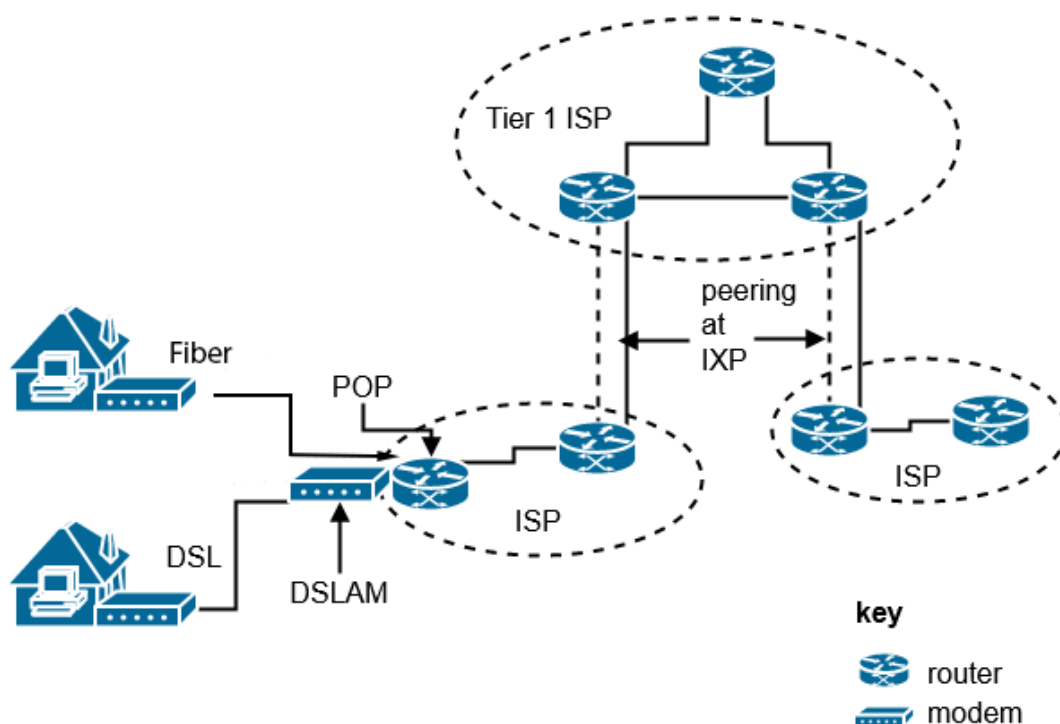


Architettura ISP

Dopo aver visto che cos'è una WAN e che ruolo hanno gli ISP, possiamo osservare più da vicino cosa accade quando un utente si collega a Internet.

La connessione non avviene direttamente con "tutto Internet", ma passa prima attraverso la rete del proprio operatore, che a sua volta è collegata ad altre reti.

Si analizza cosa effettivamente succede quando un utente si collega a Internet nell'immagine sottostante:



Per collegarsi a Internet, un computer si connette a un *ISP*, il quale permette al computer di scambiarsi pacchetti con tutti gli altri host accessibili su Internet.

Alcuni metodi comuni per connettersi a un ISP sono la linea telefonica/rame, la fibra ottica, la rete mobile e, in alcuni casi, collegamenti radio o satellitari.

Sotto esaminiamo la linea telefonica e la fibra ottica:

Linea telefonica

La **DSL** (digital subscriber line) sfrutta la linea telefonica per la trasmissione dei dati digitali. Nella **DSL**, il computer è connesso a un dispositivo chiamato modem **DSL** che trasforma i dati digitali in segnali adatti a viaggiare sul doppino telefonico.

Dall'altro capo, un dispositivo chiamato **DSLAM** (digital subscriber line access multiplexer) riceve questi segnali e li immette nella rete dell'operatore.

Questo metodo è limitato a causa dell'ultimo miglio della trasmissione.

In telecomunicazioni, con "**ultimo miglio**" (in inglese "last mile") si intende il tratto di cavo che collega le centrali telefoniche agli utenti finali, ovvero la parte di rete telefonica nota come rete di accesso.

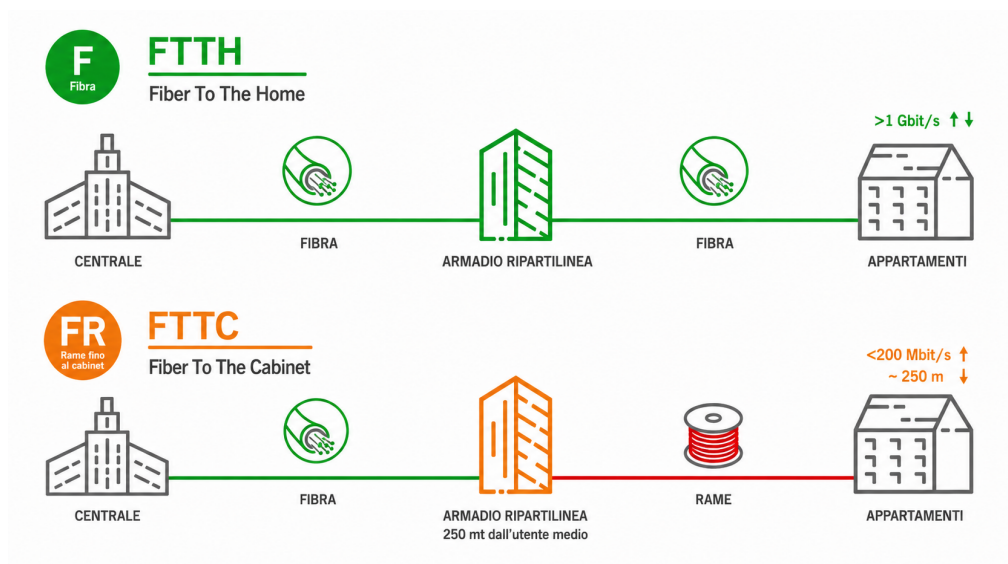
In questa sezione c'è un degrado delle prestazioni della connessione questo perché nell'ultimo miglio si utilizza un sistema molto più lento, la linea telefonica, rispetto al sistema effettivamente utilizzato nella sottorete dell'ISP, cioè la fibra ottica.

Fibra ottica

Per ottenere accessi a Internet più veloci, si possono posare fibre ottiche fino a raggiungere le case (La fibra ottica è molto più veloce rispetto alla linea telefonica).

Ciò avviene grazie alla configurazione chiamata **FTTH** (fiber to home) o **FTTC** (fiber to the cabinet).

- Nella tecnologia **FTTC**, la fibra ottica viene portata fino a un cabinet (armadio di distribuzione) situato a breve distanza dagli edifici residenziali o commerciali. Dal cabinet, il segnale viene poi trasmesso al cliente finale utilizzando una tecnologia diversa che utilizza il rame preesistente per l'ultimo tratto della connessione. In questa soluzione il problema dell'ultimo miglio persiste ancora ma è più limitato.
- Invece la tecnologia **FTTH** offre prestazioni superiori e connessioni più stabili rispetto a **FTTC**, poiché la fibra ottica arriva direttamente fino all'abitazione dell'utente. Specificatamente l'ultimo tratto non è più realizzato in rame, ma in fibra ottica; per questo si riduce molto il collo di bottiglia tipico delle connessioni basate sul doppino telefonico.



A questo punto i pacchetti dati possono essere inviati dall'ISP.

Il punto in cui i pacchetti entrano nella rete ISP viene chiamato **Point of Presence (POP)**.

Le reti ISP possono essere regionali, nazionali o internazionali.

Il backbone (dorsale) dell'ISP consiste in linee di trasmissione a lunga distanza che interconnettono i POP in diverse città servite dall'ISP.

Esempio

Immagina di abitare a Palermo. Il tuo ISP ha un *PoP* a Palermo, collegato tramite fibra al backbone nazionale.

Quando navighi, il tuo traffico entra nel *PoP* locale, viene smistato e poi instradato nella rete nazionale o internazionale.

Quando un pacchetto deve raggiungere una destinazione su Internet, può seguire percorsi diversi.

- Se la destinazione si trova all'interno della rete dello stesso ISP, il pacchetto può essere instradato direttamente nella rete dell'operatore.
- Se invece la destinazione si trova in una rete diversa, il pacchetto deve passare da un'interconnessione tra reti. Gli ISP possono scambiarsi traffico tramite accordi di **peering**, cioè accordi con cui due reti si collegano direttamente per scambiarsi dati.

Molti di questi scambi avvengono presso gli Internet Exchange Point, o **IXP**, luoghi fisici in cui *ISP*, reti aziendali e grandi fornitori di contenuti si interconnettono per scambiare traffico in modo più efficiente.

Esempio

Gli *IXP* non sono ovunque, ma si trovano principalmente nei grandi nodi strategici di connessione: città con molta infrastruttura di rete, dove transitano operatori nazionali e internazionali.

Un *IXP* è, in pratica, un "mercato" dove i vari *ISP*, reti aziendali e content provider (come Google, Meta, Netflix) si scambiano traffico per ridurre costi e latenza (cioè il ritardo con cui i dati arrivano a destinazione).

In Italia esistono diversi Internet Exchange Point, tra cui *MIX* a Milano, *NaMeX* a Roma e *TOP-IX* a Torino.

Quando un *ISP* non può raggiungere una destinazione tramite le proprie connessioni o tramite accordi di peering, può acquistare transito *IP* da un altro operatore, chiamato **transit provider**.

Un transit provider è qualunque *ISP* che vende connettività ad altri *ISP* o clienti: fornisce un'opzione per instradare il traffico di dati attraverso la sua rete per raggiungere destinazioni che non sarebbero altrimenti accessibili direttamente dalla rete del cliente.

Questo permette all'organizzazione cliente di avere accesso a Internet senza dover negoziare accordi di peering con molteplici reti.

La connettività che offre il transit provider si chiama **transito IP**.

Gerarchie ISP

Ora che si conosce come funziona un *ISP* singolo si può vedere il quadro d'insieme.

Non tutti gli *ISP* sono uguali: esistono diversi livelli di copertura, indipendenza e potere decisionale, che danno origine a una gerarchia logica e commerciale.

Questa struttura prende forma in una vera e propria gerarchia di *ISP*, suddivisa in livelli, chiamati *Tier*.

Comprendere questa gerarchia è fondamentale per capire come funziona Internet su scala globale, chi la controlla, e come i dati viaggiano da un capo all'altro del mondo.

La gerarchia degli *ISP* è divisa in tre livelli principali:

- Tier 1
- Tier 2
- Tier 3

Tier 3 – Gli ISP locali o retail

Gli *ISP* Tier 3 sono quelli più vicini all'utente finale.

- Non hanno una rete propria estesa.
- Comprano connettività da *ISP* Tier 2 (in alcuni casi direttamente dal Tier 1) che fa da transit provider.
- Offrono servizi di accesso a Internet a utenti domestici, scuole, uffici, piccole imprese.
- Operano su scala locale o regionale.
- Non partecipano direttamente al peering globale.

Esempio

I Tier 3 possono essere piccoli operatori locali, provider wireless di montagna, o operatori regionali in zone meno servite.

Tier 2 – I provider regionali

Gli *ISP* Tier 2 sono intermediari: hanno reti proprie, ma non possono raggiungere tutto Internet da soli.

- Hanno accordi di peering locale con altri *ISP* (di pari livello).
- Pagano uno o più Tier 1 per il transit *IP*, cioè per inviare i dati verso reti che non riescono a raggiungere direttamente. In questo caso gli *ISP* di Tier 1 fanno transit provider per gli *ISP* di Tier 2.
- Spesso operano su scala nazionale o continentale.
- Forniscono connettività a *ISP* Tier 3 o a grandi aziende.

Esempio

Normalmente un cittadino si interfaccia con un *ISP* di Tier 2.

supponiamo che tu abiti a Milano o Palermo e hai una connessione domestica con Fastweb, Vodafone o WINDTRE.

Questi operatori hanno una rete propria nazionale, backbone regionali, peering con altri provider e data center.

Però non hanno una rete globale autonoma, quindi devono comprare transit da Tier 1 per raggiungere altre nazioni o continenti: di conseguenza, sono Tier 2.

Quindi tu, come utente, ti connetti a un Tier 2 *ISP*, che poi si appoggia a Tier 1 *ISP* per raggiungere il resto del mondo.

Un *ISP* Tier 2 può fare da transit provider per altri *ISP* di Tier 2 per questi motivi:

- Motivi economici: un Tier 2 può offrire prezzi più competitivi di un Tier 1 in certe regioni.
- Motivi tecnici: può offrire una maggior qualità su tratte specifiche.
- Ridondanza: avere più transit provider (Tier 1 e Tier 2) garantisce resilienza e continuità del servizio.

Esempio

Un Tier 2 con una buona rete in Europa potrebbe fornire transito a un altro Tier 2 che ha bisogno di accesso efficiente a quella regione, pur essendo già collegato anche a un Tier 1.

Esempio concreto:

- L'*ISP* A è un Tier 2 in Italia con buona rete nazionale e collegamenti con due Tier 1.
- L'*ISP* B è un altro Tier 2 in Spagna.
- L'*ISP* B può comprare transito IP da A, ad esempio per migliorare il routing verso l'Italia o come percorso di backup.

Tier 1 – Gli operatori backbone globali

In cima alla gerarchia ci sono grandi dorsali internazionali con migliaia di router connessi a fibra ottica.

Questi *ISP*, chiamati Tier 1, non pagano alcun transito e gestiscono le backbone internazionali, dato che trasportano il traffico globale da un continente all'altro tramite cavi sottomarini oceanici.

Infatti un operatore Tier 1 può raggiungere tutte le reti di Internet senza acquistare transito *IP*, grazie ai propri collegamenti e agli accordi di peering con gli altri Tier 1.

In pratica, i Tier 1 svolgono un ruolo fondamentale nel collegamento tra grandi reti e continenti.

Un *ISP* Tier 1 ha accordi di peering con tutti gli altri Tier 1: significa che scambiano traffico tra loro gratuitamente, basandosi su uno scambio paritario di dati.