

# ***Introduzione alle Reti di Telecomunicazioni***

1

- **Classificazione delle reti di TLC**

2

**L'obiettivo di questa lezione è:**

- **dare una classificazione delle reti di telecomunicazioni**
- **fornire una serie di definizioni relative ai servizi offerti dalle reti e agli “attori” coinvolti nella fruizione e nella fornitura di un servizio di telecomunicazioni**
- **dare una classificazione dell'informazione che viaggia in una rete**

**Di seguito, iniziamo quindi con il discutere alcuni criteri di classificazione delle reti.**

## **Tipologie di reti di TLC**

- |                        |                                  |
|------------------------|----------------------------------|
| • <b>rete pubblica</b> | • <b>rete dedicata</b>           |
| • <b>rete privata</b>  | • <b>rete integrata</b>          |
| • <b>rete fissa</b>    | • <b>rete in area geografica</b> |
| • <b>rete mobile</b>   | • <b>rete in area locale</b>     |

## Classificazione in base al tipo di utenza

- **Rete pubblica:** se l'accesso e' consentito a chiunque provveda a stabilire un accordo contrattuale con il fornitore di servizi;
- **Rete privata:** quando gli utenti abilitati all'accesso costituiscono un insieme chiuso con specifiche esigenze di comunicazione, che richiedono accordi tra cliente e fornitore non assimilabili a quelli in ambito pubblico.

5

Esempi di reti pubbliche sono la rete telefonica, le reti di telefonia cellulare, la rete Internet.

Esempi di reti private sono le reti “interne” delle aziende, la rete che collega i “bancomat”, la rete delle ricevitorie del lotto o del totocalcio.

## Classificazione in base alla mobilità del terminale

- **Rete fissa** : se i servizi supportati dalla rete sono accessibili solo da parte di utenti che, ogniqualevolta desiderino comunicare, siano in posizione statica o che, pur in movimento, rimangano in un intorno relativamente ristretto di un sito di riferimento (abitazione, ambiente di lavoro, ecc.)
- **Rete mobile**: se invece l'accesso e' consentito ad utenti che sono in movimento senza limitazioni alle loro possibilità di deambulazione (a piedi o su veicoli).

7

Esempi di reti fisse sono la rete di telefonia tradizionale, le reti di computer aziendali con accesso "cablato" cioè mediante cavi in metallo.

Esempi di reti mobili sono le reti per la telefonia cellulare, le reti per l'accesso "WiFi" nei cosiddetti "hot-spot" (aeroporti, stazioni, alberghi) che consentono il collegamento ai computer con scheda "WiFi", le reti aziendali con accesso "WiFi".

## Classificazione in base alla estensione geografica

- **Rete in area geografica (Wide Area Network, WAN):** quando gli utenti sono distribuiti su un'area molto estesa (una nazione, un continente, l'intero globo terrestre).
- **Rete in area locale (Local Area Network, LAN):** quando l'area interessata è ristretta ad un singolo edificio o a un complesso di insediamenti entro il raggio di qualche chilometro.
- **Rete in area personale (Personal Area Network, PAN):** consente la comunicazione tra dispositivi a distanza di decine di centimetri fino a qualche metro

9

Esempi di reti in area geografica sono ovviamente la rete di telefonia tradizionale, le reti cellulari, le reti private aziendali per aziende localizzate in più sedi remote, la rete delle ricevitorie del lotto o del totocalcio.

Esempi di reti locali sono le reti di computer all'interno di una stessa sede di una azienda.

Si parla di reti in area personale per tecnologie come il "Bluetooth" che consentono di collegare i cellulari tra di loro o con un PC.

## Classificazione sulla gamma dei servizi supportati

- **Reti dedicate a un servizio**: sono state concepite e realizzate in passato per la fornitura di un singolo servizio e possono oggi essere utilizzate anche per un insieme ristretto di altri servizi, seppure con limitazioni severe per ciò che concerne la qualità conseguibile; esempi significativi di reti di questo tipo sono la *rete telefonica* e le *reti per dati*.
- **Rete integrata nei servizi**: sono invece di concezione più recente; il loro obiettivo è rendere possibile la fornitura di una *vasta gamma di servizi* di telecomunicazione con prestazioni di qualità e di costo decisamente migliori rispetto a quelle ottenibili con le reti dedicate

11

Ad esempio di come una rete dedicata possa essere limitatamente estesa per supportare altri servizi, la rete telefonica tradizionale è dedicata al trasporto della voce (detta anche “telefonia” o “fonia”), ma può anche essere usata per trasportare fax e per un collegamento dati a bassa velocità (<56kb/s) via modem.

Un esempio di rete integrata è la rete ISDN (Integrated Services Digital Network), che trasporta agli utenti flussi numerici su cui è possibile far viaggiare la voce o i dati. Ad esempio il cosiddetto “accesso base” ISDN offre agli utenti due canali a 64kb/s per trasportare la telefonia o i dati, per i dati sono quindi disponibili  $2 \times 64 = 128 \text{ kb/s}$ .

Le reti basate sul protocollo IP (quindi anche Internet) nascono come reti “dedicate” ai dati, ma sono ora diventate reti integrate, capaci di trasportare segnali multimediali (voce e video) oltre ai dati.

- **Attori e ruoli nelle reti di TLC / Classificazione dei servizi**

13

**In questa sezione si cercherà di individuare gli attori coinvolti nella fornitura e nella fruizione dei servizi offerti dalle reti di telecomunicazioni e le relazioni, anche “commerciali”, tra di essi. Si fornirà inoltre una classificazione dei servizi.**

## Soggetti e oggetto della telecomunicazione

- Una comunicazione a distanza avviene solitamente sulla base di un rapporto di domanda e di offerta
- Oggetto del rapporto è un servizio di telecomunicazione
- Soggetti del rapporto sono:
  - » il cliente del servizio (service customer)
  - » il fornitore del servizio (service provider)
  - » il gestore di rete (network operator)

15

## Servizio di telecomunicazione

- Un servizio di telecomunicazione è ciò che viene offerto da un gestore pubblico o privato ai propri clienti al fine di soddisfare una specifica esigenza di telecomunicazione.

16



**Esempi di servizi di TLC: la telefonia fissa, la telefonia cellulare, i “messagini” (SMS), l’accesso ad internet via modem, il collegamento in area locale di un PC ad una rete aziendale.**

**A fronte dei servizi offerti dai gestori viene in genere prevista una “tariffa” che può essere “a consumo”, “a forfait” (detta anche “flat-rate”) o mista (es. canone mensile più i consumi).**

**Ci sono anche i casi in cui la tariffa non è prevista come ad esempio nel caso del collegamento in area locale di un PC ad una rete aziendale, o l’accesso degli studenti attraverso una rete wireless “WiFi” nel campus di una università.**

## Cliente del servizio

- Ha l'esigenza di comunicare a distanza con altri clienti, secondo opportune modalità operative e prestazioni di qualità
- Per fruire di un servizio deve interagire con il fornitore
- Delega uno o più utenti (operatori umani o macchine di elaborazione) a fruire di un servizio. Gli utenti agiscono come sorgenti e/o collettori di informazione

Si distinguono quindi il “cliente” che è l’entità che sottoscrive il contratto con il fornitore del servizio e gli “utenti” che sono le entità che fruiranno dei servizi di TLC.

Ad esempio una azienda che sottoscrive un contratto con un operatore di telefonia cellulare per fornire ai propri dipendenti la possibilità di fare e ricevere chiamate sui cellulari è il “cliente”, mentre i dipendenti che possono effettuare e ricevere chiamate sono gli “utenti”.

## Logica del servizio

- La fruizione di un servizio comporta il richiamo e l’esecuzione di componenti funzionali, che qualificano il servizio nei suoi vari aspetti e che debbono svolgersi rispettando opportune regole. Queste costituiscono la logica del servizio
- Tra le componenti funzionali sono sempre inclusi un trasferimento e una utilizzazione dell’informazione

Ad esempio un servizio di telefonia “Numero Verde” (i numeri che iniziano per 800) prevede che il numero verde 800-xxxxxx venga convertito da un operatore di rete in un numero telefonico tradizionale, in modo invisibile per l’utente e che la chiamata venga appunto diretta a questo numero. La logica del servizio prevede una interazione con i meccanismi di tariffazione, in modo che l’utente chiamante non debba sostenere il costo della chiamata. Infine quando la chiamata è giunta alla destinazione avviene il trasferimento e l’utilizzazione dell’informazione (cioè la telefonata vera e propria).

## Fornitore del servizio

- Ha il compito di confezionare la logica del servizio e di rendere questa attivabile secondo modalità definite nel contratto con il cliente (es. qualità, costo)
- Per rendere possibile il trasferimento dell’informazione tra l’origine e la destinazione della comunicazione, deve poter utilizzare le risorse infrastrutturali rese disponibili dal gestore di rete

Il fornitore del servizio, in caso di reti pubbliche, è in genere una azienda di telecomunicazioni o di servizi che vende i servizi al pubblico (utenti privati o altre aziende) e ha in genere l'obiettivo di massimizzare il profitto.

Si noti che questo è vero nel caso di servizi offerti in regime di concorrenza, come è il caso *attualmente* del mercato delle TLC nei paesi più industrializzati. Non sempre è stato così: in molti paesi incluso il nostro inizialmente i servizi di telefonia sono stati offerti da aziende di stato, che avevano altri obiettivi, ad esempio garantire che tutti potessero usufruire del servizio a costi ragionevoli.

La “liberalizzazione” o “deregulation” è il passaggio dal regime di “monopolio” delle aziende di stato al regime di concorrenza tra operatori privati, con l'obiettivo di aumentare la qualità e il numero dei servizi offerti e di ridurre i costi per gli utenti.

Nel caso di reti private (ad esempio una rete interna ad un azienda) il “fornitore del servizio” può essere una funzione all'interno dell'azienda, il cui obiettivo è fornire servizi adeguati minimizzando i costi.

Si noti per inciso che una azienda può invece operare la sua rete interna dandola in tutto o in parte in “outsourcing” ad un fornitore di servizi esterno, ricadendo quindi nel caso precedente.

## Gestore di rete

- Ha il compito di attivare e mantenere operativi i mezzi tecnici e organizzativi che sono atti ad assicurare il supporto infrastrutturale di servizi di telecomunicazioni per una popolazione di utenti
- I vincoli da rispettare sono il conseguimento di una accettabile qualità per ognuno dei servizi supportati e di un costo di fornitura commisurato al beneficio ottenibile
- Gestore di rete e fornitore del servizio possono coincidere

25

In molti casi il fornitore del servizio e il gestore di rete coincidono (es. Telecom Italia fornisce il servizio di telefonia pubblica e gestisce la rete).

Un caso di separazione è quello dei “nuovi” operatori che possono sfruttare la rete di accesso di Telecom Italia (es. Tele2, Tiscali, ...), con modalità in genere stabilite dalle autorità garanti. In questi casi il “nuovo” operatore è il fornitore di servizio e Telecom Italia è il gestore della rete (almeno per quanto riguarda la sezione di accesso, mentre nella sezione interna in genere i “nuovi” operatori operano delle proprie reti).

Un altro esempio di separazione è quello dato dai fornitori “specializzati” di accesso ad Internet (Internet Service Providers – ISP) (es. McLink, Galactica, ...) che offrono connettività ad esempio via modem (ora anche via ADSL) utilizzando la rete telefonica come rete di accesso. Anche in questo caso il gestore della rete telefonica è diverso dal fornitore del servizio.

Spesso il fornitore del servizio utilizza più gestori di rete per “comporre” il servizio, inoltre un fornitore del servizio che utilizza un gestore di rete può essere visto a sua volta come un cliente di un altro fornitore di servizio.

Un ultimo commento riguarda il concetto di “qualità dei servizi” che il gestore di rete deve preoccuparsi di conseguire. Vi sono diversi modi di misurare la qualità del servizio, dipendenti ovviamente dal tipo di servizio in questione. Ad esempio la qualità del trasferimento di informazioni potrebbe misurarsi in termini di percentuale di errori di trasferimento (BER – Bit Error Rate). Per un servizio che prevede l’instaurazione di chiamate la probabilità di rifiuto nell’instaurazione è un parametro critico. Torneremo più avanti su questo argomento, uno degli obiettivi del corso è proprio quello di definire alcune modalità di valutazione di questi parametri prestazionali e di progettazione di reti con determinati obiettivi prestazionali.

## Rete di telecomunicazioni

- E' la piattaforma su cui è possibile per il fornitore “fornire” i servizi e per il cliente/utente fruire di tali servizi
- Consente quindi di:
  - » trasferire l'informazione a distanza secondo quanto richiesto nell'espletamento di ogni servizio
  - » eseguire la logica dei servizi
  - » controllare e gestire le sue parti componenti, in modo che il trasferimento avvenga entro prefissati obiettivi di qualità e di costo
  - » assicurare al cliente/utente e al fornitore il controllo e la gestione dei servizi supportati

## Classificazione dei servizi

- Portanti
- Teleservizi
- Di base
- Supplementari

29

## Potenzialità coinvolte

- Un servizio di comunicazione può essere classificato in base alle potenzialità dell'ambiente di comunicazione, che sono coinvolte nella sua fornitura.
- Queste sono sostanzialmente di due tipi: *potenzialità di rete* e, quando necessario, anche *potenzialità di apparecchio terminale*.
- Si distinguono le potenzialità “di basso livello” (legate al trasferimento dell’informazione) e di “alto livello” (legate all’utilizzo dell’informazione)

30

**Le funzionalità di basso livello sono preposte al trasferimento dell'informazione attraverso la rete.**

**Le funzionalità di alto livello riguardano invece gli aspetti connessi all'utilizzazione dell'informazione e possono anche includere funzionalità di controllo e di gestione.**

**In genere le funzionalità di basso livello sono presenti nei terminali e nella rete, quelle di alto livello solo nei terminali.**

## **Classificazione dei servizi**

- **Sulla base delle potenzialità coinvolte i servizi di telecomunicazione possono essere distinti in:**

- » **Servizi portanti (Bearer services)**
- » **Teleservizi (Teleservices)**



Un “servizio portante” fornisce la possibilità di trasferire informazioni d'utente tra due o più terminazioni di rete. Coinvolge quelle potenzialità di rete definite di “basso livello”.

Un “teleservizio” fornisce una possibilità di comunicare in senso lato, comprendente oltre agli aspetti di puro trasferimento dell'informazione anche quelli legati alla relativa utilizzazione. Ciò è ottenuto per mezzo di una stretta cooperazione tra apparecchio terminale ed elementi di rete. Un teleservizio è realizzato in genere combinando potenzialità di rete di “basso livello” e potenzialità di apparecchio terminale sia di “basso livello” che di “alto livello”.

Si noti che in un servizio portante l'utente può scegliere un proprio insieme di procedure relative alle interazioni tra funzioni di livello alto. La rete non assicura alcun controllo di compatibilità: dovrà essere l'utente a verificare la compatibilità con il proprio corrispondente. In un teleservizio le procedure relative a interazioni tra funzioni di livello alto sono definite come parte del servizio.

Un esempio di servizio portante è la connettività ad un ritmo costante tra due punti di accesso, detta anche CDN (Circuito Diretto Numerico), ad esempio a 64 kb/s o a 2.048 kb/s.

Tra i teleservizi di base finora normalizzati si possono citare la telefonia, il telex, il telefax (fax).

## Classificazione dei servizi

- *I servizi di base*: possono essere singolarmente offerti in modo autonomo da altri servizi dello stesso tipo.
- *I servizi supplementari*: modificano o complementano uno o più servizi di base; ne segue che un servizio supplementare non e' offribile in modo autonomo da uno di base.

35

- Tipologie di informazione da trasferire

36

In questa sezione andiamo a classificare l'informazione che deve essere trasferita in rete. Si distingue tra l'informazione "di utente", il cui trasferimento è il fine ultimo di una rete di Telecomunicazioni, e le informazioni "di controllo" e "di gestione" che sono necessarie per realizzare il trasferimento dell'informazione di utente in modo appropriato.

## Tipi di informazione da trasferire

- **Informazione di utente**
  - » funzioni di trasporto
- **Informazione di segnalazione**
  - » funzioni di controllo
- **Informazione di gestione**
  - » funzioni di gestione

## Informazione di utente

- **L'informazione di utente** include quanto viene emesso da una sorgente ed e' destinato a uno o più collettori di informazione per le finalità di una particolare applicazione, ma comprende anche quanto viene in generale aggiunto al flusso informativo di sorgente (*extra-informazione*) per scopi di procedura o di protezione (overhead).
- Lo scambio dell'informazione di utente e' quindi l'obiettivo primario di un servizio di telecomunicazione.

39

## Informazione di utente

- Costituiscono l'informazione di utente, *in alternativa o in unione* parziale o totale, le forme codificate di voce, di suoni musicali, di dati, di testi, di immagini fisse o in movimento.
- In relazione poi alla capacita' di gestire un solo mezzo di rappresentazione o più di uno, una comunicazione si dice **monomediale** nel primo caso o **multimediale** nel secondo; gli stessi attributi sono utilizzati con riferimento a un servizio o a una applicazione.

40

## Informazione di utente

- L'informazione di utente può essere scambiata tra due o più utenti o tra utenti e centri di servizio e, nello scambio, può essere trattata dall'infrastruttura in modo trasparente oppure può essere elaborata, come accade nei casi di una archiviazione, di una conversione di mezzo di rappresentazione (ad esempio, da testo a voce sintetizzata), di una codifica crittografica svolta all'interno della rete.

41

Un esempio di trasferimento di informazione di utente tra utente e centri di servizio è data dalla comunicazione degli utenti con i sistemi di segreteria telefonica centralizzata. L'utente chiamante viene messo in contatto con il sistema di segreteria telefonica centralizzato e può lasciare un messaggio, l'utente chiamato può successivamente entrare in comunicazione con il sistema di segreteria telefonica e riascoltare i messaggi registrati.

## Informazione di segnalazione

- **L'informazione di segnalazione** (o di controllo) e' di supporto affinché possa avvenire lo scambio dell'informazione di utente. Essa ha lo scopo di consentire le interazioni tra cliente/utente e fornitore di servizi nell'ambito di quanto previsto
  - per inizializzare la comunicazione, per negoziarne le caratteristiche qualitative e quantitative iniziali e per modificare tali caratteristiche nel corso della comunicazione;
  - per ottenere un arricchimento dei servizi di base con il coinvolgimento di risorse di elaborazione accessibili nell'ambiente di comunicazione.

43

Esempio tipico di segnalazione è la segnalazione necessaria per instaurare una chiamata nella rete telefonica tradizionale. La segnalazione nasce dal terminale di utente, attualmente sotto forma di una sequenza di “multi-toni” che individuano i 12 simboli della tastiera telefonica (mentre una volta tale segnalazione era effettuata con una successione di impulsi ottenuti dalla rotazione del disco di selezione). Questa segnalazione viaggia fino alla centrale sullo stesso canale su cui viaggia la voce (per questo viene chiamata segnalazione in banda). La centrale telefonica di accesso interpreta questa segnalazione, individua la centrale cui inoltrare la chiamata e converte la segnalazione in un opportuno messaggio di segnalazione. La segnalazione viene trasmessa alla centrale individuata attraverso una apposita rete di segnalazione (per questo viene detta segnalazione fuori banda).

## Informazione di gestione

- **L'informazione di gestione** ha lo scopo di consentire il complesso di **operazioni** necessarie per gestire la fornitura dei servizi e i mezzi necessari allo scopo; in questi ultimi sono ovviamente incluse le risorse preposte al trasferimento delle informazioni di utente e di segnalazione.
  - » *operazioni di esercizio* (erogazione del servizio)
  - » *operazioni di manutenzione* (mantenimento del servizio)
  - » *operazioni di amministrazione* (addebito del servizio)

45

La gestione delle reti è generalmente realizzata in modo “centralizzato” mediante dei “centri di gestione” che sono in grado di comunicare con gli apparati di rete (e talvolta anche con i terminali).

L'informazione di gestione viaggia quindi principalmente tra gli apparati di rete e i centri di gestione (e viceversa). Gli apparati comunicano al centro di gestione informazioni relative allo stato corrente, incluse le segnalazioni di guasti o anomalie. I centri di gestione possono inviare comandi di configurazione degli apparati in risposta alle situazioni di guasto o per il normale esercizio della rete.

I nodi di rete possono inoltre scambiarsi reciprocamente informazione di gestione, che può essere interpretata localmente dai nodi e/o inoltrata al centro di gestione.