

**Corso di Laurea in Ingegneria Informatica**



**Corso di Reti di Calcolatori  
(a.a. 2011/12)**

**Roberto Canonico ([roberto.canonico@unina.it](mailto:roberto.canonico@unina.it))**

**Giorgio Ventre ([giorgio.ventre@unina.it](mailto:giorgio.ventre@unina.it))**

**Modelli a strati delle reti di calcolatori – Il modello ISO/OSI**

**Introduzione alla architettura di Internet  
ed ai protocolli TCP/IP**

30 settembre 2011

**I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico  
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso**

**Nota di copyright per le slide COMICS**



## Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovranno essere esplicitamente riportati la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

**Autori:**

Simon Pietro Romano, Antonio Pescapè, Stefano Avallone,  
Marcello Esposito, Roberto Canonico, Giorgio Ventre

## Il modello OSI



- Negli anni '80 l' *ISO, International Standards Organization*, ha definito un modello di riferimento per reti di calcolatori a commutazione di pacchetto: il modello *OSI, Open System Interconnection*
- Il modello OSI è un modello a strati su 7 livelli:
  - Applicazione
  - Presentazione
  - Sessione
  - Trasporto
  - Rete
  - Data link
  - Fisico
- Il modello OSI non è risultato vincente, a causa della sua eccessiva complessità

3

## Il modello OSI (2)



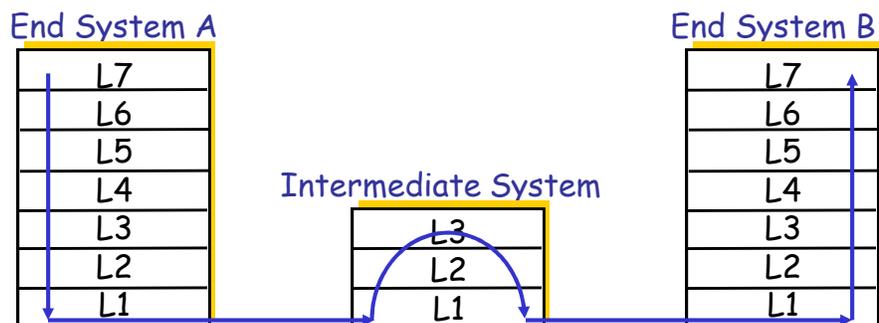
OSI: Open Systems Interconnection

4

## Dispositivi di rete e livelli

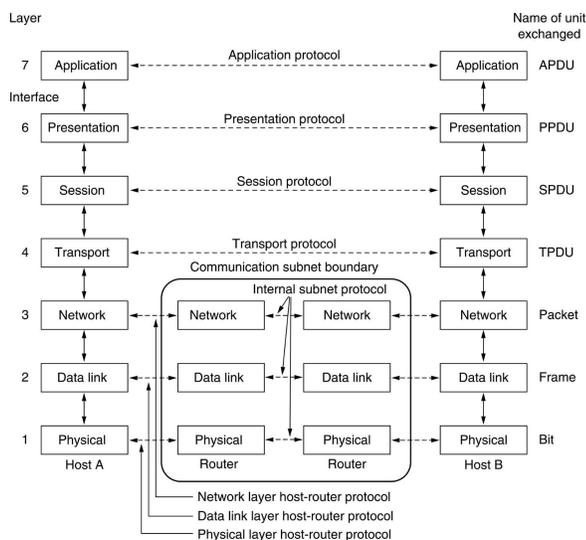


- L'intera pila di livelli è realizzata negli end system
- I dispositivi di rete si differenziano per il numero di livelli fino a cui operano
  - Fino a L1 operano i **ripetitori**
  - Fino a L2 operano i **bridge / switch** di rete locale
  - Fino a L3 operano i **router**



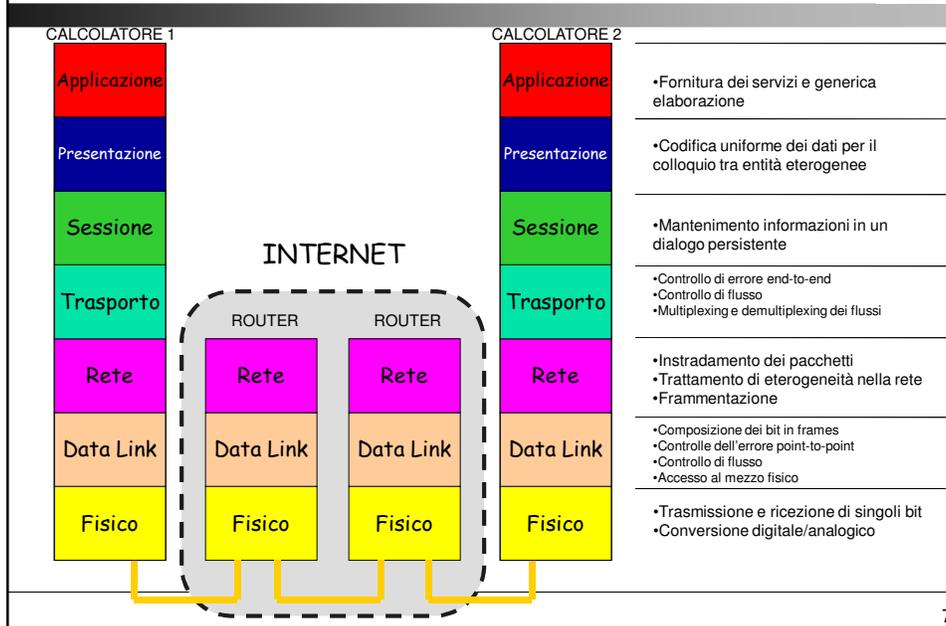
5

## Modello OSI: nome delle PDU



Fonte: A. S. Tanenbaum. Computer Networks (4 ed.). Prentice Hall, 2003. (Chapter 1, Figure 1.20)

## Un approccio a livelli per la risoluzione dei problemi



## Livello 1: Fisico

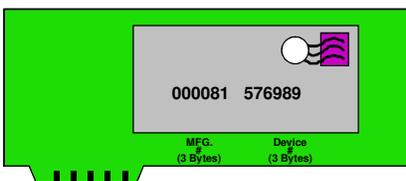
- Si occupa di trasmettere sequenze binarie sul canale di comunicazione
- A questo livello si specificano:
  - Caratteristiche elettriche dei segnali
  - Tecniche di codifica/decodifica
  - Caratteristiche dei mezzi trasmissivi
  - Tipi di connettori
- Il livello fisico è nel dominio dell'ingegneria elettronica: descrizione elettrico/meccanica dell'interfaccia

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0

## Livello 2: Data Link



- Ha come scopo la trasmissione affidabile di pacchetti di dati (*frame*)
  - Affidabile nel senso di “garanzia di inoltro”
- Accetta come input i *frame* (tipicamente poche centinaia di byte) e li trasmette sequenzialmente
- Verifica la presenza di errori di trasmissione aggiungendo delle informazioni aggiuntive di controllo
  - *Frame Control Sequence*, FCS
- Può gestire meccanismi di correzione di errori tramite ritrasmissione

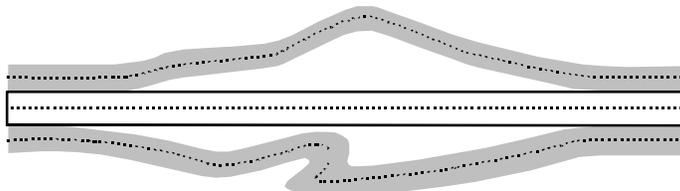


9

## Livello 3: Rete



- Questo livello gestisce l'instradamento dei messaggi
- Determina quali sistemi intermedi devono essere attraversati da un messaggio per giungere a destinazione
- Il livello 3 gestisce, quindi, delle tabelle di instradamento per ottimizzare il traffico sulla rete



10

## Livello 4: Trasporto



- Fornisce servizi per il trasferimento dei dati da terminale a terminale (ovvero *end-to-end*), indipendentemente dalla rete sottostante
- In particolare il livello 4 può:
  - frammentare i pacchetti in modo che abbiano dimensioni idonee al livello 3
  - rilevare/correggere gli errori
  - controllare il flusso
  - controllare le congestioni



11

## Livello 5: Sessione



- Il livello 5 è responsabile dell'organizzazione del dialogo e della sincronizzazione tra due programmi applicativi e del conseguente scambio di dati
- Si occupa cioè di stabilire la **sessione**



12

## Livello 6: Presentazione



- Il livello di presentazione gestisce la sintassi dell'informazione da trasferire
- L'informazione è infatti rappresentata in modi diversi su elaboratori diversi (es. ASCII o EBCDIC)



13

## Livello 7: Applicazione



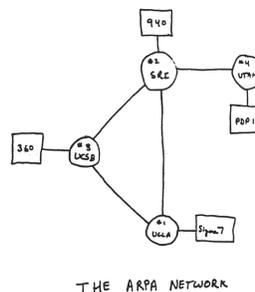
- È il livello dei programmi applicativi, cioè di quei programmi appartenenti al sistema operativo o scritti dagli utenti, attraverso i quali l'utente finale utilizza la rete
- Esempi di applicazioni previste dall'OSI sono:
  - VT: Virtual Terminal, connessione interattiva ad un elaboratore remoto
  - FTAM: File Transfer and Access Management
  - X.400: Posta Elettronica
  - X.500: Directory Service
  - ...
- Nel mondo Internet, le applicazioni sono:
  - WWW (World Wide Web)
  - Mail
  - News
  - FTP (File Transfer Protocol)
  - IRC (Internet Relay Chat)
  - NTP (Network Time Protocol)
  - Telnet
  - X-terminal (non standard)
  - Terminal Server (non standard)
  - SNMP (Simple Network Management Protocol)
  - ...

14

## Internet: Origini ed Evoluzione



- Internet nasce come interconnessione di diverse reti di carattere sperimentale
- Kleinrock attraverso la teoria delle code mostra la fattibilità delle reti a commutazione di pacchetto (1961)
- Prime attività di rilievo come sperimentazione di reti a commutazione di pacchetto finanziate per scopi militari (Department of Defence – DoD, tramite Defence Advanced Research Projects Agency – DARPA) (1964)
- ARPANET: Rete sperimentale basata su Interface Message Processors (IMP) con meccanismi Store-and-Forward (1967/1969)
- Approccio Datagram per garantire la sopravvivenza in caso di eliminazione di nodi e linee



15

## Internet: Origini ed Evoluzione



- **Un primo gruppo di Università crea un nucleo di rete per sperimentare applicazioni (1969-72)**
  - Collegamenti da 56 kbps
- **Le sperimentazioni mostrano l'inadeguatezza dei protocolli ARPANET per differenti architetture**
  - Esigenza di protocolli per "internetworks"
- **V. Cerf e R. Kahn progettano la suite TCP-IP (1974)**
- **BBN e UCB vengono finanziate per inserire TCP-IP in Unix BSD**
- **Quattro fattori di successo: PDP/Vax, LAN, TCP-IP, Unix**

16

## Internet: Origini ed Evoluzione



- **1984: la parte militare di ARPANET si separa (MILNET)**
- **1986: La *National Science Foundation* (NSF) finanzia lo sviluppo di una rete basata su TCP-IP (NSFNET)**
  - NSFNET ha una struttura gerarchica: una dorsale ad alta velocità ed una serie di reti regionali
  - Collegamenti da 56 Kbps a T1 (1,544 Mbps)
- **1989: ARPANET è smantellata**
- **1990: NSF smette di finanziare la rete e cede la struttura ad una organizzazione non-profit**
  - Nasce *Advanced Network and Services* (ANS), una organizzazione fondata da Merit, IBM ed MCI
  - Collegamenti da T1 a T3 (45 Mbps)
- **1995: NSFNET è smantellata**
  - Nascono i *Network Access Point* (NAP) per interconnettere varie reti commerciali

17

## Internet: architettura della rete



- Una architettura completa, dai servizi alle applicazioni
- È di dominio pubblico e di diffusione enorme
- In evoluzione con i requisiti degli utenti
- Gestita da specifici organismi
  - Internet Society (ISOC): IETF, IRTF
  - IANA/ICANN
- I protocolli in uso sono standardizzati mediante documenti approvati dall'IETF: le "Request for Comments" (RFC):
  - Informational e Standard Track
- Opera su tecnologie di rete standard e non
  - SLIP, PPP, Dialup
  - LAN 802.X, FDDI
  - X.25, FR, ATM, SMDS

18

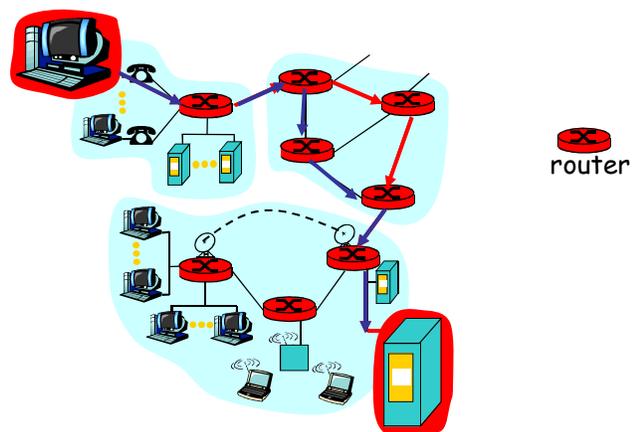
## Internet: architettura della rete



- La rete è progettata secondo un modello a **datagram**
- L'informazione viaggia in pacchetti (*datagram*) che vengono trattati dalla rete indipendentemente l'uno dagli altri
- Ogni terminale è univocamente individuato da un indirizzo associato alla interfaccia che lo collega alla rete
- Ogni pacchetto contiene l'indirizzo del mittente e l'indirizzo del destinatario
- L'infrastruttura della rete è costituita dai **router** che hanno il compito di instradare i pacchetti e consegnarli a destinazione
- Non c'è garanzia che un pacchetto venga realmente consegnato a destinazione
  - I pacchetti possono andare persi nella rete
  - I pacchetti possono seguire percorsi diversi ed arrivare in un ordine diverso da quello con cui sono stati trasmessi

19

## Internet: architettura della rete

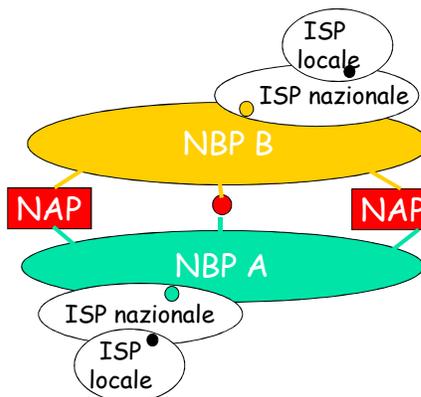


20

## Struttura di Internet



- L'accesso ad Internet avviene per mezzo di un fornitore di servizi o *Internet Service Provider*, ISP
- Gli ISP sono collegati tra loro secondo una struttura gerarchica
  - ISP locali
  - ISP nazionali
- Gli ISP nazionali si collegano a fornitori di connettività internazionali: i *Network Backbone Provider* (NBP)
  - BBN/GTE, Sprint, UUNet
- Gli NBP sono tra loro collegati in punti di interscambio detti NAP, *Network Access Point*

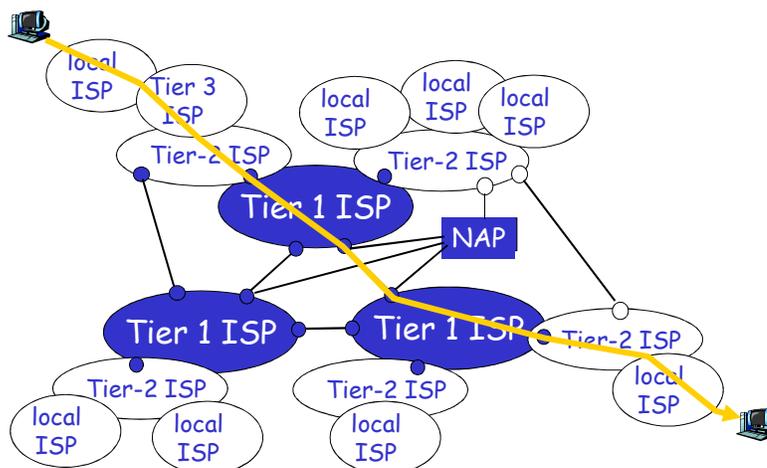


21

## Struttura di Internet: rete di reti



- Dalla sorgente alla destinazione, un pacchetto attraversa diverse reti.

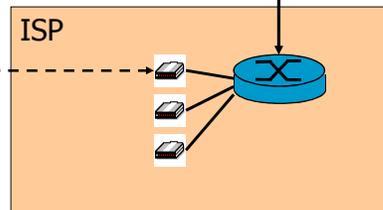


22

## Accesso ad Internet residenziale



Personal Computer +  
Modem



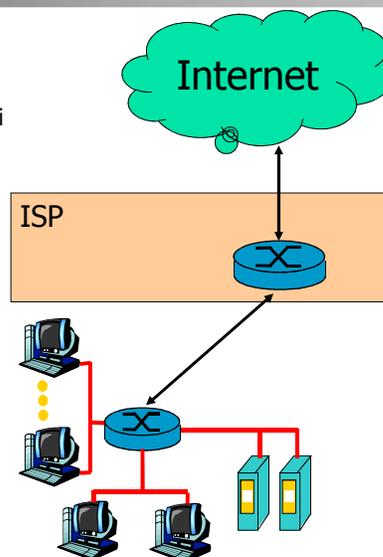
- Modem analogico
  - fino a 56Kbps
- ISDN (*Integrated Services Digital Network*)
  - fino a 128Kbps
- ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
  - fino ad 1 Mbps upstream e fino a 20 Mbps downstream

23

## Collegamento ad Internet di LAN aziendali



- Collegamento mediante:
  - Modem analogico, ISDN, ADSL
    - Per reti aziendali di piccole dimensioni
  - Linea dedicata con collegamento permanente con l'ISP
    - Per reti aziendali di medie/grandi dimensioni



24

## Internet in Italia



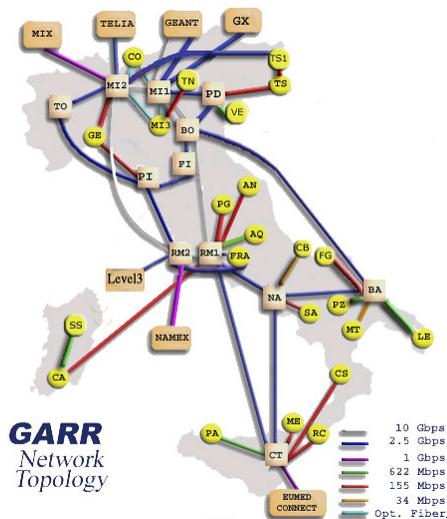
- Esistono degli *Internet Service Provider* commerciali che operano a livello nazionale fornendo la connessione ad Internet a privati ed aziende
  - Telecom Italia
  - Infostrada
  - FastWeb
  - Tele2
  - Tiscali
  - ...
- Esistono anche ISP che operano su scala locale

25

## La rete GARR-B

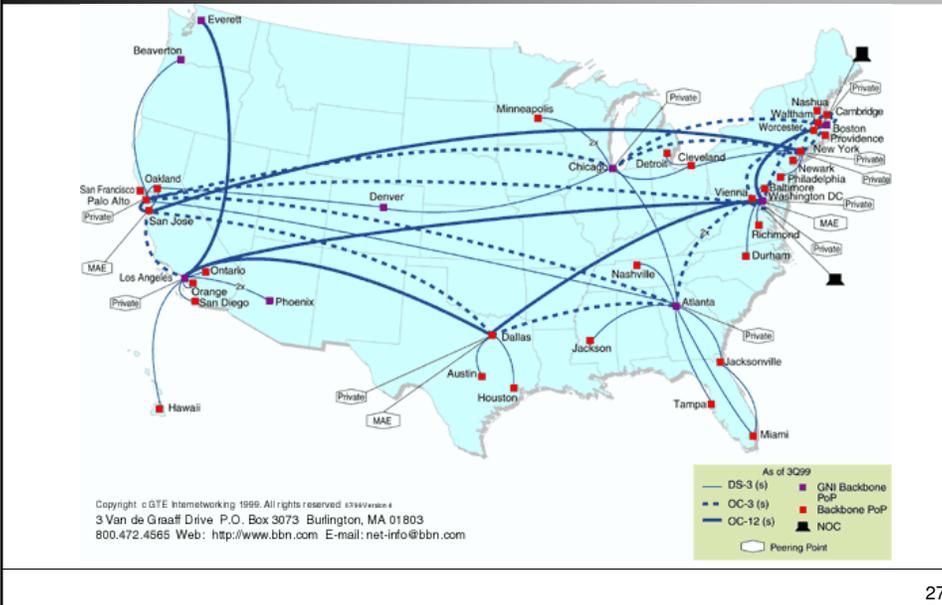


L'accesso ad Internet per le Università è gestito dal GARR  
*Gruppo  
Armonizzazione  
Reti  
di Ricerca*



26

## Una vista parziale su Internet negli USA

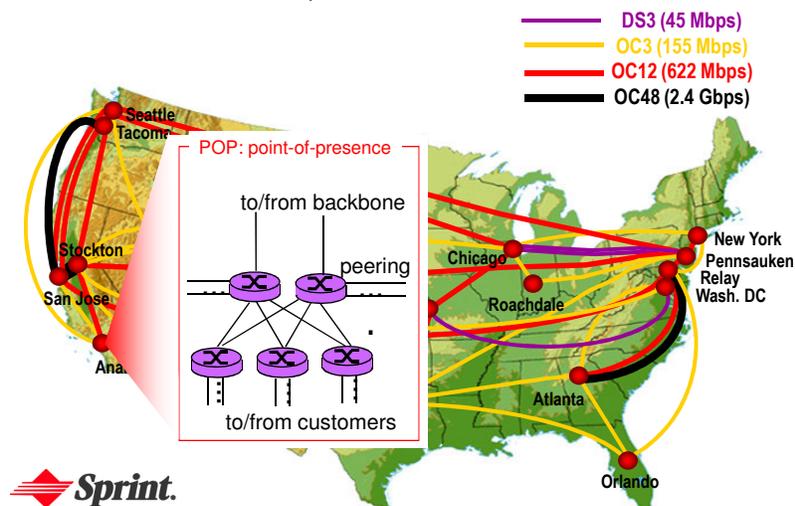


27

## Tier-1 ISP: Sprint



- Rete di backbone di Sprint US



28

## Chi regola Internet



- La standardizzazione dei protocolli in uso su Internet è fatta dall'*Internet Engineering Task Force*, IETF ([www.ietf.org](http://www.ietf.org))
- L'assegnazione degli indirizzi e dei nomi di dominio è oggi supervisionata dall'*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*, ICANN, che ha preso il posto dell'*Internet Assigned Numbers Authority*, IANA, una authority federale degli USA

29

## Lo stack TCP/IP

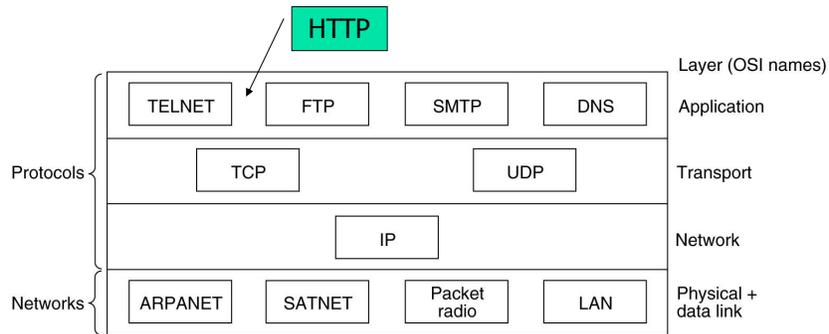


- Internet si basa su un modello definito da una collezione di protocolli standardizzati dall'IETF, il modello TCP/IP
- Siccome i protocolli sono organizzati secondo una struttura a pila (*stack*), si parla dello "stack TCP/IP"
- Il modello prende il nome da due protocolli fondamentali:
  - TCP, *Transmission Control Protocol*, di livello Trasporto
  - IP, *Internet Protocol*, di livello Rete



30

## Alcuni protocolli usati in Internet



Fonte: A. S. Tanenbaum. Computer Networks (4 ed.). Prentice Hall, 2003. (Chapter 1, Figure 1.22)

## Lo stack di protocolli di Internet



- Lo stack di protocolli di Internet come una clessidra
  - Steve Deering. "Watching the waist of the protocol hourglass". IETF 51, London, Aug. 2001
  - <http://www.iab.org/documents/docs/hourglass-london-ietf.pdf>

