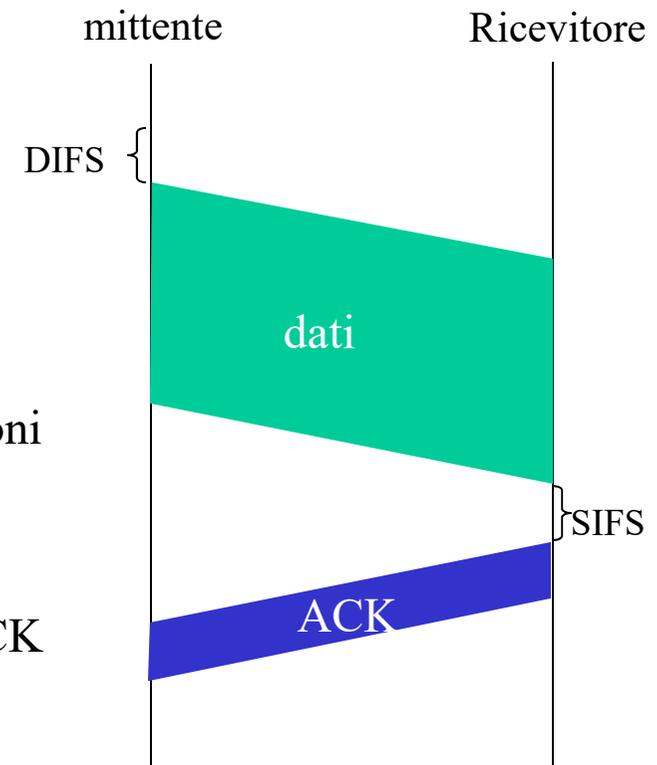
# Il MAC CSMA/CA

## Mittente

- 1) se sente il canale libero per una durata **DIFS** allora trasmette l'intero frame (manca CD)
- 2) se sente il canale occupato allora  
inizializza un timer con un valore casuale  
Avvia il timer quando sente il canale libero  
trasmette quando il timer scade e aspetta la conferma della ricezione del frame di dati  
Se non riceve la conferma ripete queste operazioni

## Ricevitore

- se il frame viene ricevuto senza errori  
restituisce la conferma ACK dopo **SIFS** secondi (ACK è necessario per il problema del terminale nascosto)



# Collision Avoidance (prevenzione collisioni)

- ❖ Nel MAC CSMA/CD, una stazione trasmette appena sente il canale libero. Ma se il canale è occupato la stazione aspetta che si liberi, nel frattempo se una seconda stazione vuole trasmettere, ci sono due stazioni in attesa che il canale si liberi.
- ❖ Appena il canale è libero, entrambe le stazioni tentano di trasmettere. Dopo un po' si accorgono della collisione e sospendono la trasmissione.
- ❖ In 802.11, è diverso: le stazioni se sentono il canale occupato generano un tempo di attesa casuale (in CSMA/CD lo fanno dopo aver riconosciuto la collisione), se i due tempi sono diversi, una delle due trasmette prima dell'altra. La stazione che ha generato il tempo di attesa più alto, troverà il canale occupato e fermerà il timer.
- ❖ In una rete wireless, le due stazioni potrebbero essere fuori portata e non sentire il segnale trasmesso dall'altra.

# Collision Avoidance



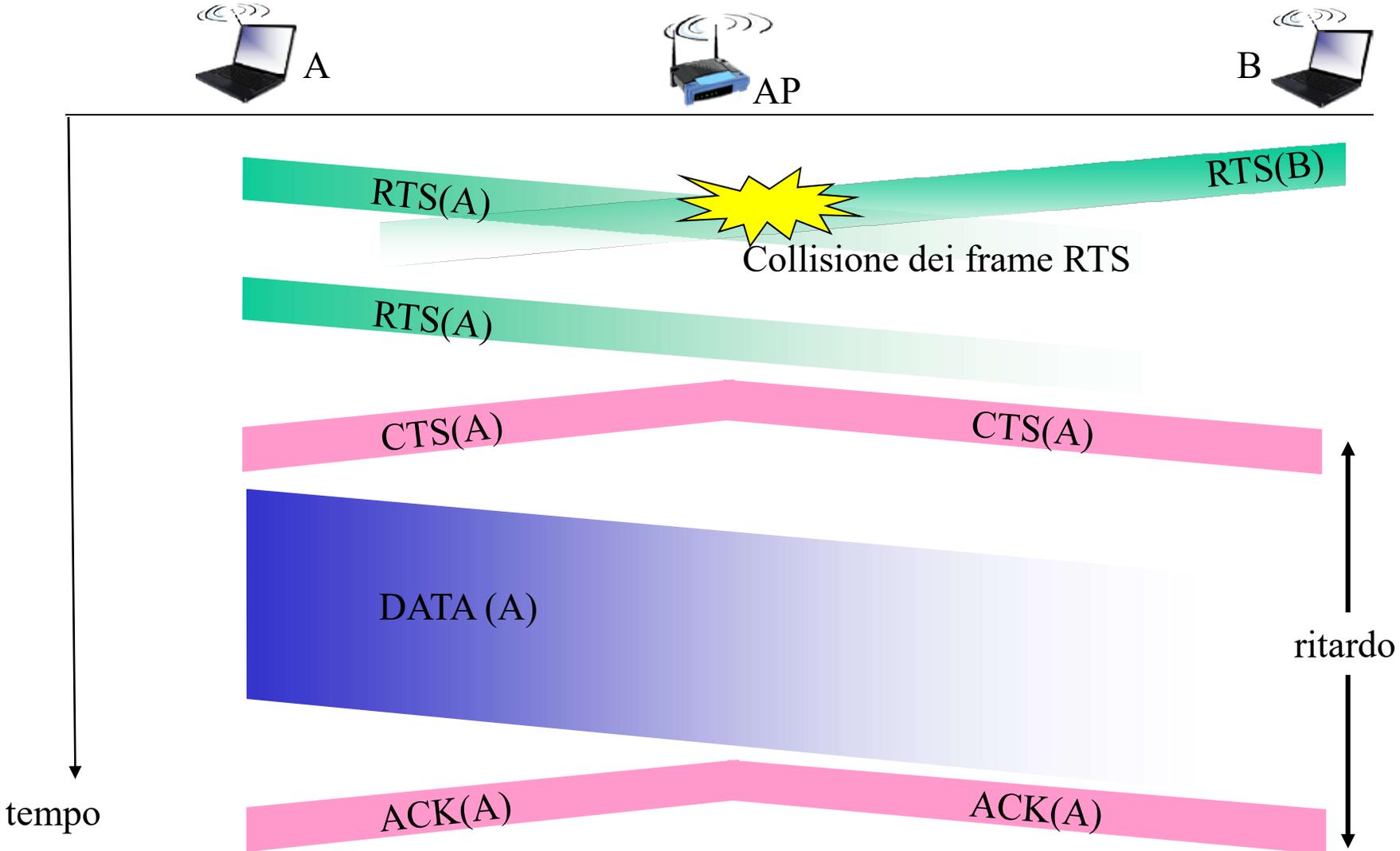
- ❖ Si considerino due stazioni A e B, nel raggio di copertura del segnale emesso dall'Access Point, ma a una distanza tale che nessuna sente il segnale irradiato dall'altra.
- ❖ Se la Stazione A sta trasmettendo un frame e, prima che questo termini, la stazione B vuole trasmettere un suo frame all'AP, B non sentendo il segnale di A, trasmette il frame, provocando una collisione nell'AP.
- ❖ È stato sprecato il tempo di trasmissione.

# Prevenzione delle collisioni: RTS e CTS

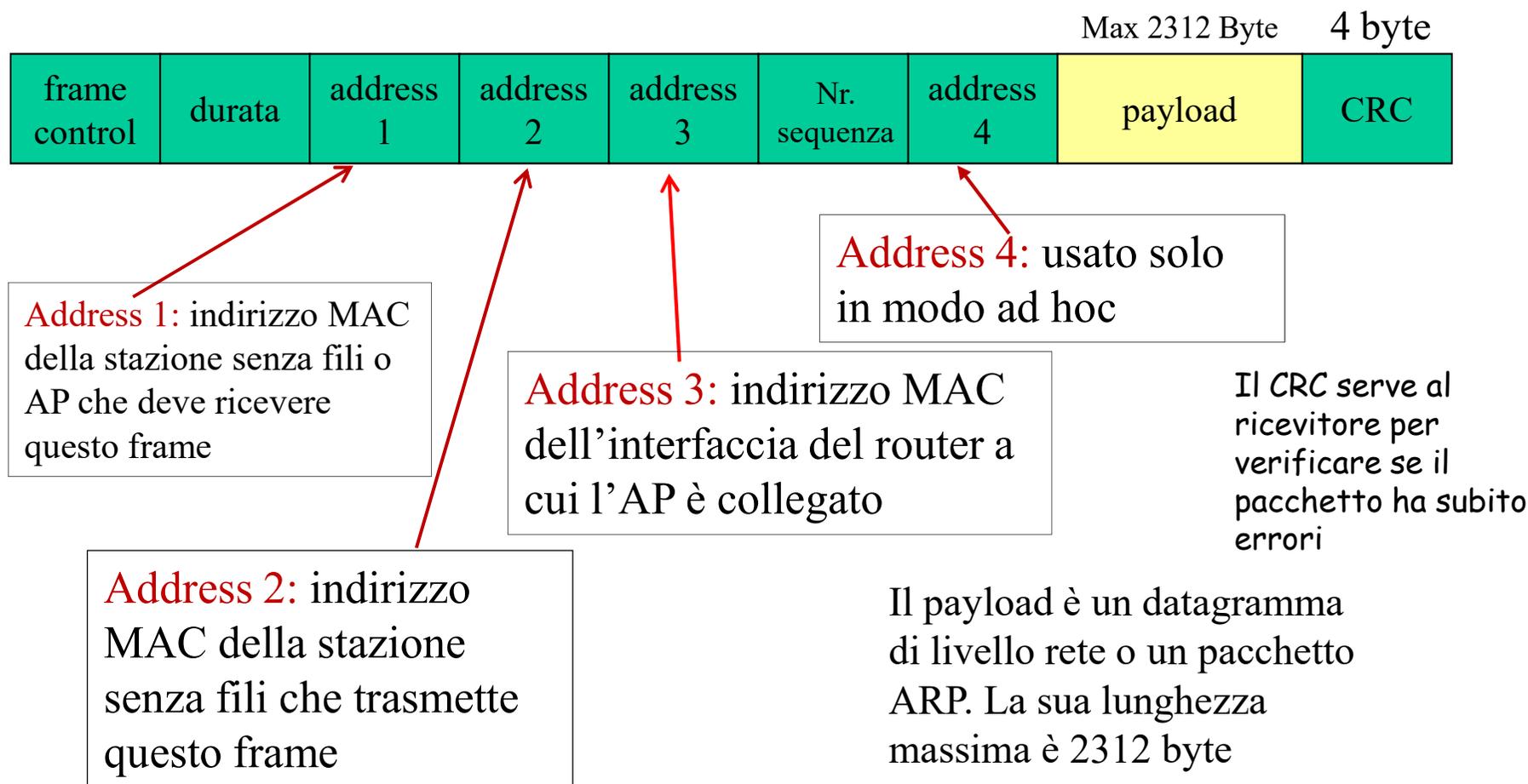
Il trasmettitore si “riserva” l’uso del canale, in questo modo evita di perdere, per collisione, un lungo frame di dati.

- ❖ Il mittente, per riservare il canale, prima si assicura che il canale sia libero, poi invia un breve pacchetto request-to-send (RTS) all’AP, specificando anche la durata della trasmissione.
  - RTS potrebbe collidere, ma è breve.
- ❖ L’AP risponde con un pacchetto broadcast clear-to-send (CTS) al pacchetto RTS, ripetendo anche per quanto tempo il canale è stato riservato
- ❖ CTS viene ricevuto da tutte le stazioni, di conseguenza:
  - Il mittente trasmette il frame di dati
  - Le altre stazioni si astengono dal trasmettere per il tempo richiesto dal mittente

# Collision Avoidance: RTS-CTS



# 802.11 formato del frame: indirizzamento



# Numeri di sequenza e durata

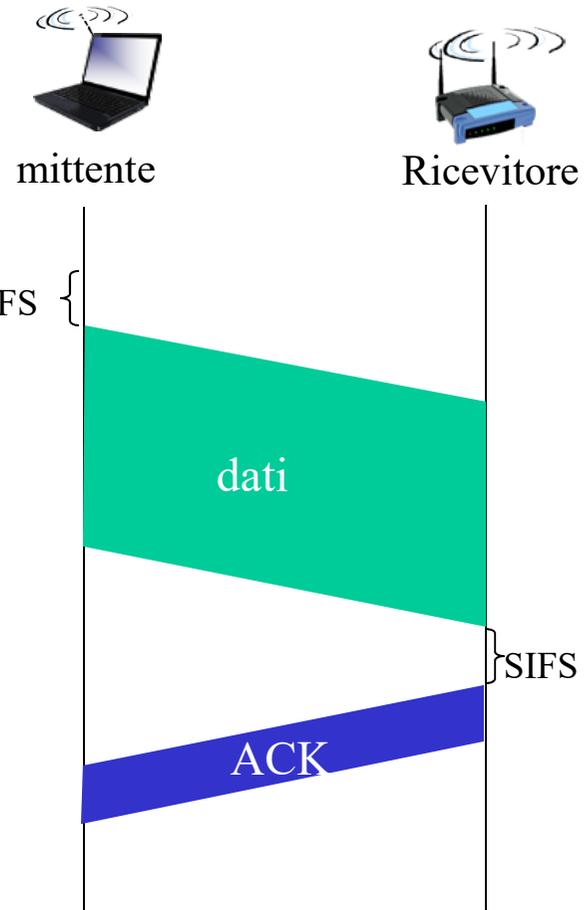
- ❖ Se una stazione riceve correttamente un frame da un'altra stazione, risponde al mittente con un frame di conferma. Poiché le conferme si potrebbero perdere, la stazione mittente potrebbe pensare che il pacchetto non è stato consegnato e lo ritrasmette. Il destinatario potrebbe ricevere pacchetti duplicati. La numerazione consente di riconoscere i pacchetti duplicati.
- ❖ Il MAC 802.11 consente ad un trasmettitore di riservare il canale per il tempo necessario a trasmettere un pacchetto e ricevere la conferma. Questo tempo è indicato nel campo “durata” del frame.
- ❖ I campi tipo sono usati per distinguere i pacchetti associazione, RTS, CTS, ACK, e frame di dati.

# Algoritmo CSMA/CA

Il livello 2 (Collegamento) usa le conferme per garantire la consegna dei frame.

Una stazione (wireless o un AP) deve trasmettere un frame:

- 1) Se la stazione sente il canale libero, trasmette il frame dopo  $DIFS$  un breve intervallo di tempo detto **Distributed Inter-frame Space (DIFS)**.
- 2) Altrimenti, la stazione genera un numero casuale e lo usa per inizializzare un timer nel momento in cui sente il canale libero. Se il canale è occupato, il timer resta fermo.
- 3) Quando il timer raggiunge lo 0, (avviene solo se il canale è libero), la stazione trasmette l'intero frame ed aspetta di ricevere la conferma (frame di tipo acknowledgment).
- 4) Quando la stazione mittente riceve la conferma, sa che il suo frame è stato ricevuto correttamente. Se la stazione ha un altro frame da trasmettere, ripete il passo 2. Se la conferma non arriva, la stazione mittente raddoppia l'intervallo di generazione dei numeri casuali e ripete il passo 2.



# Prevenzione delle Collisioni

In CSMA/CD una stazione trasmette appena sente il canale libero. In CSMA/CA la stazione si astiene dal trasmettere mentre il timer si decrementa, nonostante il canale sia libero.

- ❖ In CSMA/CD due stazioni che trovano il canale occupato, inizieranno a trasmettere appena sentono che il canale si è liberato. Le due stazioni si accorgono presto che si verifica una collisione e sospendono la loro trasmissione, evitando di continuare a trasmettere i loro frame che risulterebbero inutilizzabili.
- ❖ Nelle reti wireless, la situazione è molto diversa. Le stazioni potrebbero non accorgersi della collisione e continuano a trasmettere dati incomprensibili. Quindi in 802.11 si devono prevenire le collisioni: se le due stazioni sentono il canale occupato, eseguono subito l'algoritmo di backoff, nella speranza di generare due ritardi diversi. Se i due timer vengono inizializzati con valori diversi, quando il canale diventa libero, una delle due stazioni inizierà a trasmettere prima dell'altra, e (se le due stazioni non sono nascoste l'una dall'altra) la stazione che perde la contesa sentirà il segnale emesso dall'altra, ferma il timer e aspetta che la stazione liberi il canale. In questo modo si evita la collisione.
- ❖ Naturalmente le collisioni non sono del tutto evitabili: le due stazioni potrebbero essere nascoste l'una dall'altra, o potrebbero scegliere numeri casuali circa uguali tali che il segnale della stazione il cui timer raggiunge per prima lo 0 non arriva ancora all'altra stazione che anche il timer della seconda stazione scade, facendo iniziare la trasmissione anche della seconda stazione.

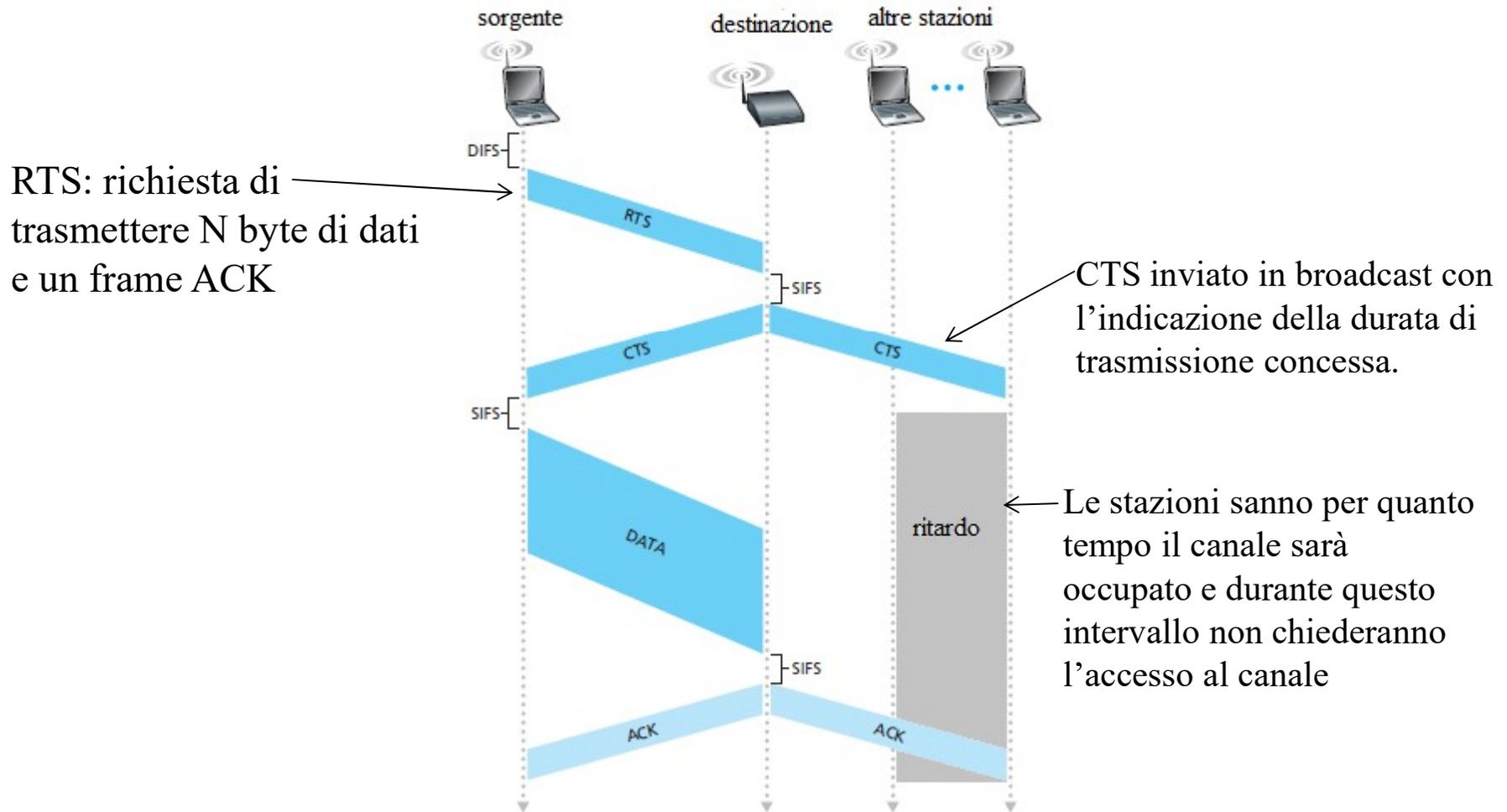
# RTS e CTS

- ❖ Il MAC 802.11 prevede, opzionalmente, una procedura di prevenzione delle collisioni, che risolve il problema del terminale nascosto.
- ❖ Si considerino due stazioni e un AP. Le due stazioni wireless, associate con l'AP, si trovano entro l'area di copertura del segnale emesso dall'AP. Ma a causa dell'attenuazione, nessuna delle due stazioni sente il segnale dell'altra.
- ❖ Si supponga che mentre una stazione sta trasmettendo un frame, l'altra, non ricevendo il segnale, sente il canale libero ed inizia a trasmettere. Solo l'AP si accorge della collisione. Il canale sarà rimasto occupato inutilmente dal momento in cui inizia a trasmettere la prima, fino a quando la seconda finisce.

# Prevenzione delle collisioni

- ❖ Il MAC 802.11 consente ad una stazione di chiedere l'accesso al canale.
- ❖ Sono previsti due frame speciali:
  - **Request to Send (RTS)**
  - **Clear to Send (CTS) control**per *riservare l'accesso al canale*.
- ❖ *Quando un mittente deve inviare un frame di Dati*, prima invia un frame RTS all'AP, indicando il tempo totale richiesto per trasmettere il suo frame di dati e ricevere il frame di conferma.
- ❖ Quando l'AP riceve il frame RTS, risponde con un frame CTS di tipo broadcast. Lo scopo di questo frame CTS ha due scopi:
  - autorizza il mittente a trasmettere
  - fa sapere alle altre stazioni, che potrebbero non aver sentito RTS, che devono astenersi dal trasmettere per la durata di tempo richiesta.
- ❖ La stazione invia in broadcast un frame RTS, che è ricevuto da tutte le stazioni nel suo raggio di copertura, compreso l'AP.
- ❖ L'AP risponde con un frame CTS, che è sentito da tutte le stazioni, incluso quella nascosta alla stazione trasmittente. Le stazioni che sentono CTS, si astengono dal trasmettere per il tempo indicato nel frame CTS

# RTS e CTS



# RTS e CTS

L'uso dei frame RTS e CTS può migliorare l'utilizzo del canale:

Una stazione trasmette un lungo frame di dati solo dopo aver riservato il canale, e quindi le stazioni nascoste sanno che il canale è occupato.

- ❖ Poiché i frame RTS e CTS sono corti, una collisione di frame RTS o CTS determina una perdita trascurabile.
- ❖ Se RTS e CTS vengono trasmessi correttamente, i frame dati e ACK saranno trasmessi, sicuramente, senza collisione.

A parte la prevenzione delle collisioni, i frame RTS/CTS introducono un ritardo e occupano il canale. Per questo motivo, lo scambio di frame RTS/CTS viene usato solo per riservare il canale quando si deve trasmettere un lungo frame di dati. In pratica, ogni stazione wireless può fissare una *RTS threshold* in modo che la sequenza RTS/CTS venga usata solo quando il frame supera una soglia di lunghezza prestabilita.