

# Reti di Calcolatori AA 2012/2013



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

<http://disi.unitn.it/locigno/index.php/teaching-duties/computer-networks>

## Architetture Protocollari

Renato Lo Cigno

# Copyright

Quest'opera è protetta dalla licenza:

*Creative Commons*

*Attribuzione-Non commerciale-Non opere derivate*

*2.5 Italia License*

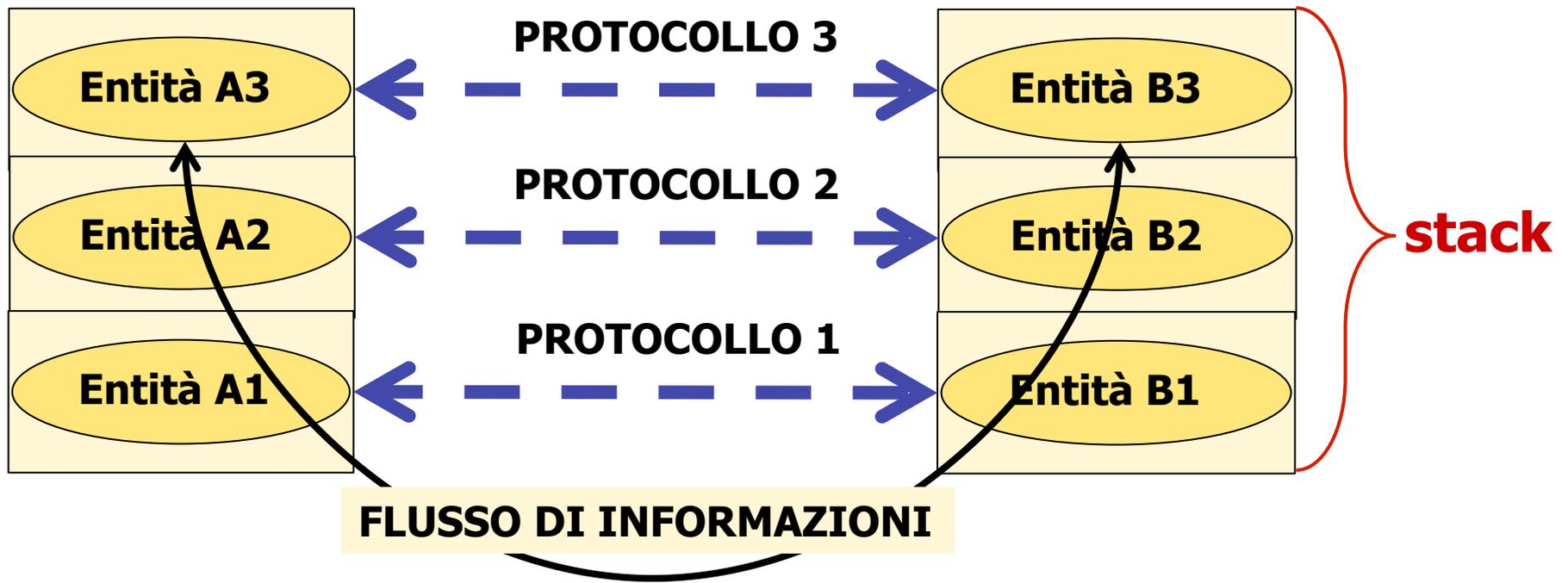
Per i dettagli, consultare

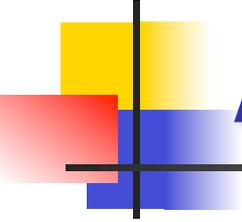
*<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/>*



# Architettura Protocollore

- Insieme dei protocolli e delle loro inter-relazioni che definiscono una architettura logica e fisica di comunicazione

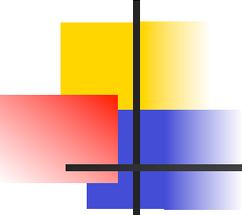




# Architetture: modello a strati

---

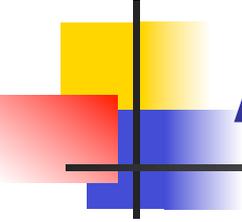
- Un'architettura di rete definisce:
  - il processo di comunicazione
  - le relazioni tra entità coinvolte nella comunicazione
  - le funzioni necessarie per la comunicazione
- Si usano architetture *stratificate*
  - semplicità di progetto
  - raggruppamento in *strati* (o *livelli*) di funzioni simili per logica o tecnologia
  - gerarchia tra strati



# Architetture: Origini

---

- L'idea di una architettura modulare e stratificata è simile ai principi di sviluppo modulare del codice
  - Pezzi riutilizzabili
  - Librerie senza dipendenze esterne
  - Costruzione "funzionale" dei servizi
    - Una entità di un certo strato costruisce le proprie funzioni sulla base delle funzioni dello strato sottostante e non in base a come queste funzioni sono realizzate
- Esistono molte architetture protocollari diverse:
  - ISO/OSI
  - TCP/IP
  - ISDN – B-ISDN
  - ...



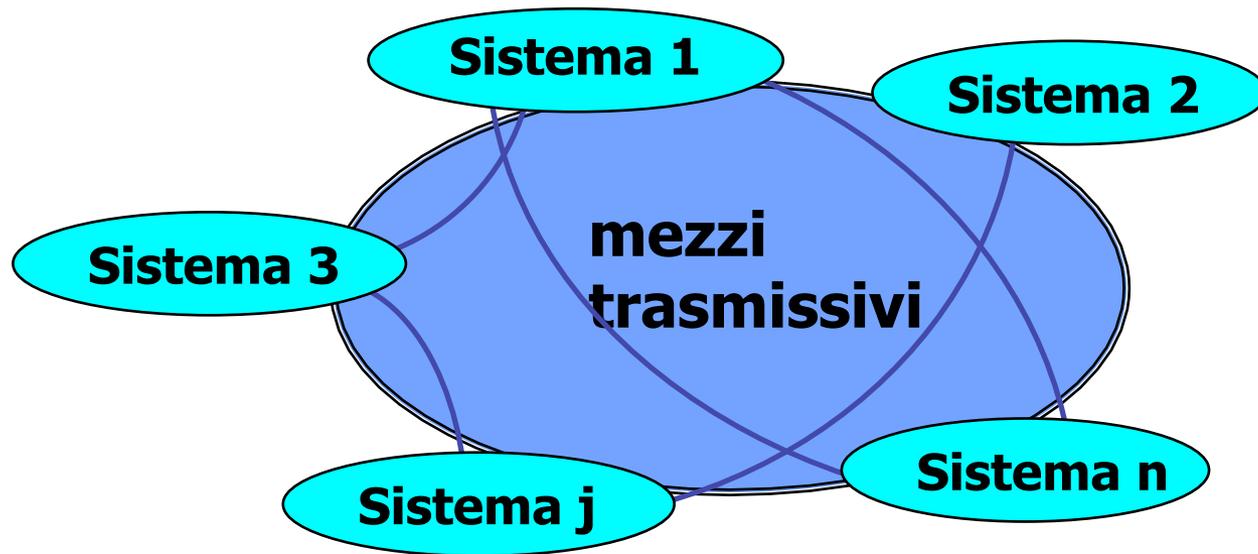
# Architetture: quali studiare?

---

- Panoramica sul modello astratto ISO/OSI
  - acquisire concetti di base
  - avere un riferimento astratto su cui mappare i diversi modelli delle reti reali
  - imparare una terminologia precisa a cui riferirsi
- TCP/IP in quanto architettura di Internet
  - Sarà il nostro riferimento per tutto il corso
- Una veloce “occhiata” a modelli alternativi

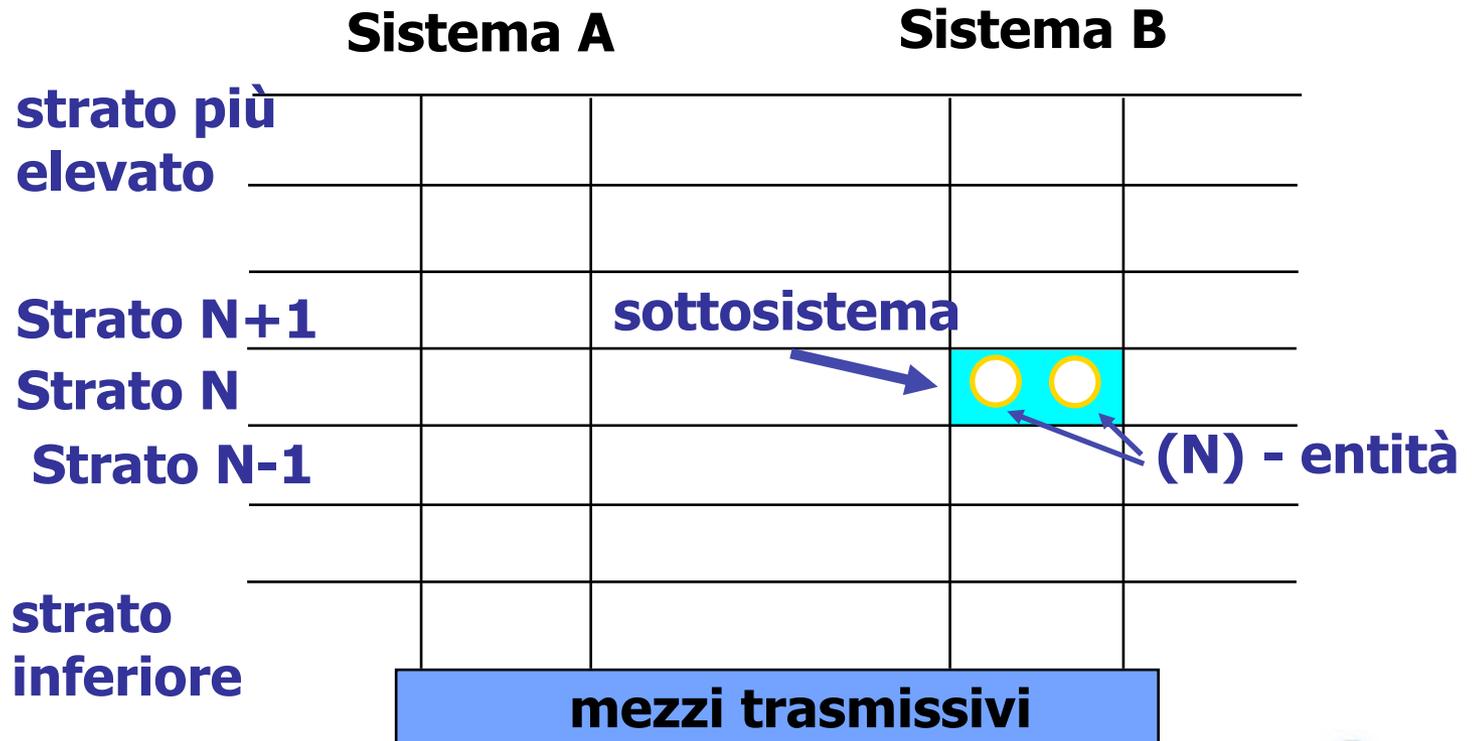
# Architetture di rete

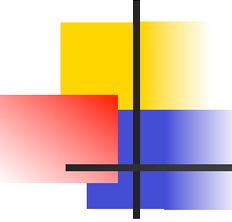
- In astratto, una rete è composta di *sistemi* (terminali, nodi...) collegati tra loro da mezzi trasmissivi



# Strati o livelli

- Ogni sistema è composto da sottosistemi
- Ogni sottosistema realizza le funzioni proprie di uno strato tramite delle *entità*





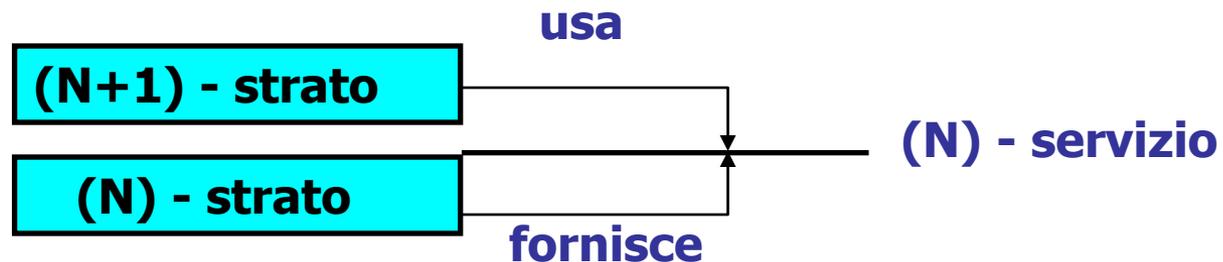
# Stratificazione

---

- Ogni strato (o livello)
  - fornisce servizi allo strato superiore
  - usando
    - i servizi dello strato inferiore
    - le proprie funzioni
- Identificabili:
  - fornitori di servizio
  - utenti del servizio
  - punti di accesso al servizio: SAP (Service Access Point)

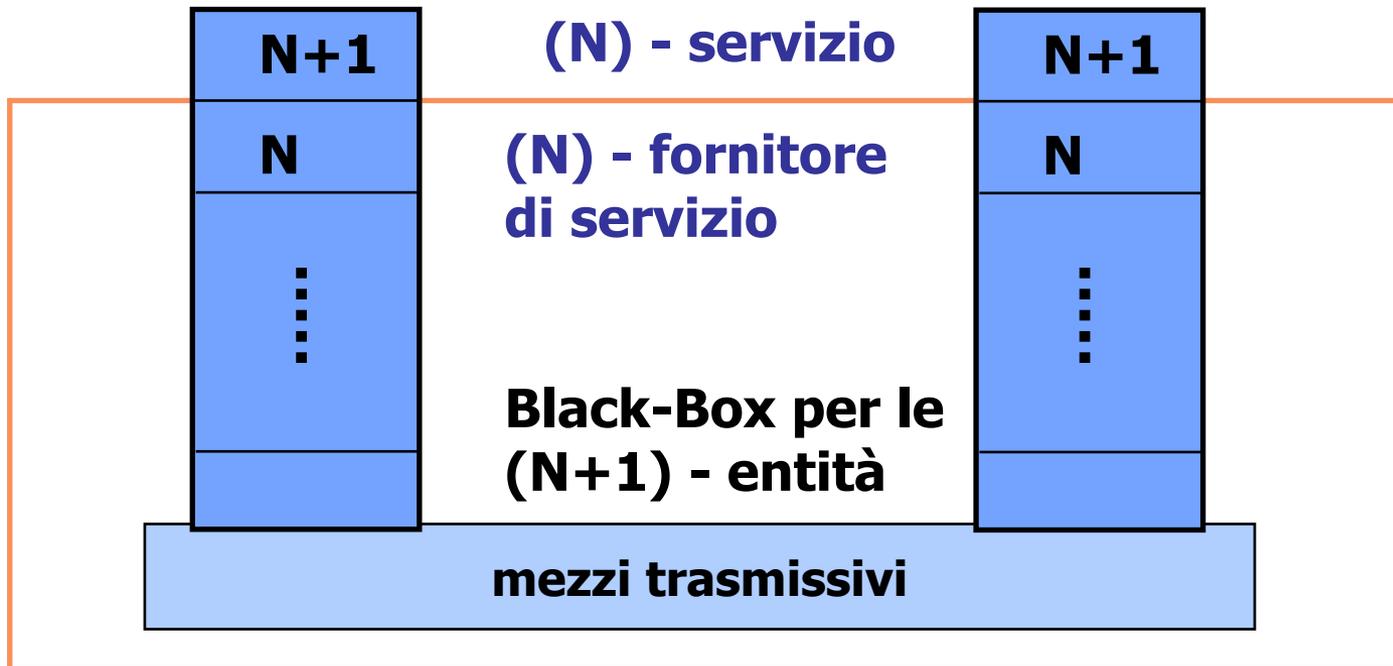
# Servizi

- Gli utenti dello strato N sono le (N+1)-entità
- (N+1)-entità cooperano e comunicano usando (N)-servizi
- Gli (N)-servizi sono forniti dagli (N)-fornitori di servizio



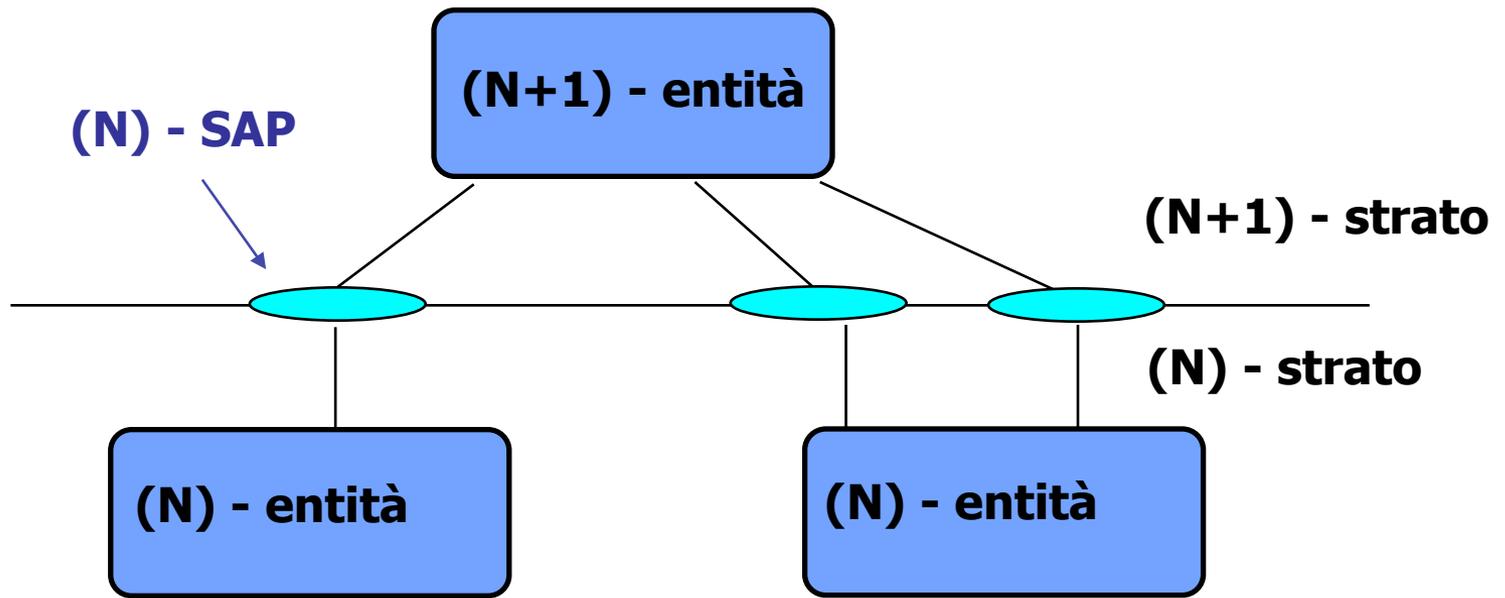
# Servizi

- Uno strato N+1 percepisce gli strati inferiori solo in quanto fornitori di un (N)-servizio
- Tutti gli strati da N in giù sono una "black box" per le (N+1)-entità



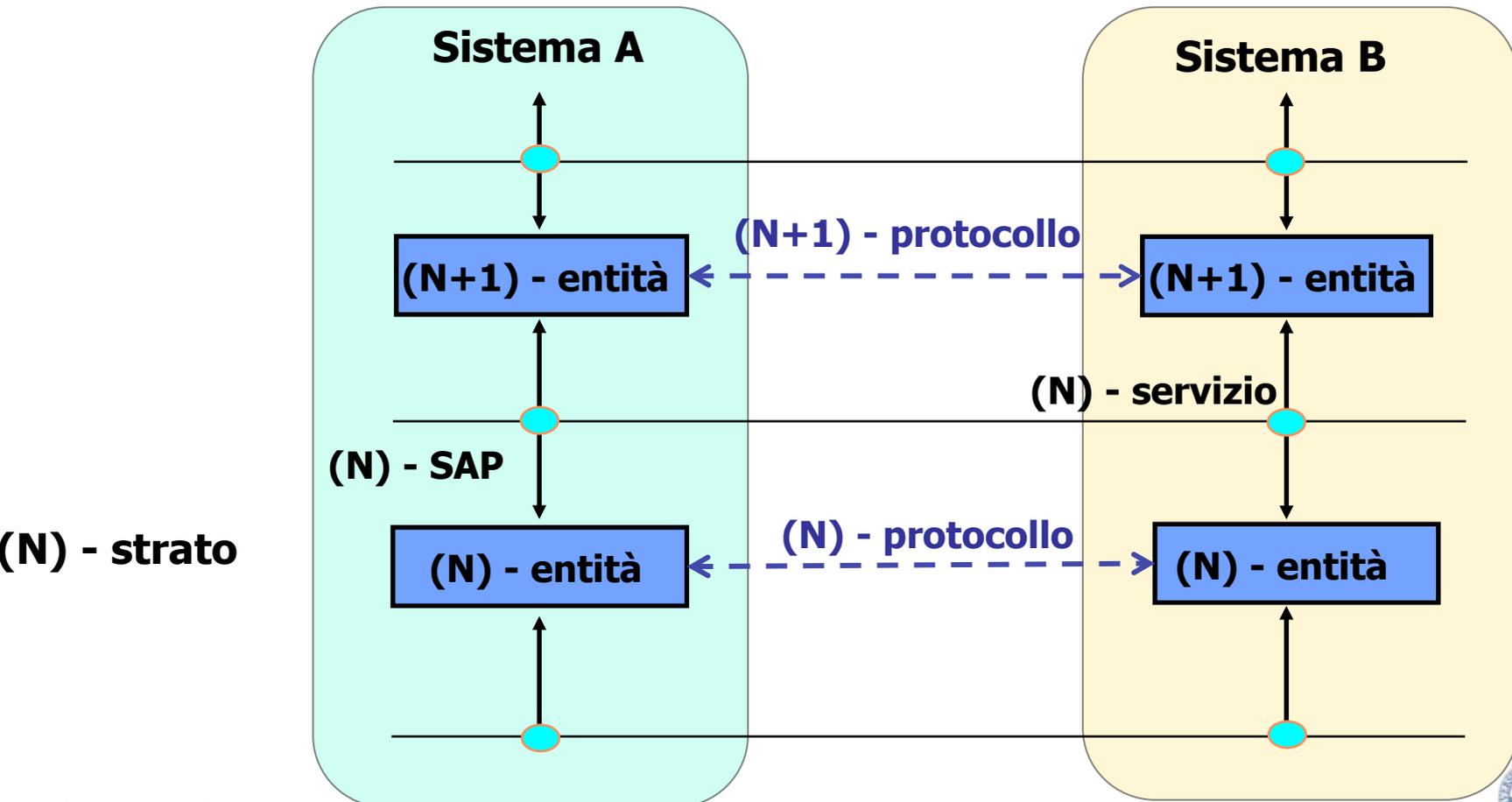
# Service Access Point

- Un (N)-servizio è offerto ad una (N+1)-entità attraverso una interfaccia di programmazione che chiamiamo *punto di accesso al servizio* o (*Service Access Point - SAP*)



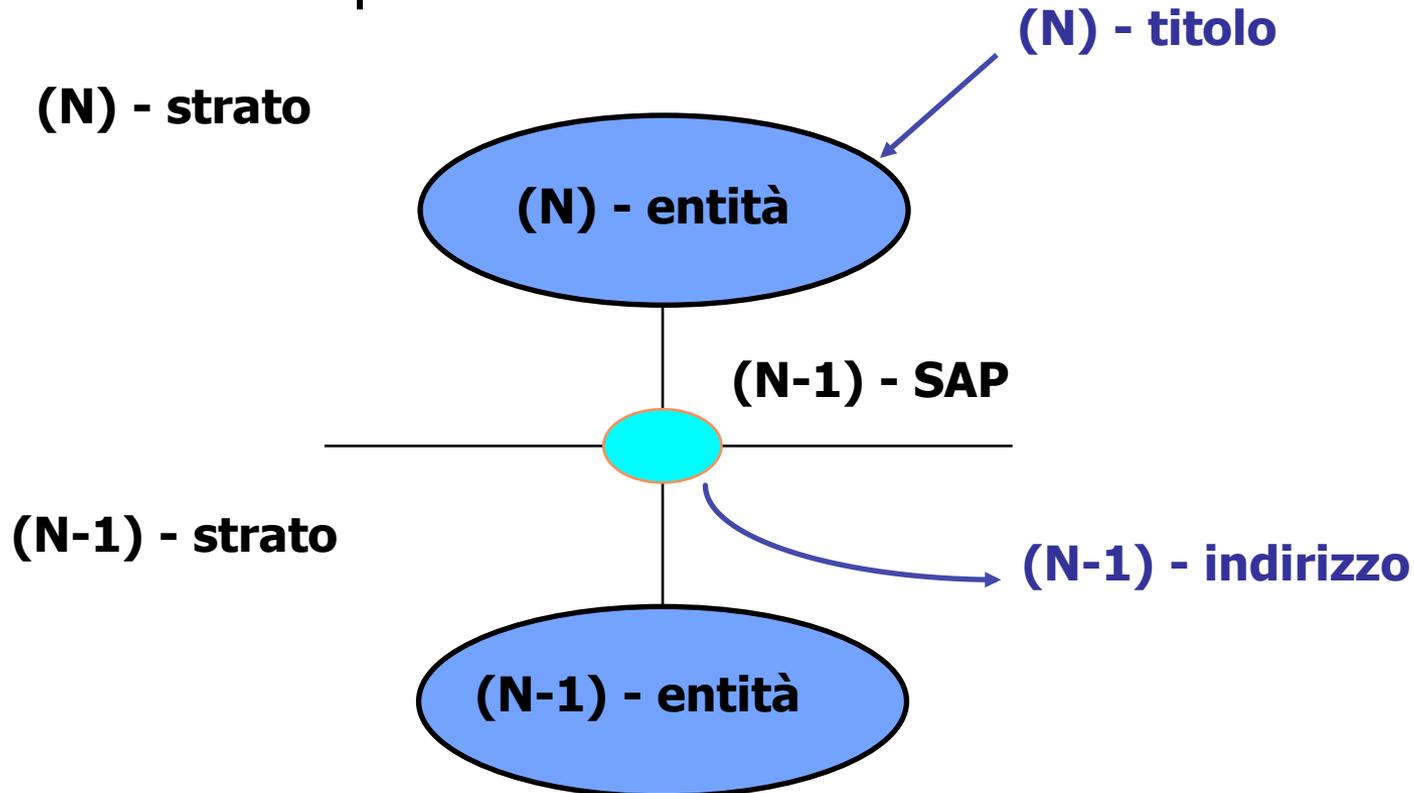
# Protocolli

- Lo scambio di informazioni tra (N)-entità omologhe di sistemi diversi avviene con un (N)-protocollo



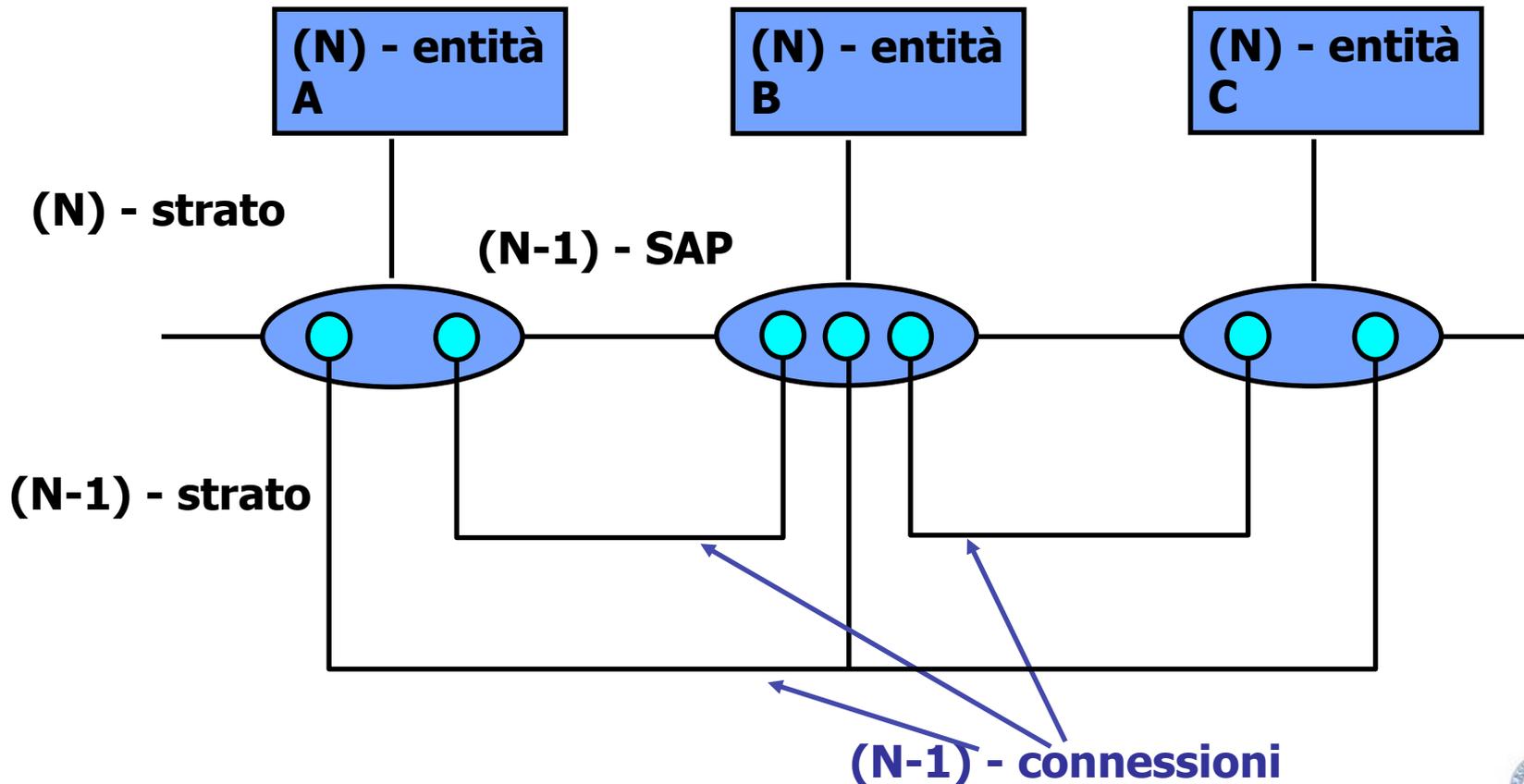
# Indirizzi titoli e identificazione logica

- Ogni N-SAP è identificato da un *N-indirizzo*, ogni N-entità da un *N-titolo*
- L'indirizzo diventa anche un mezzo per identificare l'entità che su quel SAP riceve servizio



# Connessioni

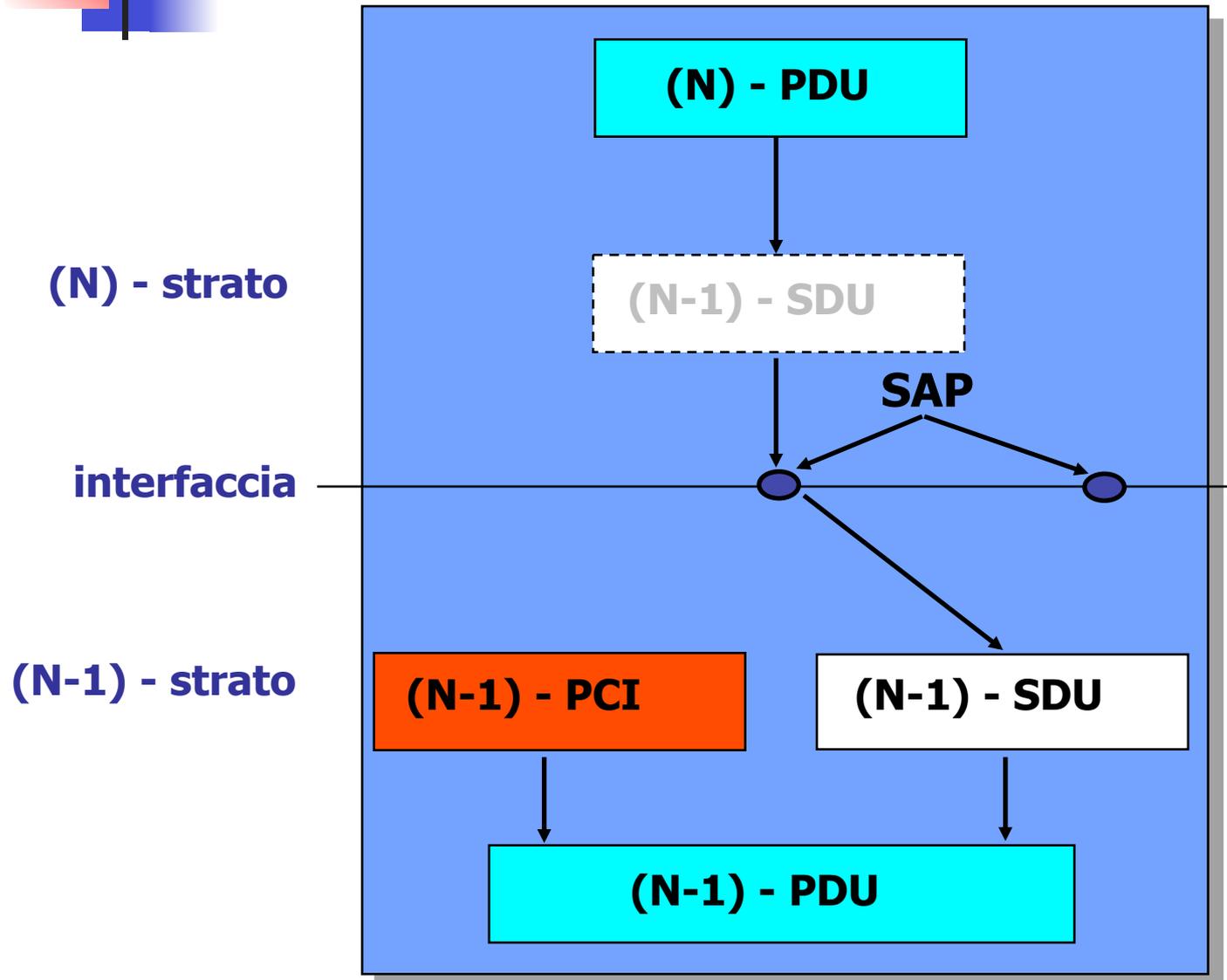
- Una connessione è una relazione esistente tra SAP diversi (sullo stesso strato) per lo scambio di dati tra interfacce



# Creazione PDU

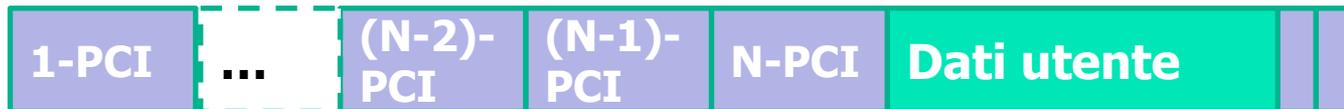
- In un sistema con M strati, i dati utente sono una M-SDU e ricevono una M-PCI, per formare una M-PDU
- Ogni strato inferiore tratta la PDU dello strato superiore come una "*busta chiusa*" a cui aggiungere solo un'intestazione
- Nel passaggio da un N-strato ad un (N-1)-strato, la N-PDU diventa una (N-1)-SDU e acquisisce una (N-1)-PCI (un'intestazione, con informazioni di "lavoro" dello strato)
- Nominalmente, prima della trasmissione, i dati ricevono tante intestazioni quanti sono gli strati attraversati nel sistema
- In ricezione, avviene il processo inverso

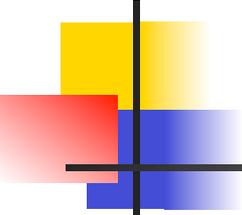
# Creazione PDU



# Creazione PDU

- Di strato in strato, la PDU acquisisce intestazioni (aggiunte in testa e in coda)



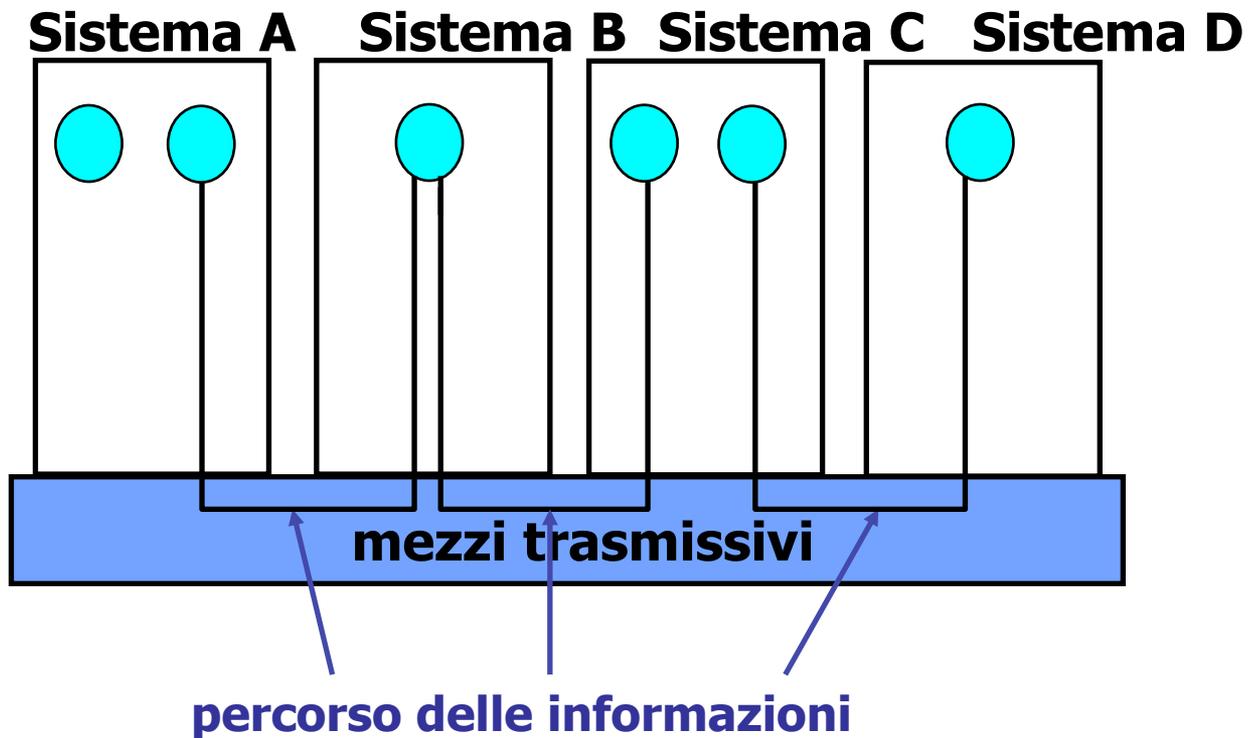


# Creazione PDU

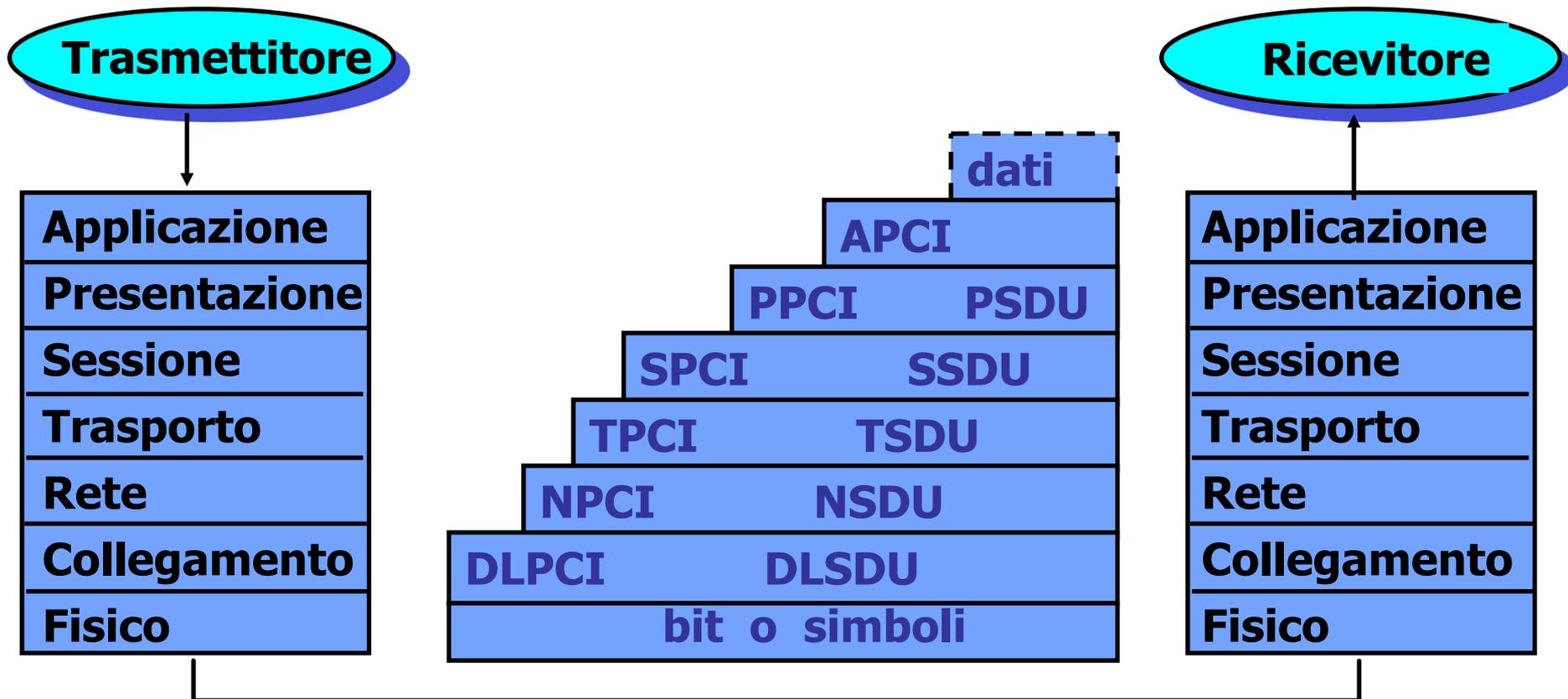
---

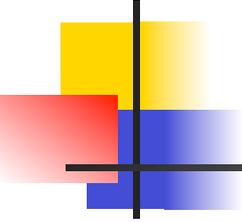
- Sulle unità dati esiste la possibilità di
  - segmentazione
  - concatenazione
- La segmentazione può avvenire sia costruendo più (N) - PDU da una (N) - SDU, sia generando più (N-1) - SDU da una (N) - PDU
- Analogamente per la concatenazione

# Trasferimento informazioni



# Trasferimento informazioni



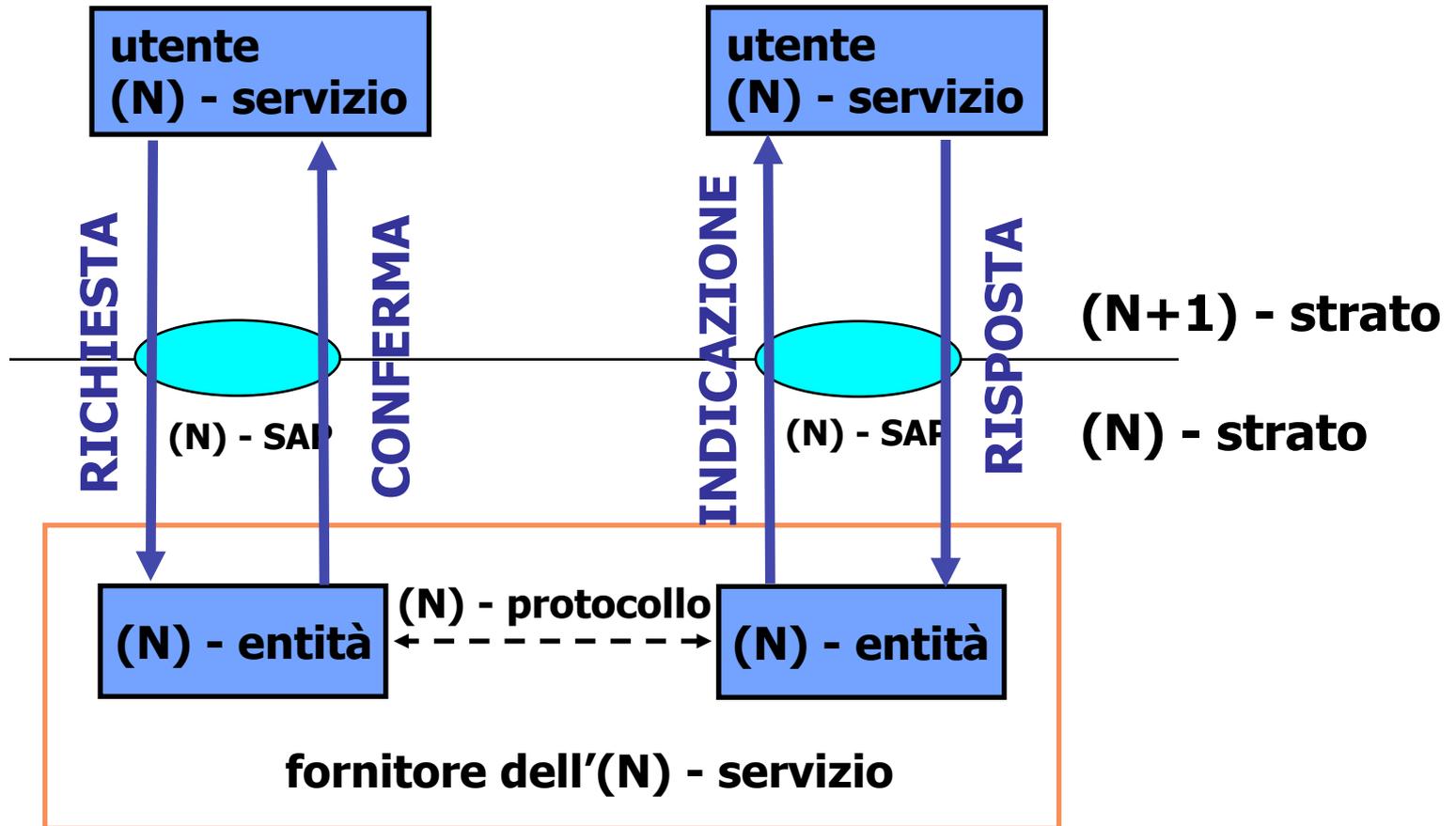


# Primitive

---

- Insieme di interazioni su una interfaccia che avvengono in tempi diversi e che permettono di offrire un servizio
- Esempio: servizio di trasferimento di una lettera nel sistema postale
  - Deposito della lettera nella buca delle lettere da parte del mittente
  - Consegna da parte del portalettere della lettera nella buca delle lettere del destinatario
- Simile a una procedura (o funzione o routine) nel software

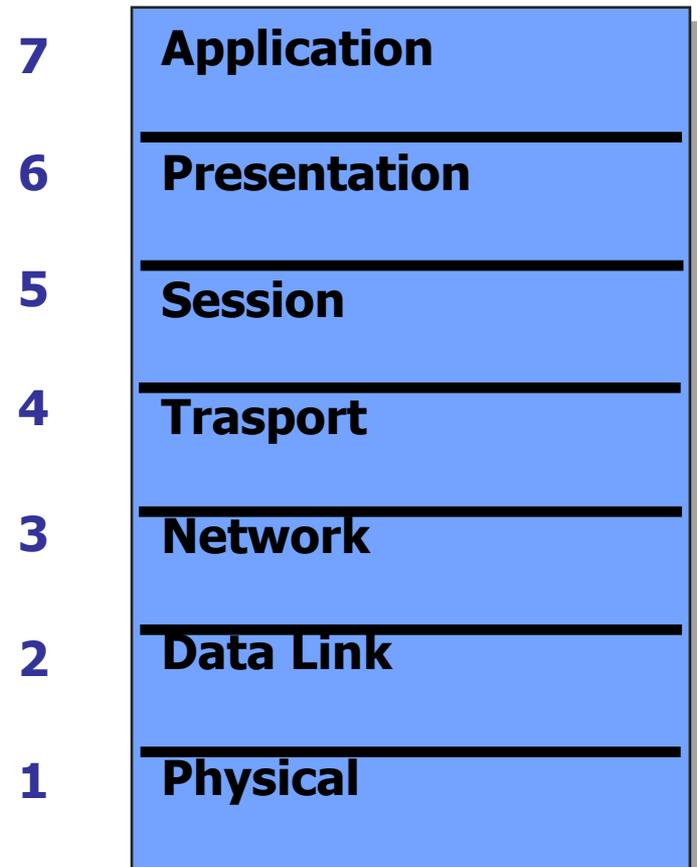
# Primitive



# Modello di riferimento ISO/OSI

- (Open System Interconnection) è recepito nei seguenti standard
  - ISO IS 7498
  - CCITT X.200
- I principi fondamentali definiti dal modello di riferimento OSI sono oggi universalmente accettati
- Ciò non significa che tutte le architetture di protocolli siano conformi al modello OSI ...
  - ... anzi praticamente non si usa da nessuna parte
  - ... e per questo ha un elevato valore come riferimento e confronto

# Open System Interconnection (OSI)

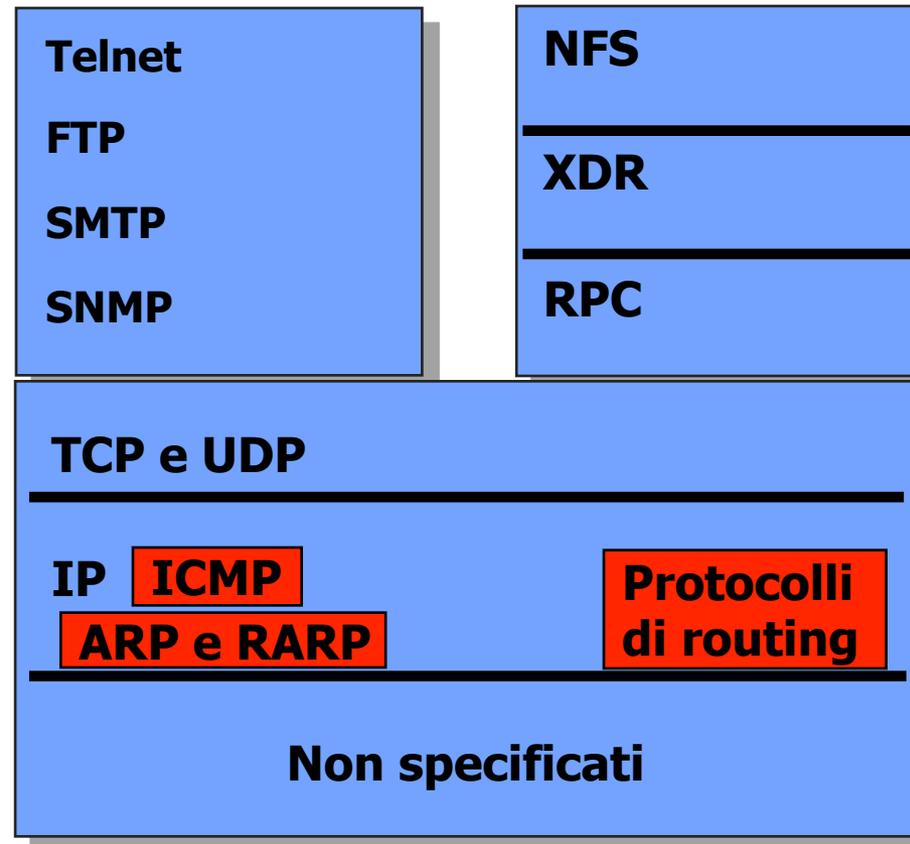


# OSI ed Internet

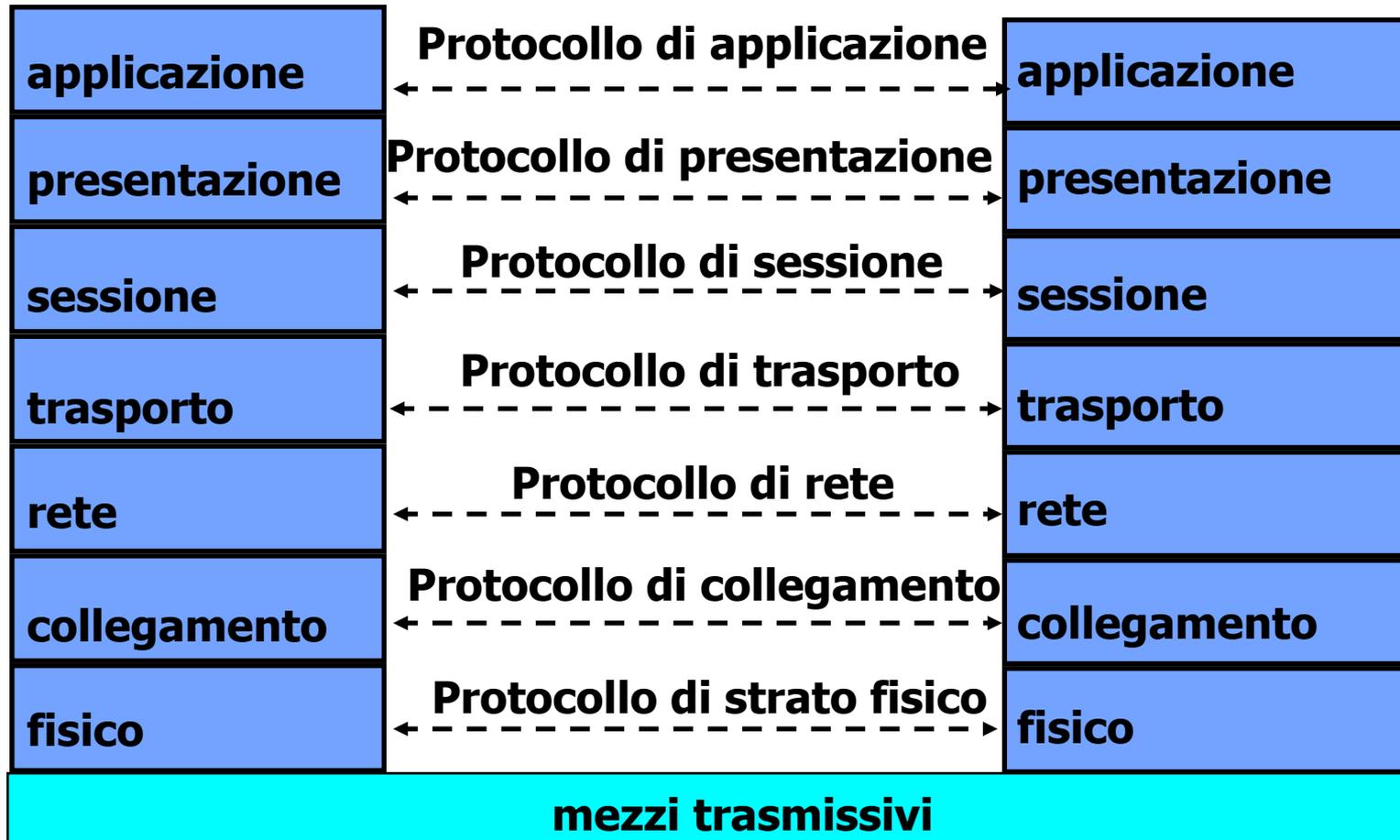
## OSI



## Internet Protocol Suite

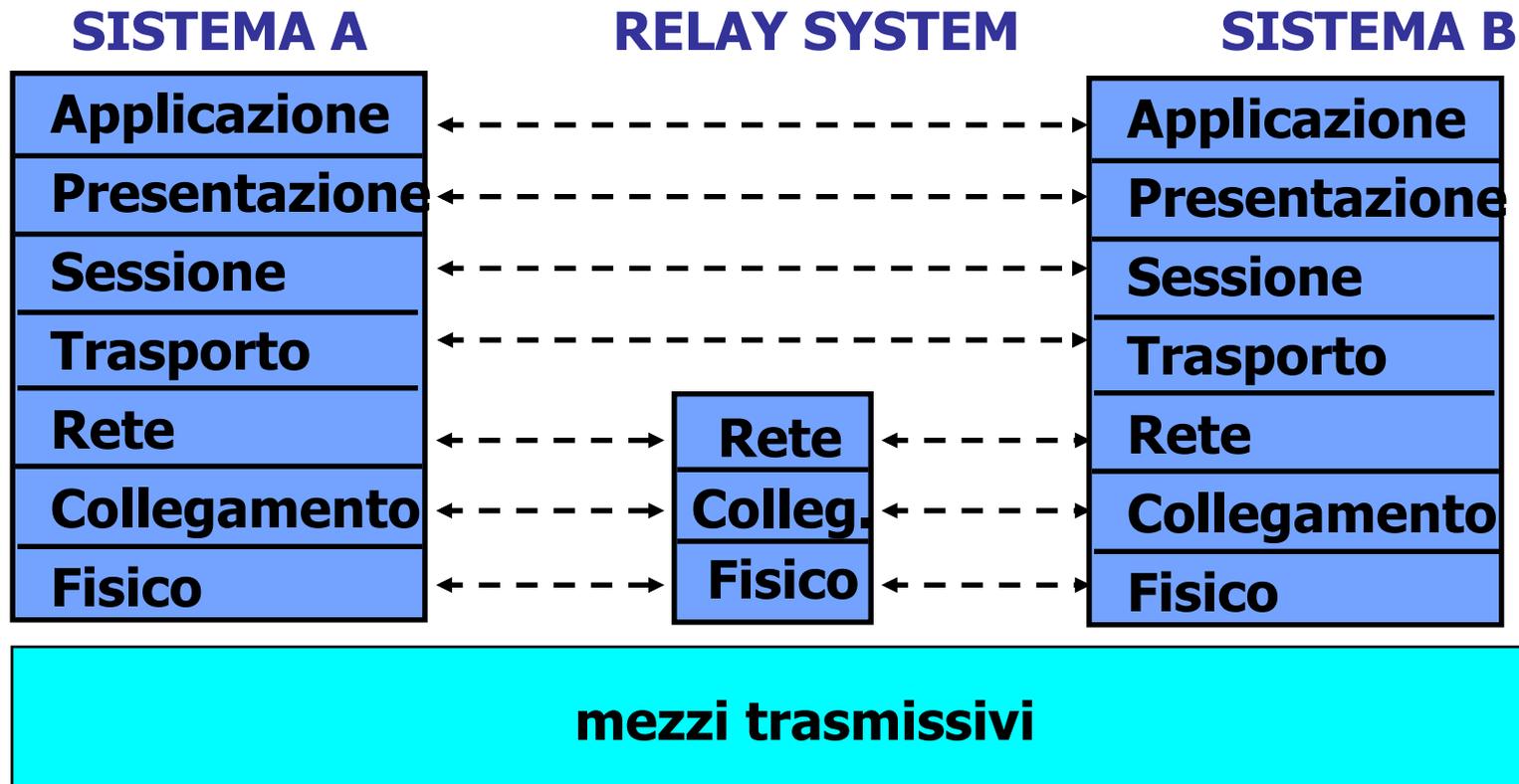


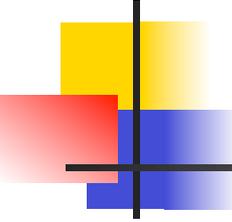
# Setti strati OSI



# Sistemi

- sistemi terminali
- sistemi di rilegamento (relay)

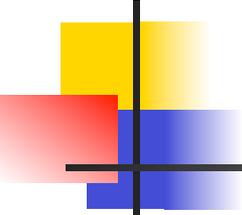




# Strato 1: fisico

---

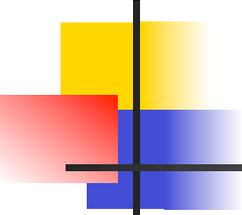
- Physical layer:
  - fornisce i mezzi meccanici, fisici, funzionali e procedurali per attivare, mantenere e disattivare le connessioni fisiche
  - ha il compito di effettuare il trasferimento delle cifre binarie scambiate dalle entità di strato di collegamento
  - le unità dati sono bit o simboli
  - definizione di codifiche di linea, connettori, livelli di tensione



# Strato 2: collegamento

---

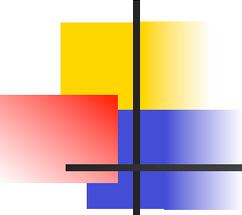
- Data link layer
  - fornisce i mezzi funzionali e procedurali per il trasferimento delle unità dati tra entità di strato rete e per fronteggiare malfunzionamenti dello strato fisico
  - funzioni fondamentali:
    - rivelazione e recupero degli errori di trasmissione
    - controllo di flusso
    - delimitazione delle unità dati



# Strato 3: rete

---

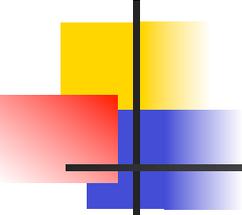
- Network layer
  - fornisce i mezzi per instaurare, mantenere e abbattere le connessioni di rete tra entità di strato trasporto
  - funzioni fondamentali:
    - instradamento
    - controllo di flusso e congestione
    - tariffazione



# Strato 4: trasporto

---

- Transport layer
  - colma le carenze di qualità di servizio delle connessioni di strato rete
  - funzioni fondamentali:
    - controllo d'errore
    - controllo di sequenza
    - controllo di flusso
  - esegue moltiplicazione e demoltiplicazione di connessioni
  - Esegue la segmentazione dei dati in pacchetti e la loro ricomposizione a destinazione



# Strato 5: sessione

---

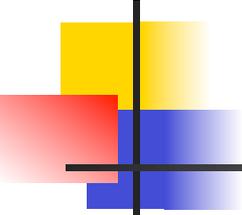
- Session layer

- assicura alle entità di presentazione una connessione di sessione
- organizza il colloquio tra le entità di presentazione
- struttura e sincronizza lo scambio di dati in modo da poterlo sospendere, riprendere e terminare ordinatamente
- maschera le interruzioni del servizio trasporto
- *Spesso integrato nelle funzioni dei livelli superiori*

# Strato 6: presentazione

- Presentation layer

- risolve i problemi di compatibilità per quanto riguarda la rappresentazione dei dati da trasferire
- risolve i problemi relativi alla trasformazione della sintassi dei dati
- può fornire servizi di cifratura delle informazioni
- *Spesso integrato nelle funzioni del livello superiore*

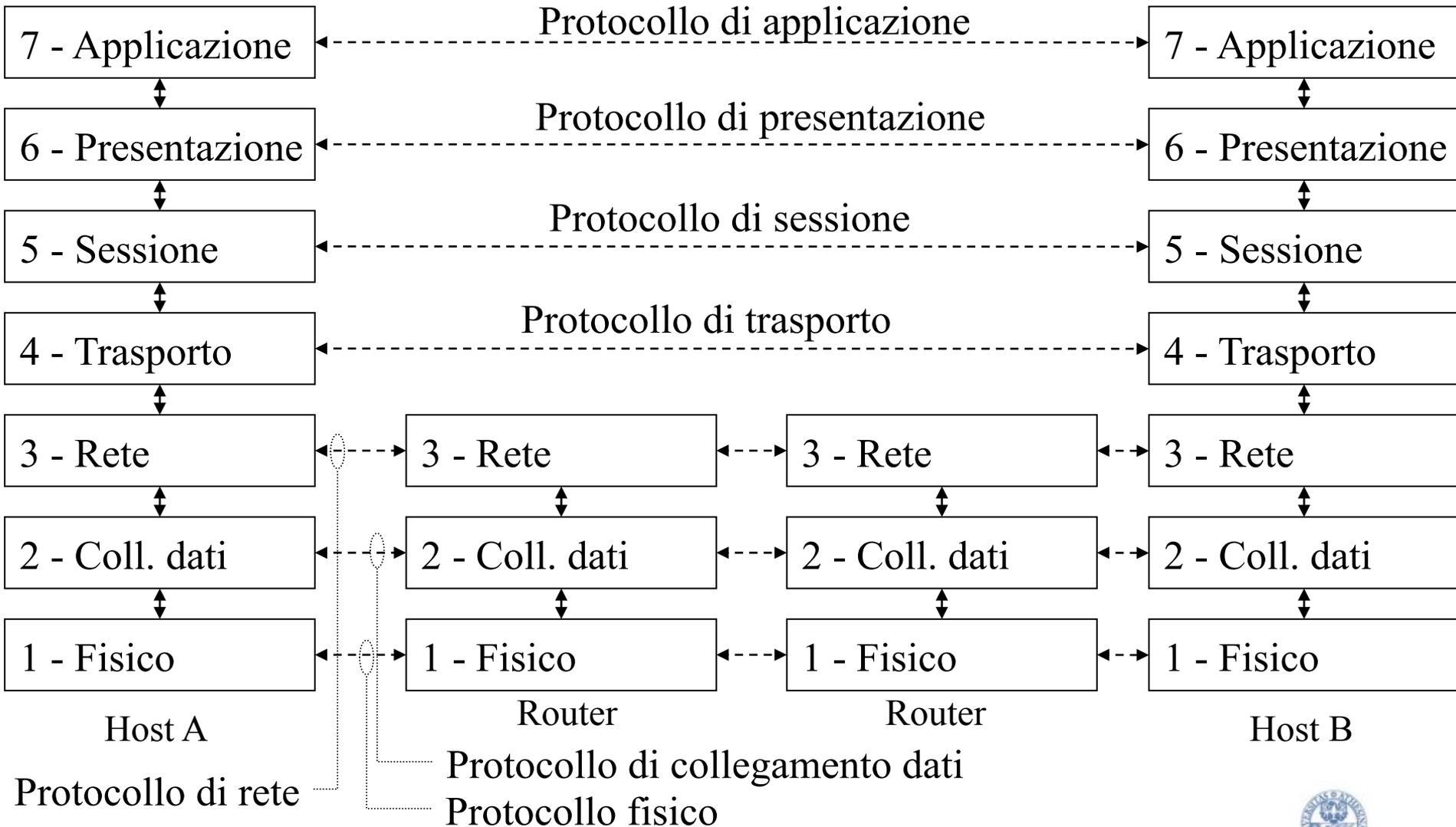


# Strato 7: applicazione

---

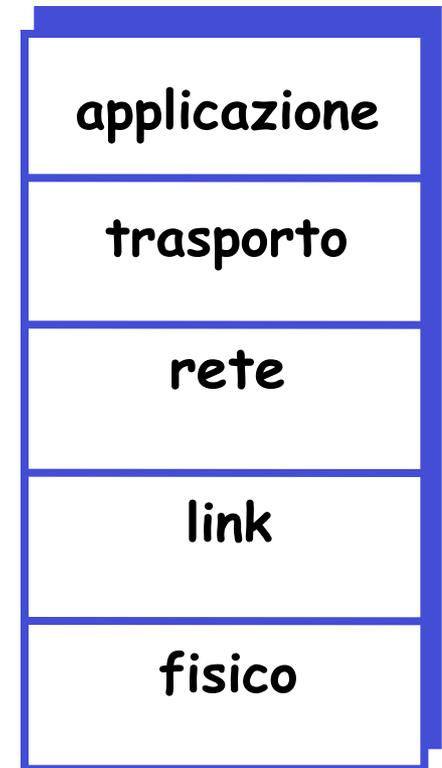
- Application layer
  - fornisce ai processi applicativi i mezzi per accedere all'ambiente OSI
  
- Esempi di servizio
  - trasferimento di file
  - terminale virtuale
  - posta elettronica

# Non tutti i nodi hanno tutti i livelli



# Pila di protocolli Internet (TCP/IP)

- **applicazione:** di supporto alle applicazioni di rete
  - FTP, SMTP, HTTP
- **trasporto:** trasferimento dei messaggi a livello di applicazione tra il modulo client e server di un'applicazione
  - TCP, UDP
- **rete:** instradamento dei datagrammi dall'origine al destinatario
  - IP, protocolli di instradamento
- **link (collegamento):** instradamento dei datagrammi attraverso una serie di commutatori di pacchetto
  - PPP, Ethernet
- **fisico:** trasferimento dei singoli bit

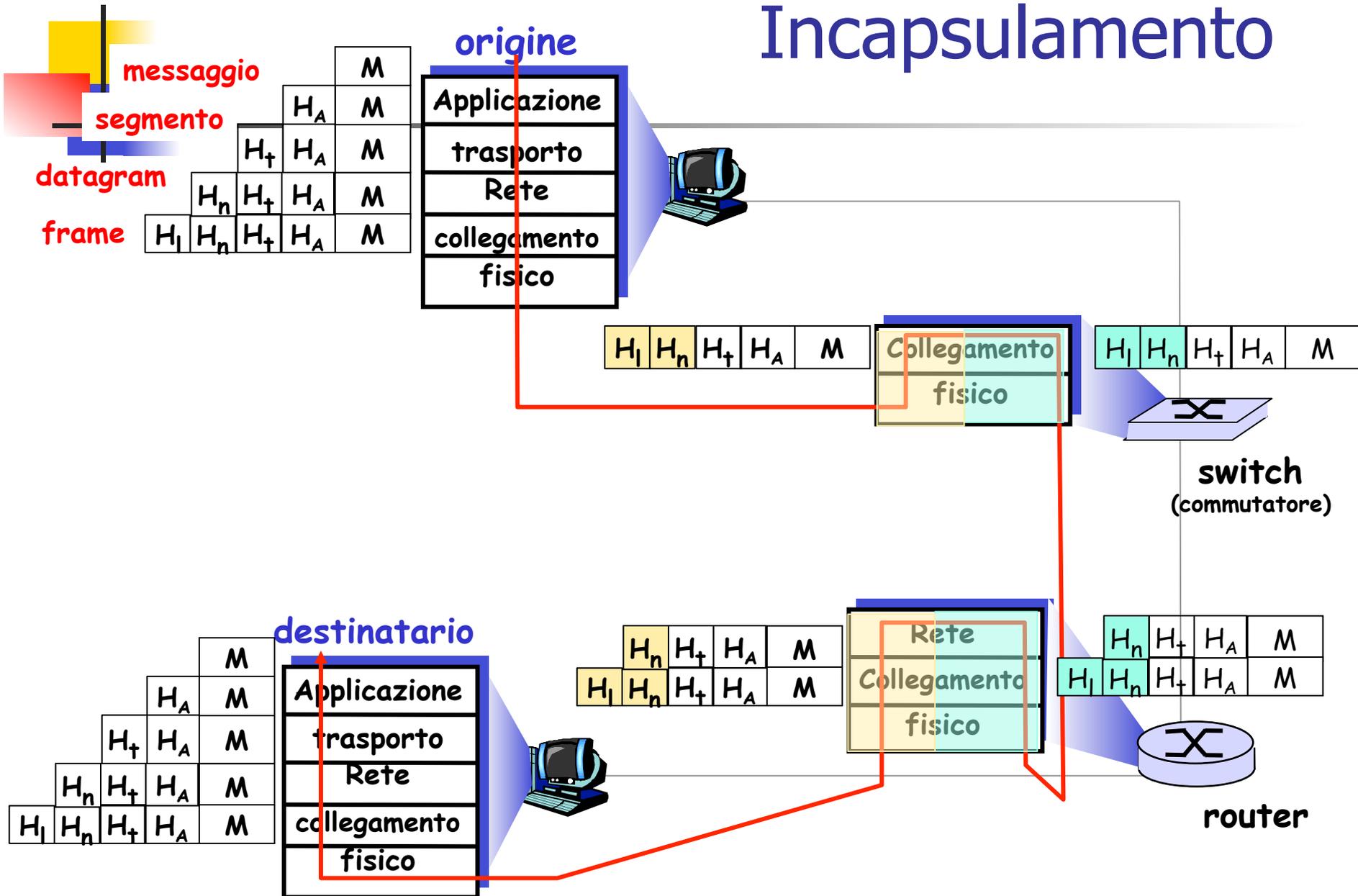


# Modello di riferimento ISO/OSI

- ❑ **presentazione**: consente alle applicazioni di interpretare il significato dei dati (es. cifratura, compressione, convenzioni specifiche della macchina)
- ❑ **sessione**: sincronizzazione, controllo, recupero dei dati
- ❑ La pila Internet è priva di questi due livelli!
  - ❖ questi servizi, *se necessario*, possono essere implementati nelle applicazioni o nel livello applicativo
  - ❖ sono necessari?



# Incapsulamento



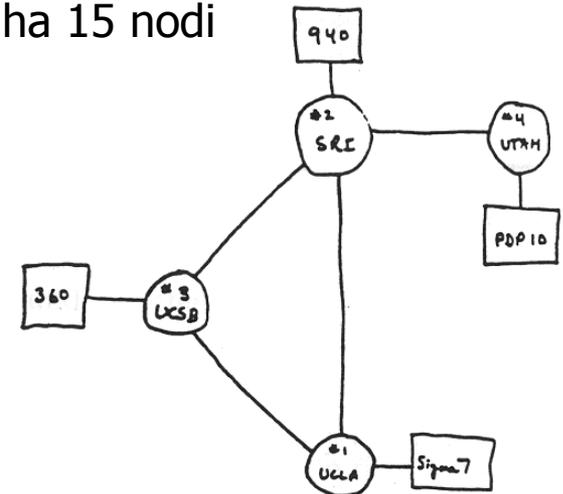
# Storia di Internet

## 1961-1972: sviluppo della commutazione di pacchetto

- 1961: Kleinrock - la teoria delle code dimostra l'efficacia dell'approccio a commutazione di pacchetto
- 1964: Baran - uso della commutazione di pacchetto nelle reti militari
- 1967: il progetto ARPAnet viene concepito dall'Advanced Research Projects Agency
- 1969: primo nodo operativo ARPAnet

## 1972:

- dimostrazione pubblica di ARPAnet
- NCP (Network Control Protocol), primo protocollo tra nodi
- Primo programma di posta elettronica
- ARPAnet ha 15 nodi



THE ARPA NETWORK

# Storia di Internet

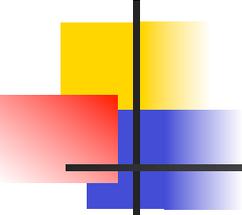
## *1972-1980: Internetworking e reti proprietarie*

- **1970:** rete satellitare ALOHAnet che collega le università delle Hawaii
- **1974:** Cerf e Kahn - architettura per l'interconnessione delle reti
- **1976:** Ethernet allo Xerox PARC
- **Fine anni '70:** architetture proprietarie: DECnet, SNA, XNA
- **Fine anni '70:** commutazione di pacchetti: ATM ante-litteram
- **1979:** ARPAnet ha 200 nodi

### **Le linee guida di Cerf e Kahn sull'internetworking:**

- minimalismo, autonomia - per collegare le varie reti non occorrono cambiamenti interni
- modello di servizio best effort
- router stateless
- controllo decentralizzato

**definiscono l'attuale architettura di Internet**

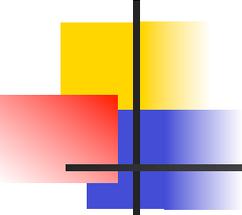


# Storia di Internet

---

*1980-1990: nuovi protocolli, proliferazione delle reti*

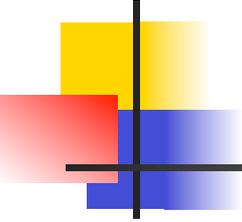
- 1983: rilascio di TCP/IP
- 1982: definizione del protocollo smtp per la posta elettronica
- 1983: definizione del DNS per la traduzione degli indirizzi IP
- 1985: definizione del protocollo ftp
- 1988: controllo della congestione TCP
- nuove reti nazionali: Cernet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100.000 host collegati



# Storia di Internet

## 1990-2000: commercializzazione, Web, nuove applicazioni

- Primi anni '90: ARPAnet viene dismessa
  - 1991: NSF lascia decadere le restrizioni sull'uso commerciale di NSFnet
  - Primi anni '90: il Web
    - ipertestualità [Bush 1945, Nelson 1960's]
    - HTML, HTTP: Berners-Lee
    - 1994: Mosaic, poi Netscape
  - Fine '90 : commercializzazione del Web
- Fine anni '90 – 2007:
    - arrivano le “killer applications”: messaggistica istantanea, condivisione di file P2P
    - sicurezza di rete
    - 50 milioni di host, oltre 100 milioni di utenti
    - velocità nelle dorsali dell'ordine di Gbps



# Storia di Internet

---

2008-2013:

- ❑ 500 -> 900 milioni di host (Bho?) e gli smarphone??
- ❑ Voice, Video over IP
- ❑ Applicazioni P2P: BitTorrent (condivisione di file) Skype (VoIP), PPLive (video)...
- ❑ Più applicazioni: YouTube, gaming
- ❑ wireless, mobilità
- ❑ ...
- ❑ Non è storia è attualità 😊