



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Le reti a pacchetto: architettura

Franco CALLEGATI



Sistemi chiusi

- Tutte le reti di calcolatori della prima generazione nascono e si evolvono come **sistemi chiusi**
 - nel mondo dell'Informatica
 - tutti i componenti della rete devono essere dello stesso costruttore (**captivity**),
 - nel mondo delle Telecomunicazioni
 - una rete specializzata per ogni servizio.
- Questo crea **incompatibilità**, ponendo ostacoli alla comunicazione:
 - a causa della diversità delle reti gli apparati non riescono ad interpretare i segnali degli altri,
 - anche se i calcolatori riescono a connettersi non riescono a colloquiare perché parlano linguaggi diversi,
 - i programmi applicativi non riescono ad operare in ambiente distribuito.



ISO-OSI

- A partire dal 1976 la ISO ha dato il via a lavori per giungere ad una serie di standard unificati per la realizzazione di **reti di calcolatori aperte**.
- La ISO ha per prima cosa proposto un modello di riferimento
 - **Open System Interconnection Reference Model (OSI-RM)**
 - È diventato standard internazionale nel 1983 (ISO 7498).
 - È basato sul concetto centrale di una **architettura a strati**.
- L'architettura a strati ha alcuni grandi vantaggi:
 - scompone il problema in **sottoproblemi** più semplici da trattare,
 - rende i vari livelli **indipendenti**,
 - definendo solamente **servizi e interfacce**, livelli diversi possono essere sviluppati da enti diversi.



Sistemi aperti

- Obiettivo:
 - Realizzare una rete di calcolatori in cui **qualunque** terminale comunica con **qualunque** fornitore di servizi mediante **qualunque** rete.
- Per realizzare un sistema aperto è necessario stabilire delle regole comuni :
 - Sono necessari degli **standard**
- Tutte le soluzione proposte hanno in comune **un' architettura a strati**



Cosa definisce?

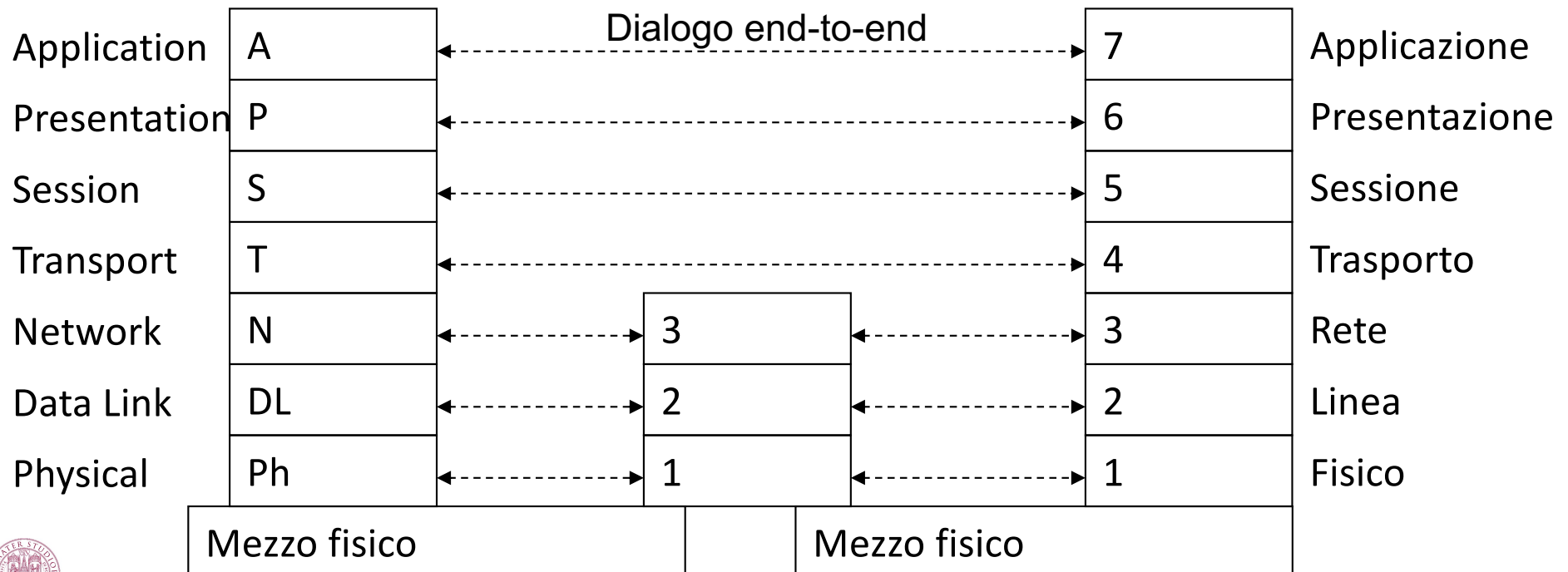
Le definizioni contenute nell' OSI coinvolgono tre livelli di astrazione:

- **Modello di riferimento:**
 - schema concettuale
 - numero degli strati coinvolti
 - definizione generale delle funzioni degli strati e delle relazioni fra di essi.
- Definizione dei **servizi:**
 - definizione astratta di *ciò che viene fornito* da uno strato.
- Specifiche di **protocolli ed interfacce:**
 - descrizione di *come viene fornito* un servizio da uno strato.



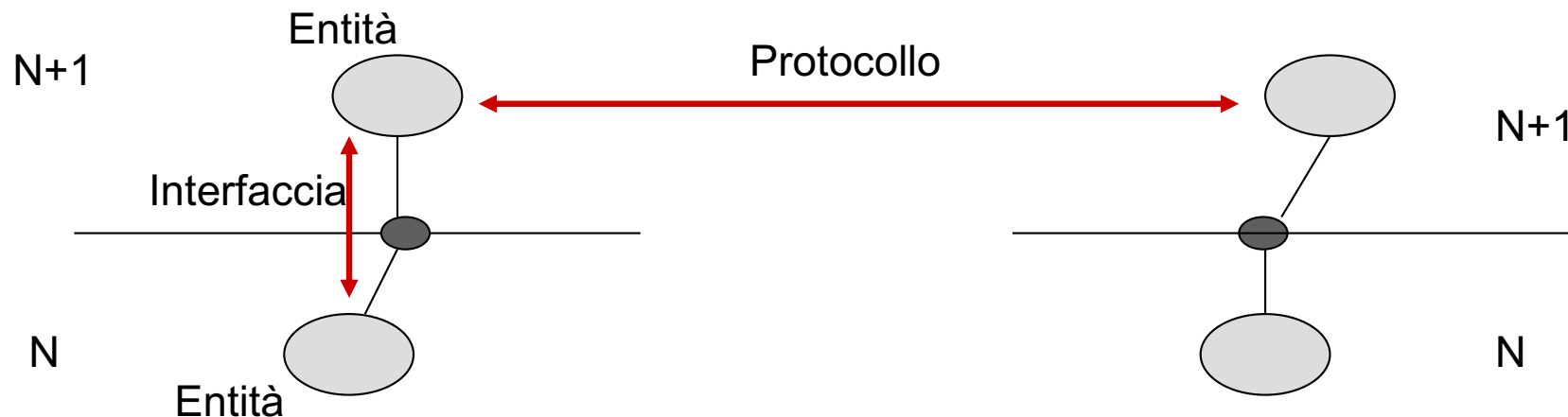
Modello di riferimento

- Architettura a **7 strati**, numerati dal basso verso l'alto da 1 a 7
 - gli strati 1, 2, 3 sono detti **lower o network oriented layers**
 - gli strati 5, 6, 7 sono detti **upper o application oriented layers**
 - Lo strato 4 funge da raccordo fra gli upper e lower layers
 - si possono avere funzione di ripetizione (**relay**) ai livelli 1, 2, 3, che si dice operano **link-by-link**
 - gli strati dal 4 in su operano solo **end-to-end**



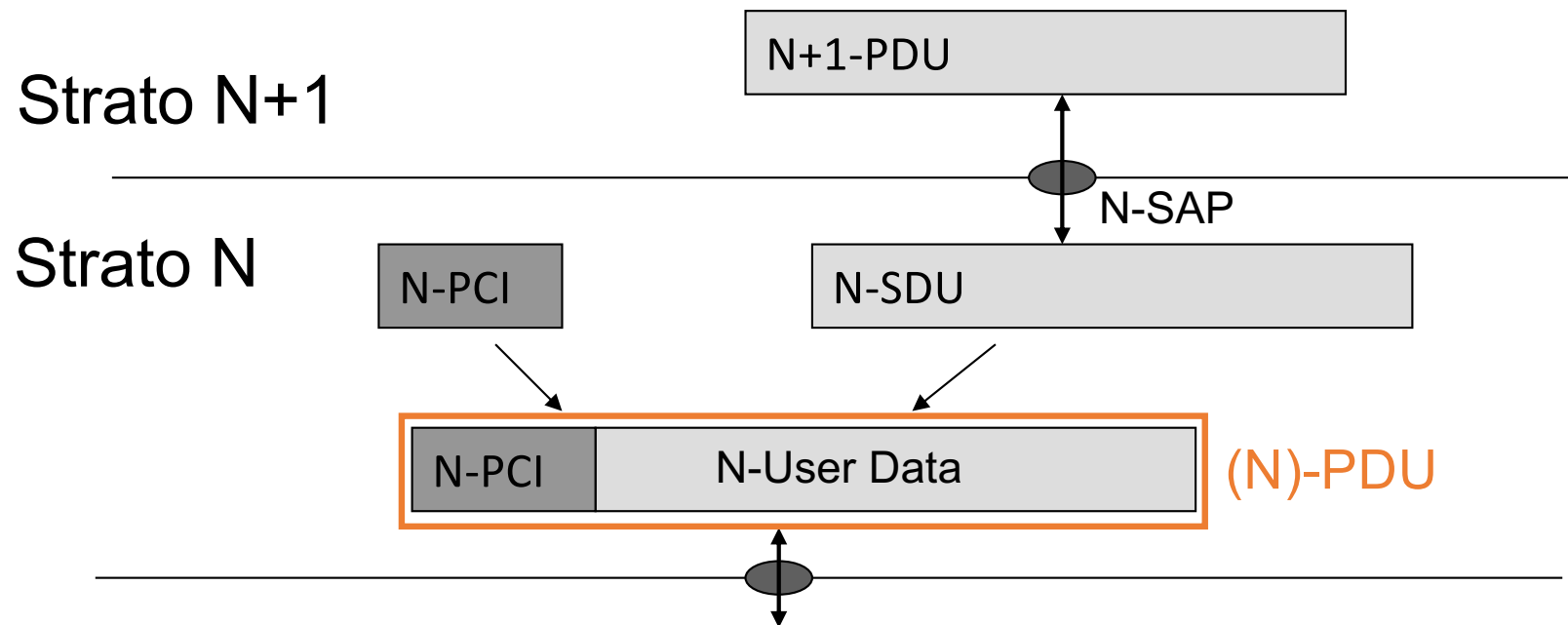
Entità, interfacce, protocolli

- **Entità** ogni elemento attivo in uno strato, identificata da un *nome simbolico (title)*
 - Nello strato N-esimo possono essere attive una o più entità
- **Protocollo**: regole di dialogo fra entità dello stesso livello
- **Interfaccia**: regole di dialogo fra entità di livelli adiacenti



Trasferimento dei dati

- **N-Protocol Data Unit (PDU)**: dati trasferiti fra entità di strato N
- **N-Service Data Unit (SDU)**: dati passati allo strato N dallo strato N+1
- **N-Service Access Point (SAP)**: indirizzo di identificazione del flusso dati fra N+1 ed N
- **N-Protocol Control Information (PCI)**: informazioni aggiuntive per il controllo del dialogo a livello N
- **Encapsulation**: $N\text{-PDU} = N\text{-PCI} + N\text{-SDU}$

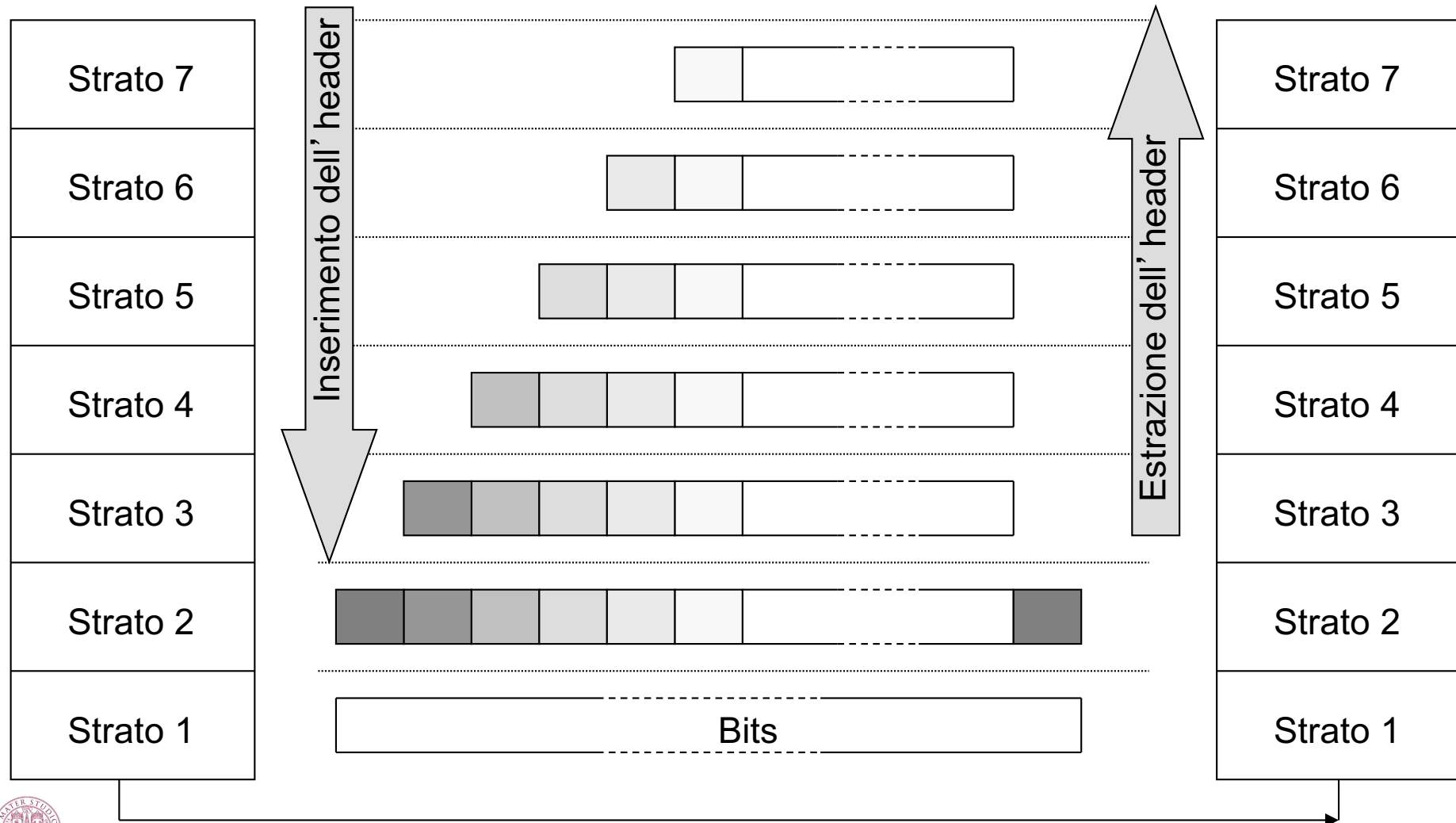


Flusso informativo

Parte trasmittente

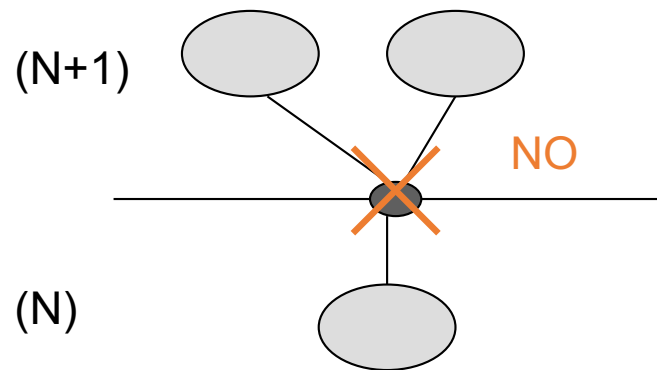
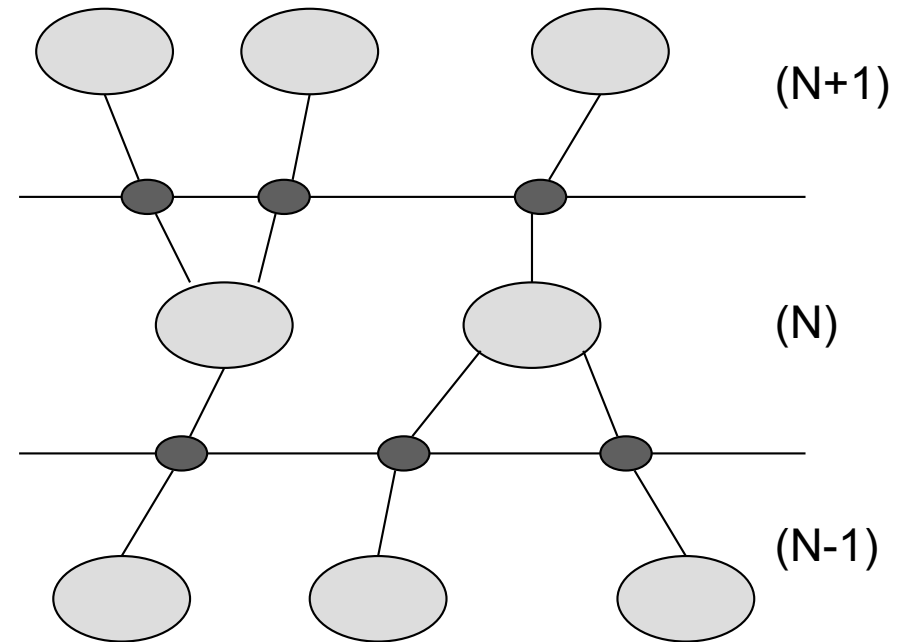
Dati d'utente

Parte ricevente



Uso dei SAP

- Un'entità di strato N può servire più (N)-SAP contemporaneamente.
- Un utilizzatore di strato N può servirsi di più (N)-SAP contemporaneamente



- Non è permesso connettere più (N)-user allo stesso (N)-SAP
 - Si genererebbe ambiguità sulla provenienza/destinazione dei dati
 - Ad ogni indirizzo deve essere univocamente associato un nome



Modalità di Servizio

- Una modalità di fornire un servizio si dice *Connection Oriented* quando si stabilisce una *connessione*:
 - Connessione = associazione logica fra due o più sistemi al fine di trasferire informazioni
 - Il processo di comunicazione si compone normalmente di tre fasi
 - *instaurazione* della connessione, tramite lo scambio di opportune informazioni iniziali,
 - *trasferimento* dei dati veri e propri,
 - *chiusura* della connessione.
- Qualora i dati vengano trasferiti senza prima stabilire una connessione si parla di servizio *Connectionless*
 - Per ogni accesso al servizio vengono fornite tutte le informazioni necessarie per il trasferimento dei dati
 - Ogni unità di dati viene trasferita in modo indipendente dalle altre



Modalità di dialogo

- **Confermato**

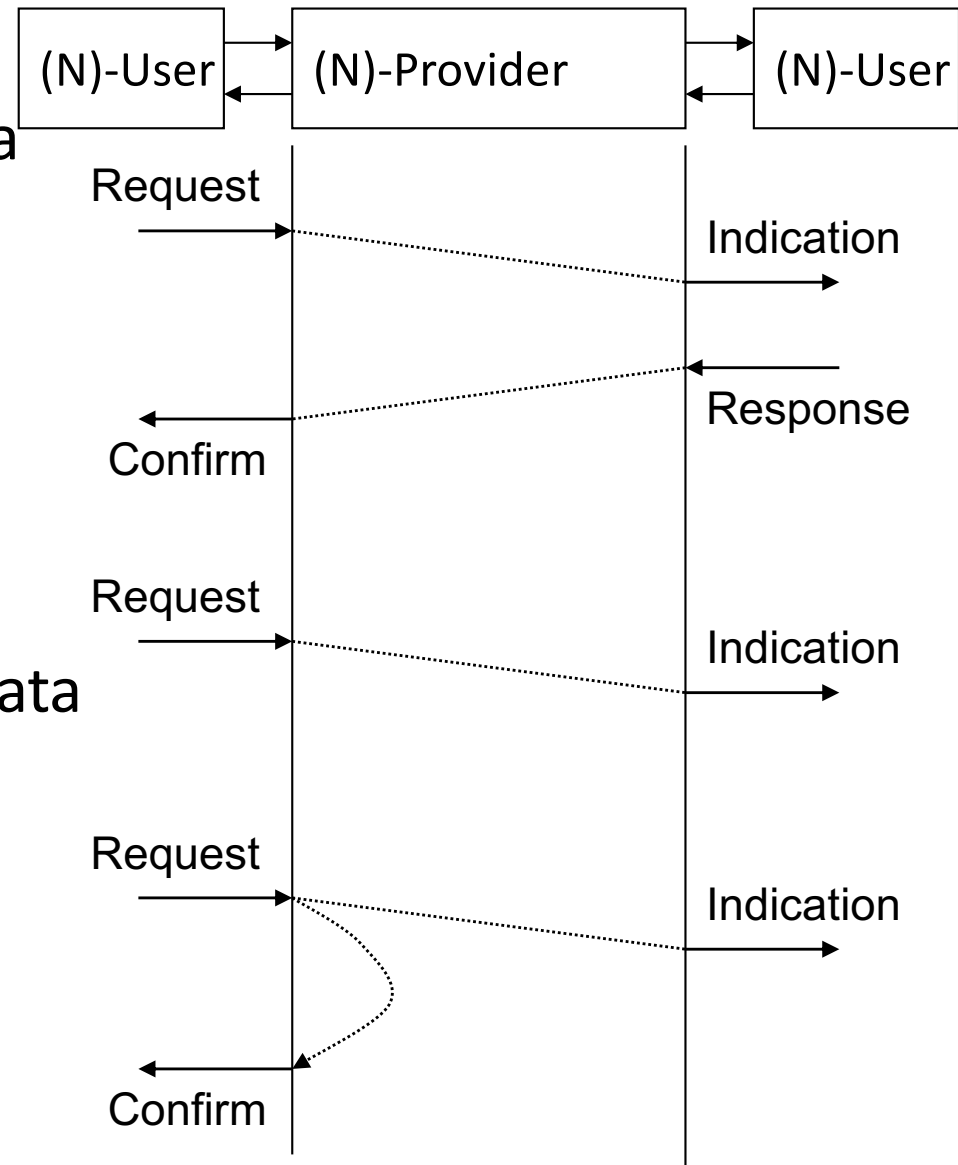
- Prevede esplicita conferma da parte del destinatario

- **Non confermato**

- Non prevede alcuna conferma

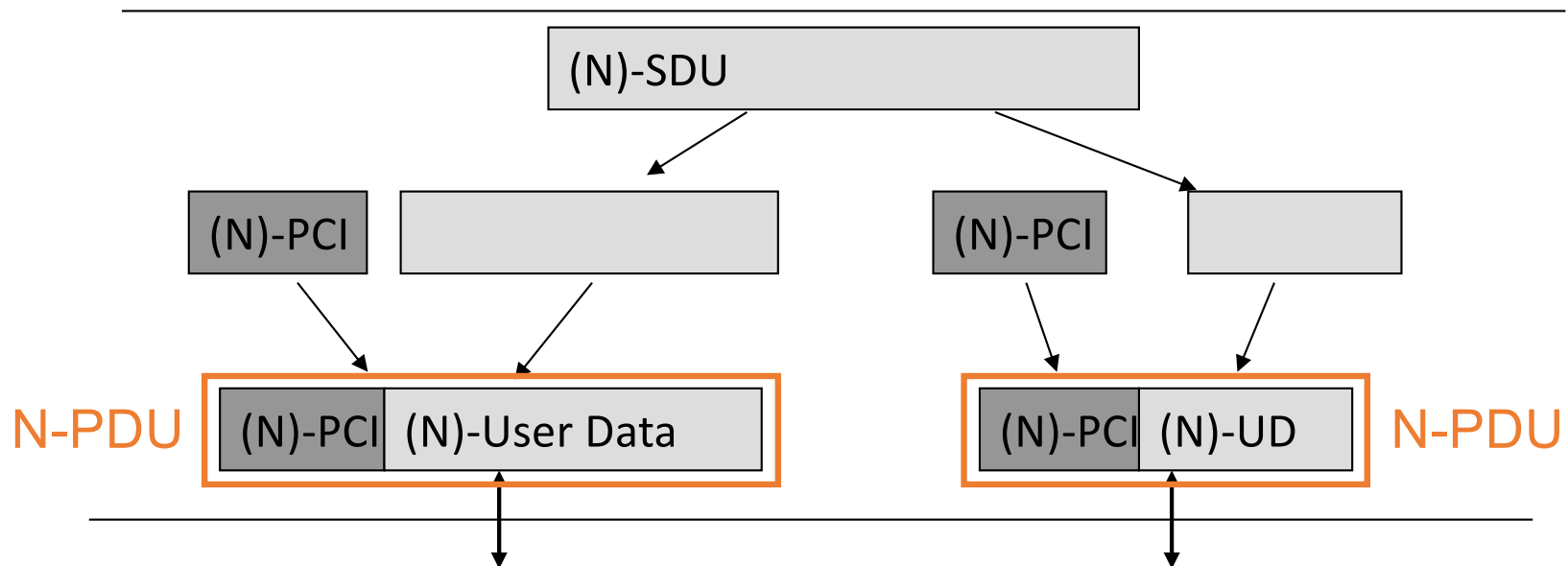
- **Parzialmente confermato**

- La richiesta viene confermata dal service-provider



Segmentazione e riassetramento

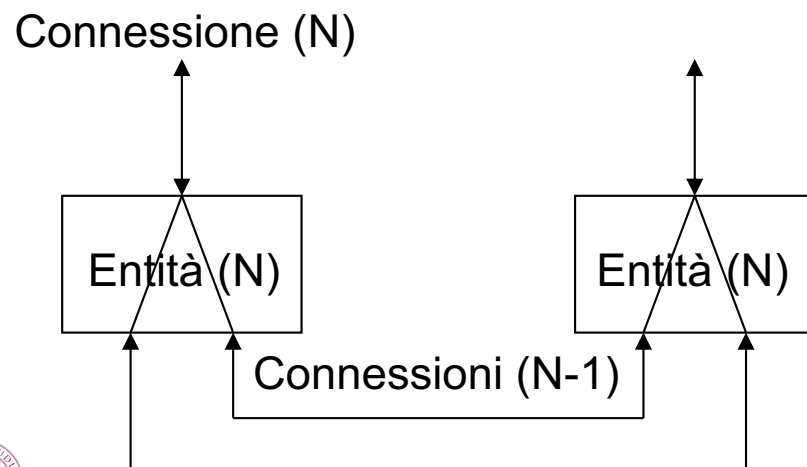
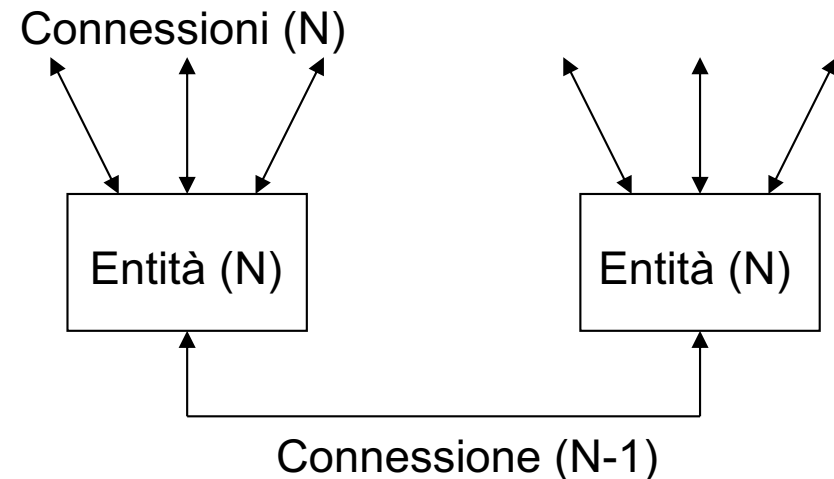
- E' possibile dividere il contenuto di una SDU in una o più PDU
 - La suddivisione si dice segmentazione e la ricostruzione si dice riassetramento
 - (E' possibile anche accorpare più SDU in una PDU)
- Tipicamente la segmentazione serve per conformarsi a limitazioni sulla lunghezza massima dei messaggi



Multiplazione e Splitting

- **Multiplazione**

- più connessioni di strato N vengono mappate in una di strato N-1
- L'obiettivo è la condivisione delle risorse



- **Splitting**

- È duale alla multiplazione
- Aumenta la flessibilità e la velocità di trasferimento dei dati



Strato 1: fisico

- Scopo dello strato fisico è quello di attivare, mantenere e disattivare la connessione fisica fra due entità di strato 2.
- Specifica le modalità di invio dei **singoli bit** sul mezzo di fisico di trasmissione
- Per fare questo deve specificare le caratteristiche:
 - **meccaniche**:
 - forma di prese e spine, numero di contatti,
 - **elettriche**:
 - voltaggio e caratteristiche elettriche dei segnali associati all'interfaccia,
 - **funzionali**:
 - significato dei vari segnali,
 - **procedurali**:
 - combinazioni e sequenze dei segnali all'interfaccia necessarie al fine di regolarne il funzionamento.



Strato 2: linea

- Lo strato di linea deve
 - attivare, mantenere e disattivare la connessione fisica fra due entità di strato 3;
 - rendere **affidabile** il collegamento fra i nodi di rete
- Le funzioni tipicamente svolte dallo strato 2 sono le seguenti:
 - strutturazione del flusso di dati in unità di dialogo, denominati **trame** o **frames**;
 - controllo e gestione degli **errori di trasmissione**;
 - controllo di **flusso**;
 - controllo di **sequenza**.



Strato 3: rete

- Scopo dello strato di rete è di far giungere le unità di informazione, dette **pacchetti** (**packets**), al destinatario *scegliendo la strada* attraverso la rete
- Si occupa dunque del problema della **commutazione**
 - Nelle reti di calcolatori si usa la **commutazione di pacchetto** e la funzione svolta dallo strato 3 viene detta **routing**
- Occorre un modo per individuare i destinatari: è necessario uno **schema di indirizzi**.
 - In una rete globale lo schema di indirizzi deve essere **universale**.
- Si sono sviluppate reti parziali, ora denominate **sottoreti** e per arrivare ad una rete unica occorre definire un protocollo di **interconnessione di reti**



Strato 4: trasporto

- Scopo dello strato di trasporto è *fornire un canale sicuro end-to-end*, svincolando gli strati superiori da tutti i problemi di rete
- Una tipica funzione è *adattare la dimensione* dei frammenti forniti dagli strati superiori (*files*) a quella richiesta dalle reti (*pacchetti*):
 - funzione di Pacchettizzazione (*fragmenting/reassembling*)
- Può avere molte altre funzioni fra cui
 - controllo dell' errore,
 - controllo di flusso,
 - gestione di dati prioritari, ecc..
- Non tutti le applicazioni hanno bisogno delle stesse funzioni,
 - Si possono definire diverse *Classi* di trasporto



Strato 5: sessione

- Suddivide il dialogo fra le applicazioni in **unità logiche** (dette appunto sessioni),
 - Una sessione deve essere identificata, eventualmente interrotta e ripresa per fare fronte a vari eventi catastrofici: perdita di dati, caduta della linea, momentaneo crash di uno dei due interlocutori...
- Permette la **chiusura ordinata** (soft) del dialogo
 - Garanzia che tutti i dati trasmessi siano arrivati a destinazione
- Per fare le sue funzione introduce dei **punti di sincronizzazione**
- Anche gli strati di sessione hanno molte funzionalità e possono essere più o meno completi a seconda delle richieste



Strato 6: presentazione

- Adatta il **formato** (**sintassi**) dei dati usato dagli interlocutori preservandone il **significato** (**semantica**)
- Ogni interlocutore ha una sua **Sintassi locale** e durante il dialogo bisogna concordare una **Sintassi di trasferimento**
- E' stato definito un linguaggio detto **Abstract Syntax Notation 1 (ASN 1)** per descrivere e negoziare le sintassi



Strato 7: applicazione

- Lo strato di Applicazione è l' **utente** della rete e pertanto non deve offrire servizi a nessuno
 - Rappresenta il **programma applicativo (Applicazione)** che per svolgere i suoi compiti ha bisogno di comunicare con altre applicazioni remote
- Le applicazioni non possono essere standardizzate completamente:
 - ISO ha cominciato a standardizzare dei moduli applicativi denominati Application Service Element (ASE) su richiesta di gruppi di utenti interessati



Trasporto e interconnessione

- Se si vuole una rete universale diffusa ed unica a livello mondiale
 - Lo strato di **trasporto** deve essere unico
 - Parte dello strato di rete (**internetworking**) deve essere unico
- OSI definisce **i protocolli** che devono essere adottati da tutti i computer per creare una rete aperta universale
 - Il Protocollo IP (ISO 8473)
 - Il Protocollo di Trasporto (ISO 8073)



ISO/OSI vs TCP/IP

OSI	TCP/IP	Protocolli
Application	Application	HTTP, TELNET, FTP, SMTP, POP, DNS, SNMP
Presentation		
Session		
Transport	Transport	TCP, UDP
Network	Network	IP, ICMP, IGMP, ARP, RARP
Data Link	Link	ETHERNET, IEEE 802, HDLC, PPP
Physical		





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Internet

Franco CALLEGATI

Nascita di Internet

Bruce Stirling, autore di fantascienza, scrive sulla rivista “Fiction & Science fiction” nel febbraio ’93:

Circa 30 anni fa, la RAND Corporation, una delle principali fucine di idee degli U.S.A. del periodo della guerra fredda, si trovò ad affrontare un singolare problema strategico. “Come avrebbero potuto comunicare le autorità americane dopo una guerra nucleare?” Gli U.S.A. Post guerra atomica avrebbero comunque avuto bisogno di una rete di comando e controllo, da città a città, da base a base, da stato a stato ... la soluzione proposta dalla RAND fu resa pubblica nel 1964.

In primo luogo la rete *non avrebbe dovuto avere alcuna autorità centrale*. Inoltre doveva essere progettata fin dal principio *per operare anche se a pezzi...*

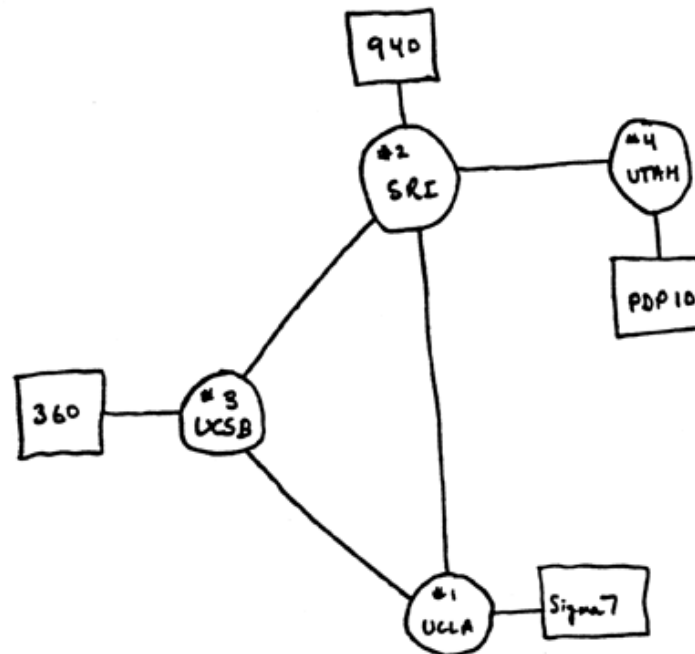


Il principio era semplice: si doveva assumere che la rete stessa potesse essere inaffidabile in qualunque momento.

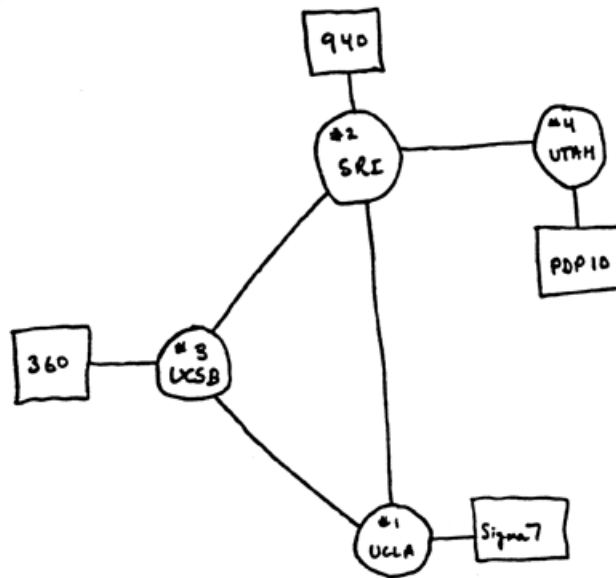
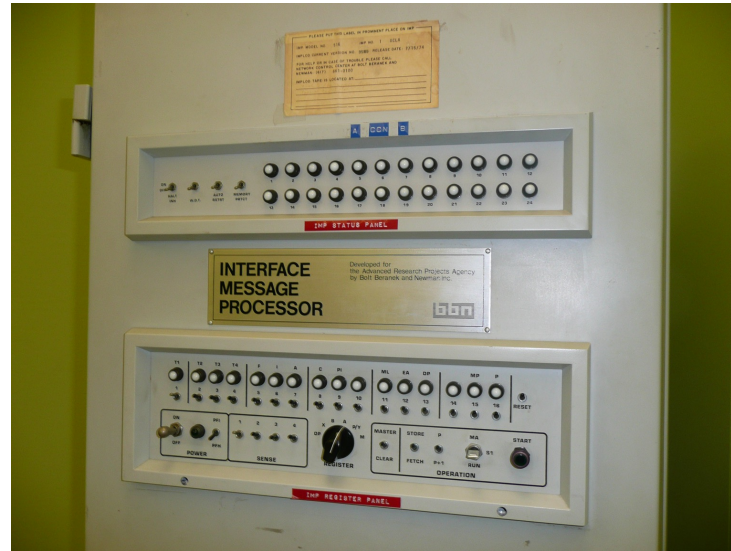


ARPANet

- 1969: Il dipartimento della difesa USA (DoD) attraverso l' Agenzia per i Progetti di Ricerca Avanzati (ARPA), finanzia la sperimentazione di una rete di calcolatori (ARPANET) fra:
 - UCLA (University of California at Los Angeles)
 - Stanford Research Center
 - UCSB (University of California at Santa Barbara)
 - Università dello Utah



Il Prof. Leonard Kleinrok e l'IMP

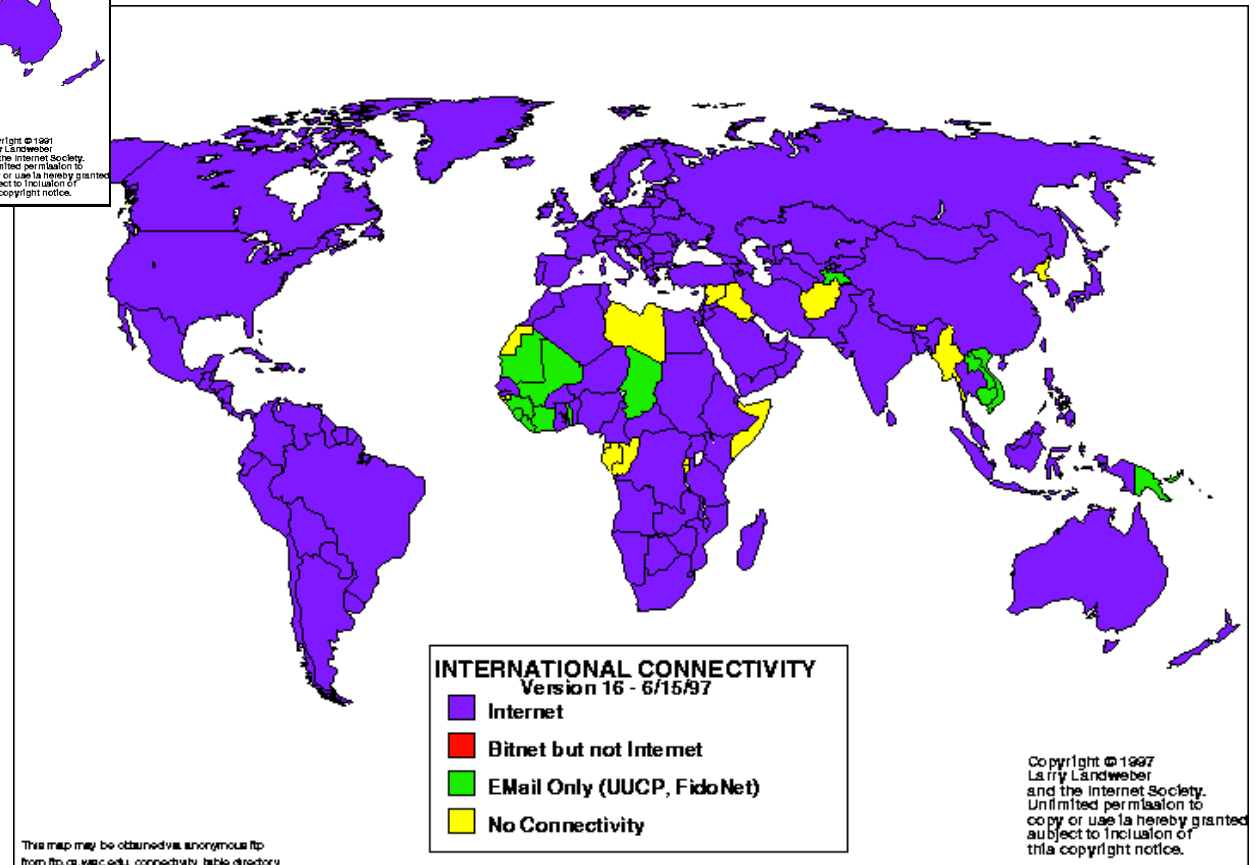
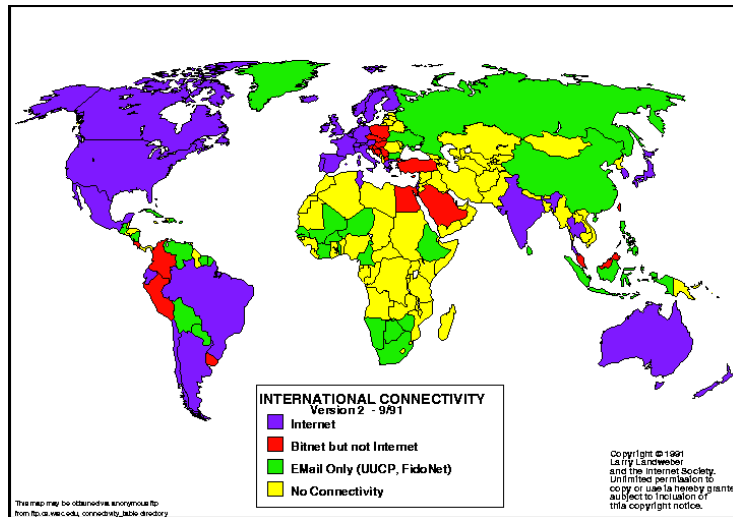


Un po' di storia...

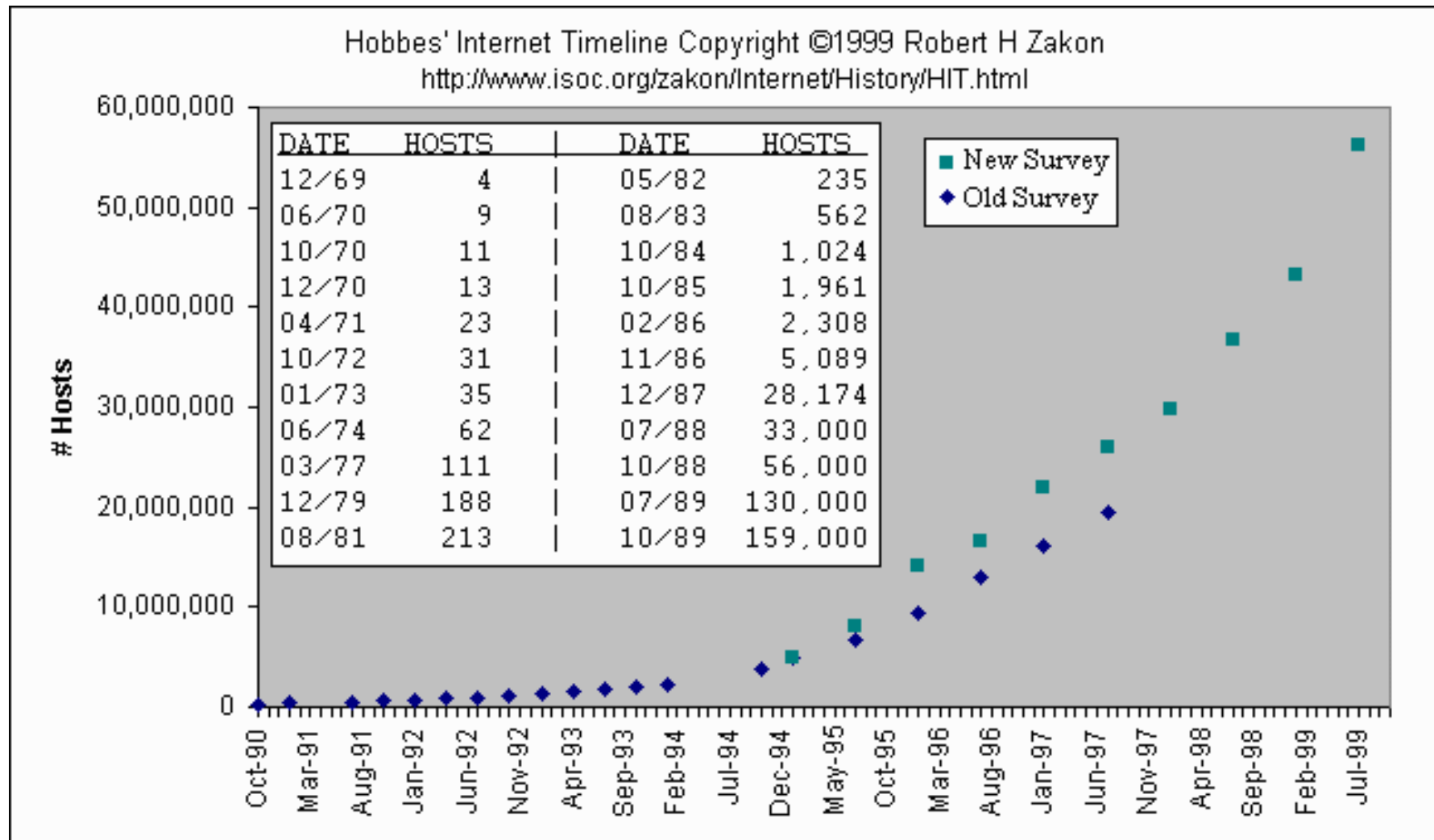
- 1973: Prima connessione internazionale (Inghilterra e Norvegia).
- 1982: ARPANET adotta come standard i protocolli TCP/IP
 - nasce la prima definizione di Internet come un insieme di reti interconnesse, utilizzanti TCP/IP
 - il 1 Gennaio 1983 ARPANET passa al TCP/IP
 - L' università della California a Berkley rende di pubblico dominio il codice sorgente del TCP/IP
- 1986: Arpanet viene potenziata creando NSFNET (National Science Foundation NETwork).
- 1989: il numero di hosts supera 100.000. L' Italia si connette a NSFNET e quindi a Internet.
- 1990: ARPANET cessa di esistere, ma tutte le sue funzioni e infrastrutture rimangono operanti inalterate.
- 1992: viene rilasciato dal CERN il World Wide Web (WWW) ed il numero di hosts supera 1.000.000.
- 1993: la Casa Bianca e le Nazioni Unite si connettono ad Internet.
- 1994: iniziano i primi servizi commerciali e i primi centri commerciali virtuali. E' possibile ordinare una pizza direttamente tramite Internet presso "Pizza HUT".
- 1995: si vieta il trasporto di traffico di tipo commerciale su NSFNET, che rimane ad uso esclusivo degli enti di ricerca.
- 1996: WWW diventa il primo servizio di Internet in termini di quantità di bytes trasportati.



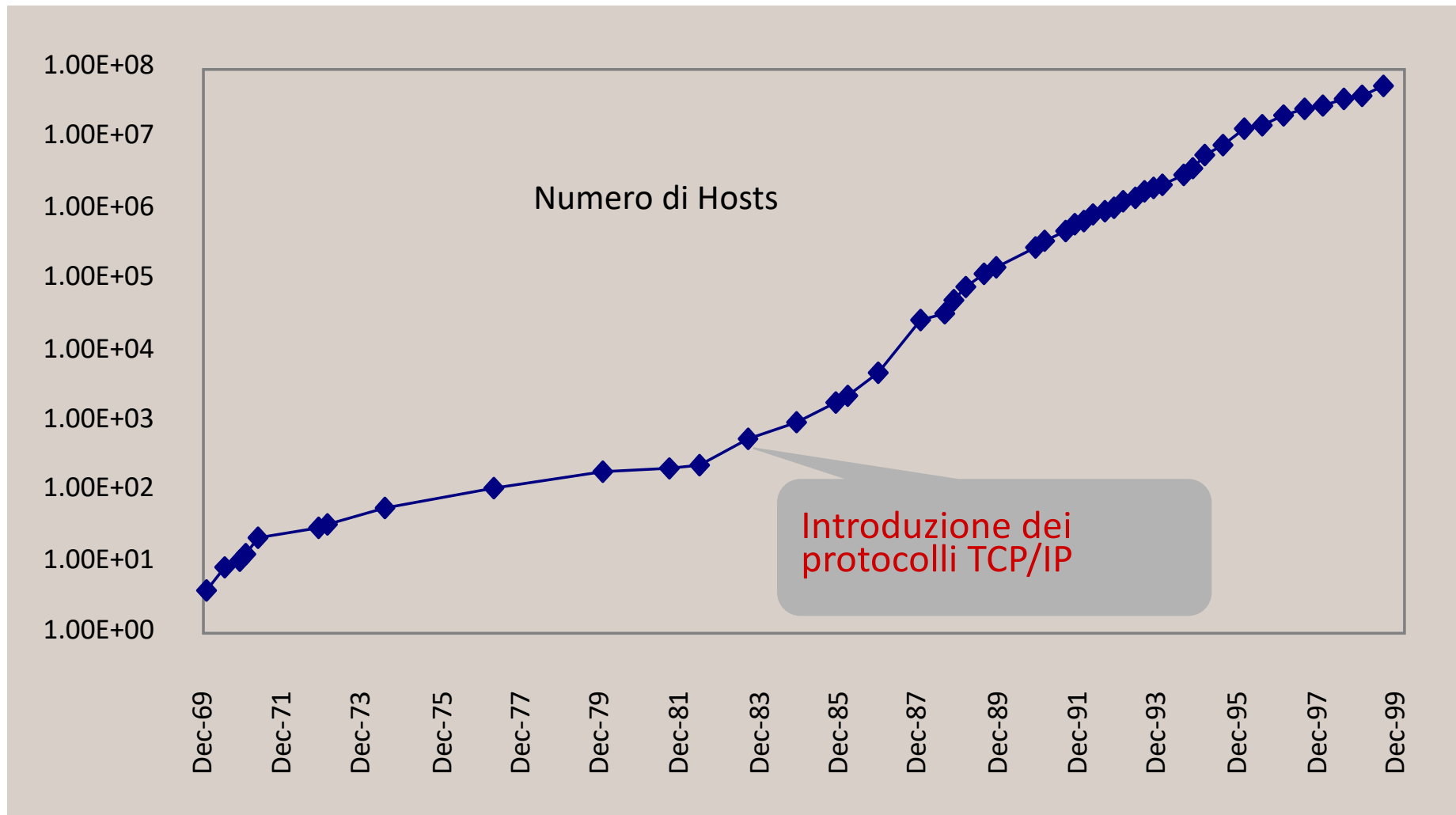
Diffusione di Internet



La crescita di Internet



La crescita di Internet



Standard di Internet: Enti di gestione

- Non esistono veri e propri enti che svolgono la funzione di gestione, ma solo enti di coordinamento delle attività di ricerca e di sviluppo che ora convergono nella Internet Society
- Da questa ora dipende il cosiddetto Internet Advisory Board (IAB) e si compone di due sottogruppi principali
 - **Internet Engineering Task Force (IETF)**, con lo scopo di coordinare le attività di ingegnerizzazione ed implementazione
 - **Internet Research Task Force (IRTF)**, con lo scopo di coordinare le attività di ricerca



RFC

- I protocolli sono frutto del lavoro di gruppi di ricerca
- I vari protocolli sono definiti in documenti detti **Request For Comment (RFC)**
- **RFC** sono documenti di pubblico dominio, distribuiti liberamente a chiunque li richieda, consultabili all'indirizzo

<http://www.ietf.org/rfc.html>

- Alcuni RFC diventano Internet Standard
 - Prima Proposed Standards
 - Poi Draft standards

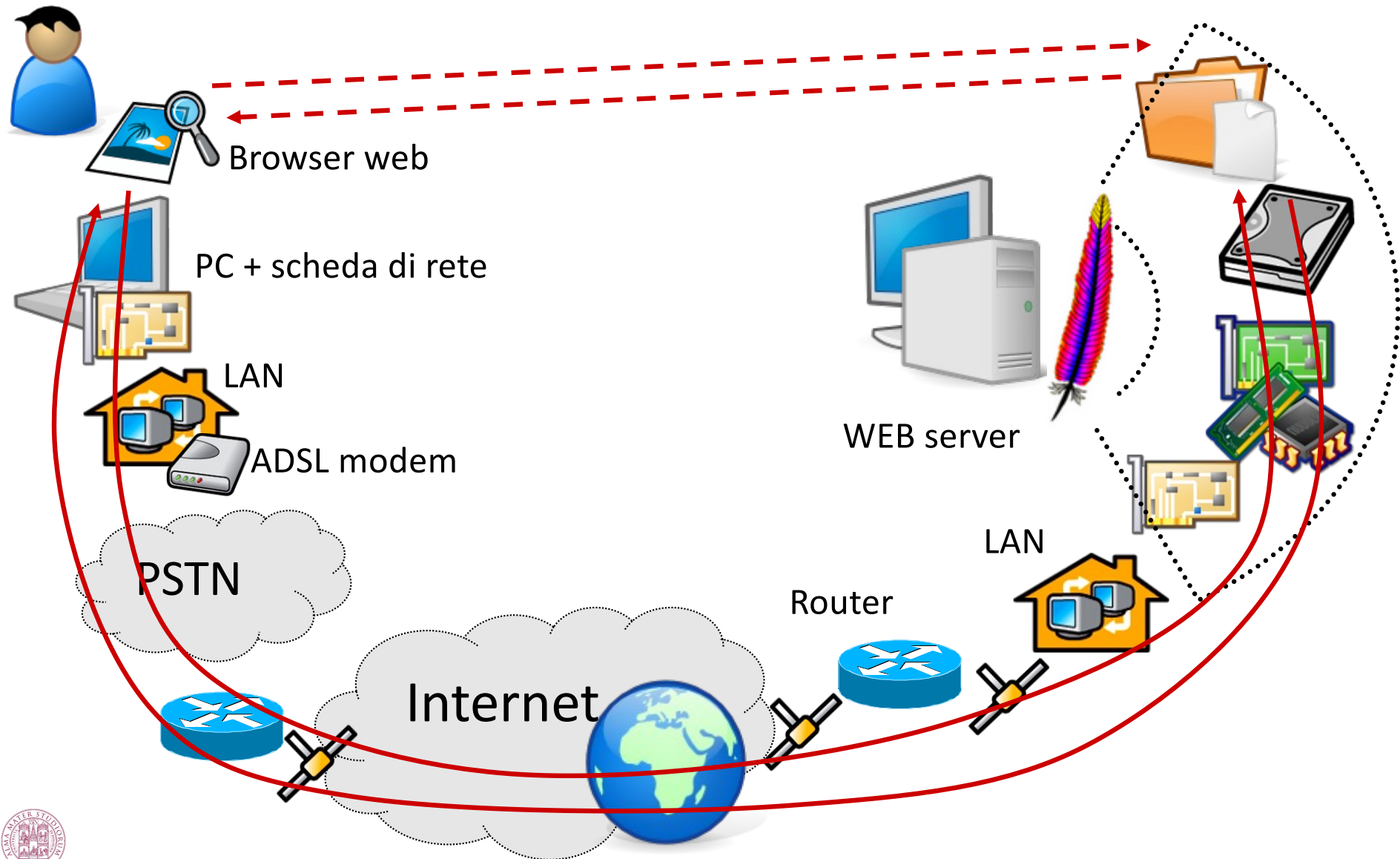


Altri Enti importanti

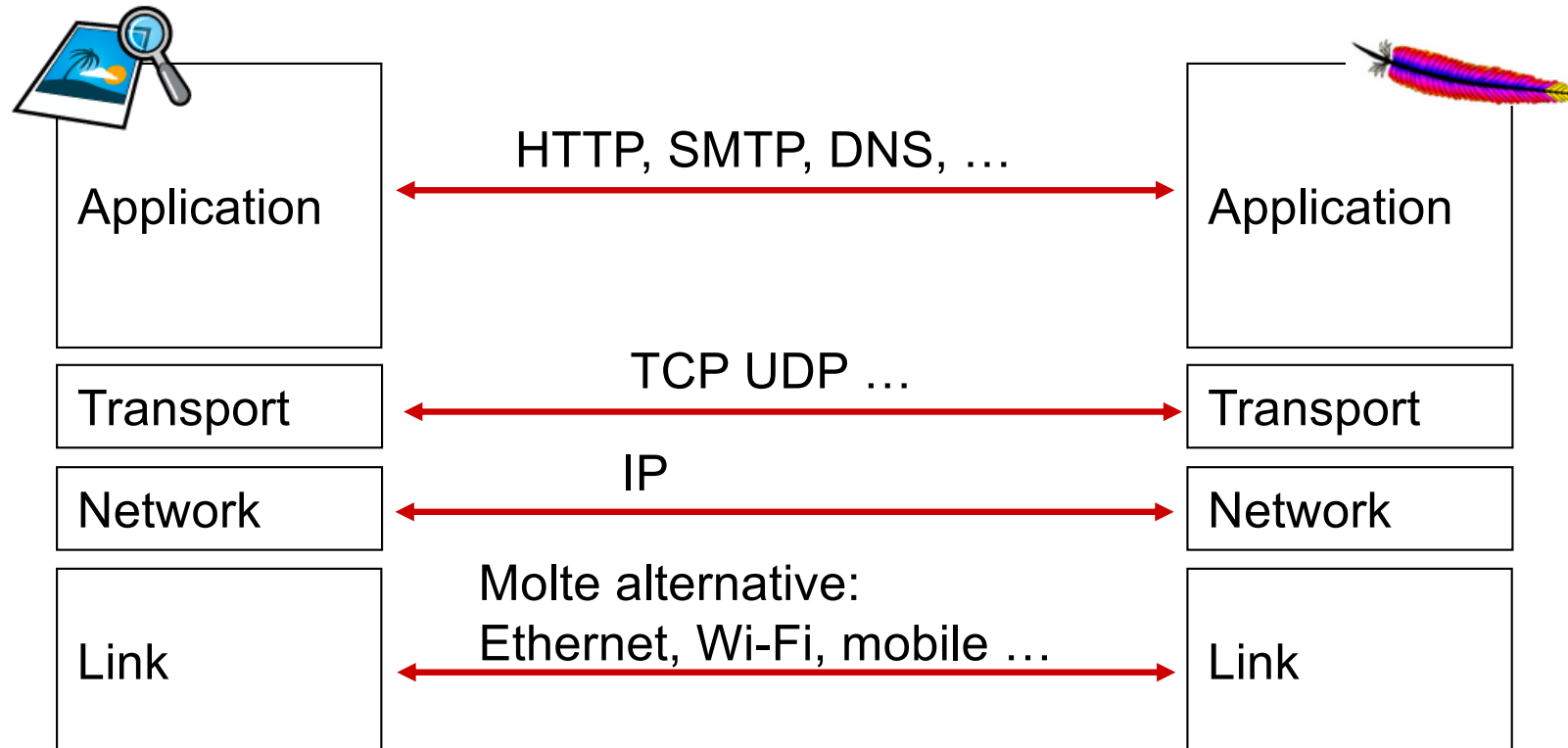
- NSF ha fondato un ente chiamato **InterNIC** (**Network Information Center**) allo scopo di fornire alcuni servizi specifici relativi ad Internet:
 - Registrazione di nuove reti e domini
 - Manutenzione di indici e database degli enti interconnessi
 - Servizi di tipo informativo sulla rete
- **IANA = Internet Assigned Number Authority**
 - Mantiene i database dei numeri che hanno significati convenzionali nei protocolli di Internet



Utilizzo di Internet: chi è coinvolto?



Il modello a strati di Internet



Indirizzamento

- La comunicazione coinvolge due o più entità
 - Come fa il chiamante a specificare il chiamato?
- Diversi modi di “indirizzare”:
 - Esseri umani
 - Fanno riferimento a nomi simbolici facilmente ricordabili e scrivibili
 - Nodi di commutazione
 - Fanno riferimento a indirizzi, tipicamente numerici ben definiti e standardizzati
 - Sistemi di sicurezza
 - Fanno riferimento alle identità (certificate in qualche modo)
 - Applicazioni
 - Fanno riferimento a identificativi opportunamente definiti



In Internet

- Tipicamente dobbiamo distinguere fra
 - Identifier
 - Identificativo di una certa risorsa di rete
 - Locator
 - Indirizzo necessario per localizzare tale risorsa
- Vengono definiti
 - Uniform Resource Identifier o URI
 - Uniform resource locator o URL



Alcuni esempi

- Mobilità

- Un terminale si sposta da una rete all'altra
 - Locator cambia nel tempo
 - Serve un identifier per mantenere la relazione con il terminale

- Multi-homing

- Un terminale è connesso con più interfacce a infrastrutture diverse
 - Molteplici locator attivi in contemporanea
 - Potenzialmente un unico identifier



Indirizzo globale e indirizzo locale

- Indirizzo globale

- È valido per tutta la rete
- Deve essere univoco (non devono esistere indirizzi replicati) per evitare ambiguità
- Va “assegnato” seguendo una procedura di gestione “globale” che assicura la non replicazione

- Indirizzi locale

- È valido limitatamente ad un certa sottoporzione della rete
 - Internamente ad un terminale
 - In un dominio di rete specifico
- Può non essere univoco
- Può essere assegnato con una procedura puramente “locale”



URL

- La risorsa R è univocamente identificata da un indirizzo che la localizza (locator)
 - Uniform Resource Locator (URL)
 - URL è un indirizzo complesso che riflette l'organizzazione a livelli della rete

<http://deisnet.deis.unibo.it:8080/prova/prova.html>

Protocollo applicativo
utilizzato

Numero di porta:
Indirizzo dell'interfaccia
trasporto/applicazione (T-SAP)

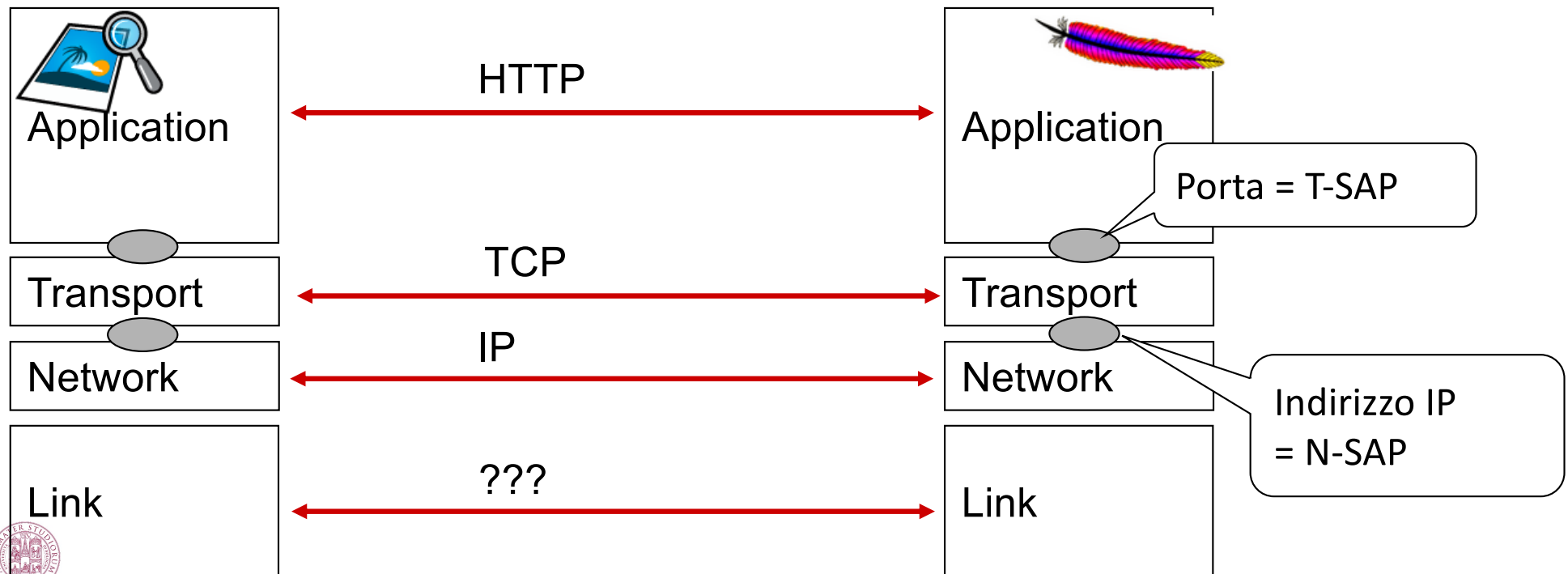
Nome del server web:
Indirizzo di rete (N-SAP)

Percorso al documento
nel file system del
server



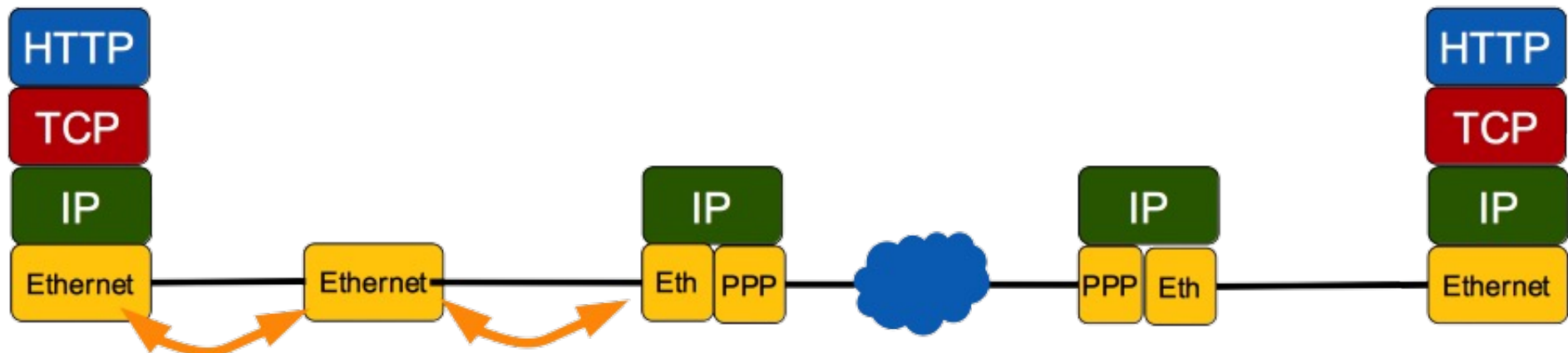
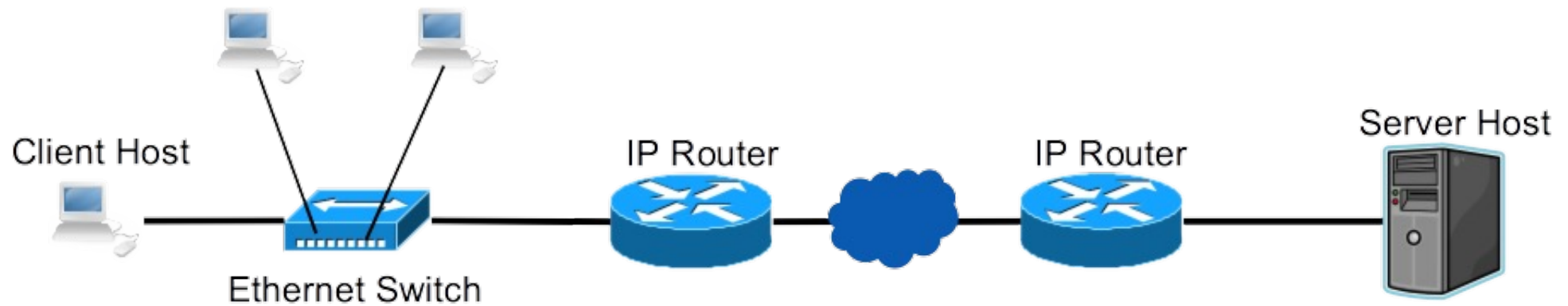
Cosa indirizzare

- Le applicazioni sono locali al calcolatore (terminale)
 - Alcune parti dell'URL hanno validità locale
 - Numero di porta
 - Percorso nel filesystem
- Il calcolatore va identificato univocamente su Internet
 - Almeno una parte dell'indirizzo deve avere significato unico e universale
 - Indirizzo di rete (numero IP)



08/03/23

Data Link



Obiettivo: connettività locale

Problema tipico: canale condiviso, tutti ricevono tutto

Soluzione: indirizzo per coinvolgere lo strato Ip solo se necessario

Infrastruttura fisica di accesso alla rete

- Tipicamente un calcolatore si connette alla rete tramite una rete di accesso locale detta LAN
- LAN = Local Area Network
- Le tecnologie LAN tipicamente implementano strato 2 e strato 1 secondo il modello ISO-OSI
 - Adottando soluzioni adatte al collegamento su breve distanza e finalizzate a
 - Canale di elevata capacità (bit rate > 10-100 Mbit/s)
 - Costi limitati (accessibili all'utente finale)
- Le tecnologie LAN oggi più comuni sono state sviluppate adottando un canale di trasmissione/ricezione condiviso fra tutti i calcolatori della LAN



Canale condiviso

- Implicazioni
 - Comunicazione broadcast: uno parla tutti sentono
- Problemi
 - Controllo dell'accesso al canale
 - Come evitare di parlare uno sull'altro rendendo la comunicazione incomprensibile
 - Limitazione della quantità di dati da elaborare per lo strato 3
 - Se tutti i dati vengono ricevuti lo strato 3 dovrebbe elaborare anche le conversazioni degli altri
- È necessario un indirizzo LAN
 - L'interfaccia di strato 2 (che parla e riceve con la LAN) legge e passa allo strato 3 solamente i dati di sua pertinenza
- Chi decide gli indirizzi per la LAN?

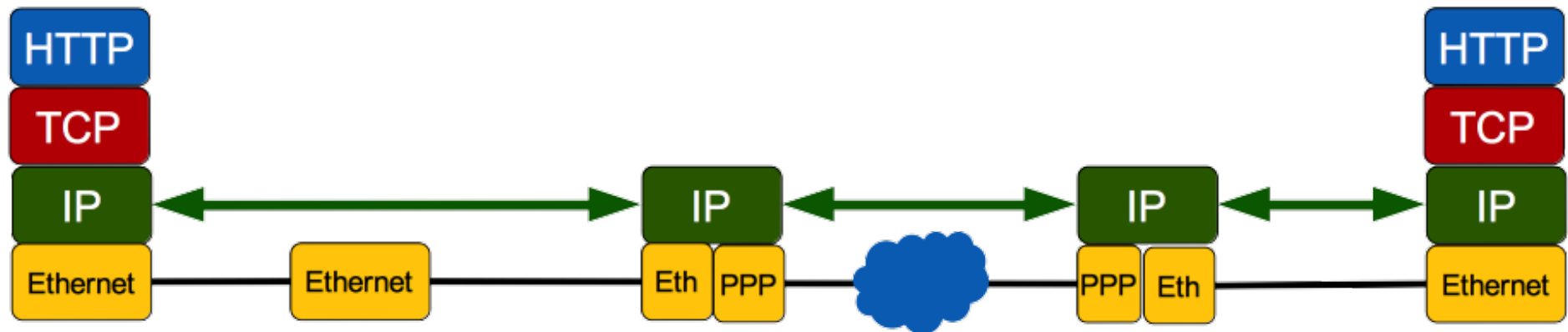
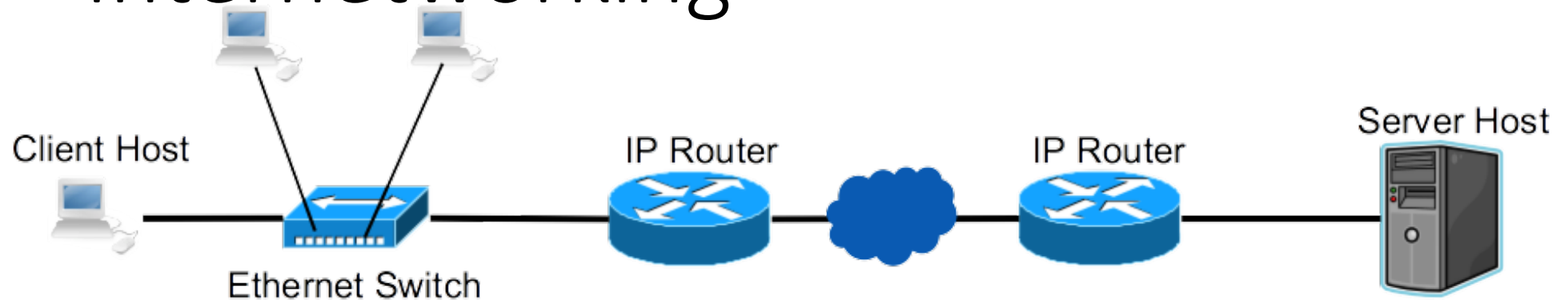


Gli indirizzi locali (MAC address)

- Sono composti da 48 bit (6 byte)
- Sono cablati nella scheda di rete
- Sono univoci a livello mondiale
 - i primi 3 byte individuano il costruttore
 - <http://www.macvendorlookup.com>
 - I secondi 3 numerano progressivamente le schede
- E' possibile specificare
 - un singolo destinatario (unicast)
 - 00-60-b0-78-e8-fd
 - un indirizzo di gruppo (multicast)
 - il primo bit deve essere a 1
 - un invio a tutte le stazioni (broadcast)
 - ff-ff-ff-ff-ff-ff



Internetworking



Obiettivo: connettività globale

Creare ponti fra le varie tecnologie locali

Indirizzo per indicare la destinazione finale a prescindere dai passi intermedi

L'indirizzo IP

- Indirizzi di lunghezza fissa pari a **32 bit**
- Scritti convenzionalmente come sequenza di 4 numeri decimali, con valori da **0** a **255**, separati da punto (rappresentazione **dotted decimal**)

10001001.11001100.11010100.00000001
137.204.212.1

- Numero teorico max. di indirizzi

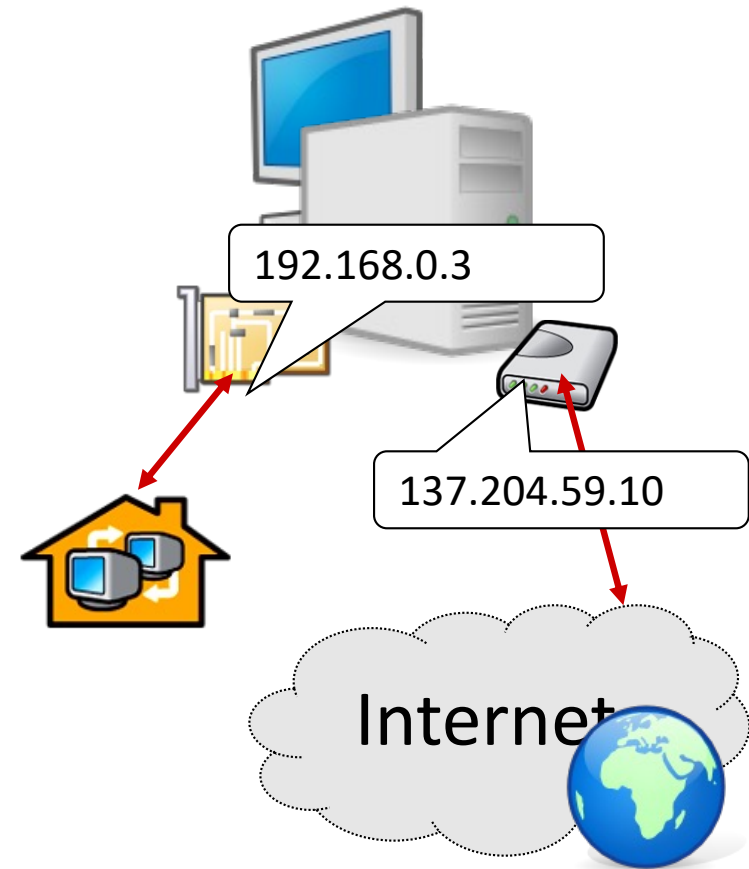
$$\mathbf{2^{32} = 4.294.967.296}$$

- In realtà si riesce a sfruttare un numero molto inferiore

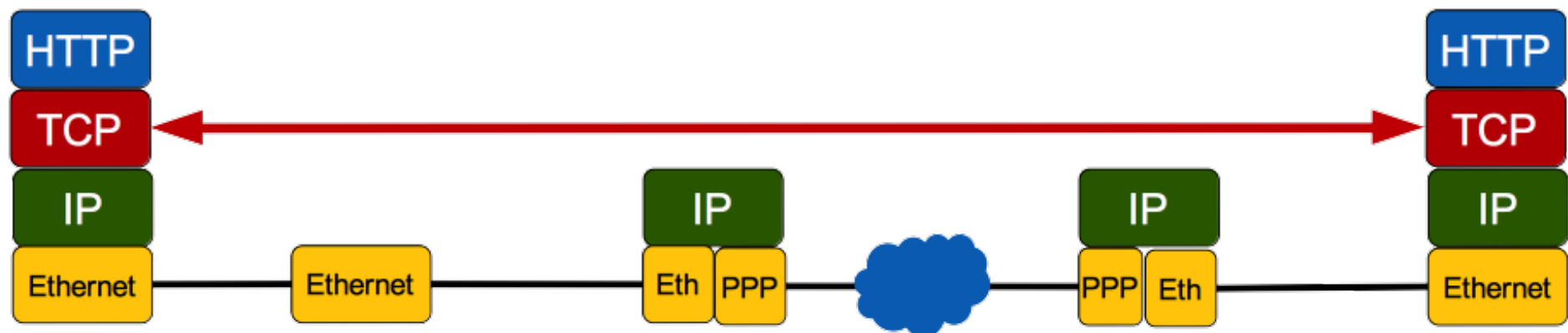
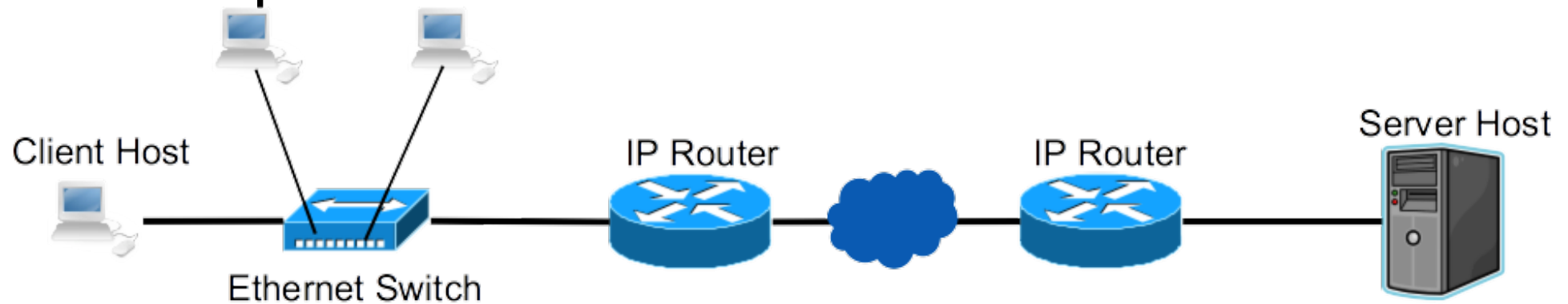


Indirizzi e interfacce di rete

- L'indirizzo identifica i punti di interconnessione di un host con la rete
 - Non identifica un host individuale, ma una delle sue interfacce di rete
- **Multi-homed hosts**
 - host con due o più interfacce di rete
- Esempio: un router che collega N reti ha
 - N interfacce di rete
 - N distinti indirizzi IP, uno per ogni interfaccia di rete



Trasporto end-to-end



Obiettivo: garantire il dialogo affidabile fra le applicazioni finali

Protocollo end-to-end

Indirizzamento per identificare la singola applicazione una volta raggiunto il calcolatore

Numero di porta

- Indirizzo di 16 bit
 - Valori decimali da 0 a 65535
- Locale al singolo calcolatore, ripetute su tutti i calcolatori
- Condiviso fra tutti i protocolli di trasporto

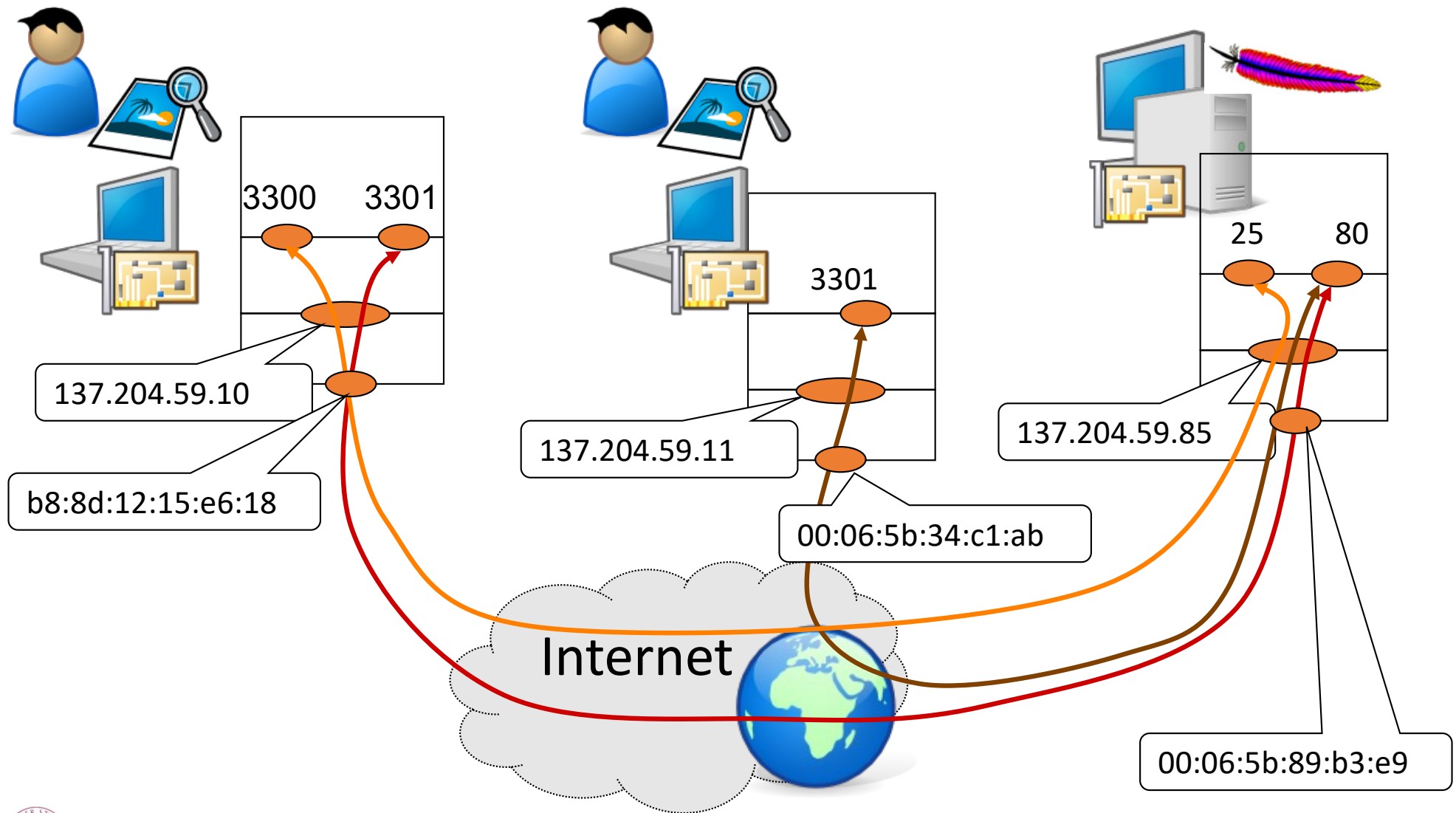
The image shows a Wireshark network traffic capture. The top menu bar includes File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, Telephony, Tools, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons. The filter bar shows 'Filter: tcp.stream eq 0' and 'Expression... Clear Apply'. The packet list table has columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, and Info. The selected packet is packet 1, a TCP SYN packet from 192.168.10.199 to 137.204.57.85 on port 80. The packet details pane shows the following information:

- Frame 1: 62 bytes on wire (496 bits), 62 bytes captured (496 bits)
- Ethernet II, Src: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9), Dst: DellComp_ec:46:62 (00:b0:d0:ec:46:62)
- Internet Protocol, Src: 192.168.10.199 (192.168.10.199), Dst: 137.204.57.85 (137.204.57.85)
- Transmission Control Protocol, Src Port: ddt (1052), Dst Port: http (80), Seq: 0, Len: 0
 - Source port: ddt (1052)
 - Destination port: http (80)
 - [Stream index: 0]
 - Sequence number: 0 (relative sequence number)
 - Header length: 28 bytes
 - Flags: 0x02 (SYN)
 - Window size: 65535
 - Checksum: 0x6bdc [validation disabled]
 - Options: (8 bytes)

The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII. The status bar at the bottom indicates 'Frame (frame), 62 bytes', 'Packets: 31 Displayed: 31 Marked: 0 Load time: 0:00.005', and 'Profile: Default'.



Flussi di comunicazione



Connessioni

- Per identificare il singolo flusso è sufficiente conoscere:
 - IP sorgente
 - IP destinazione
 - Porta sorgente
 - Porta destinazione
- Nell'esempio precedente sono attivi
 - 137.204.59.10:3300 \longleftrightarrow 137.204.57.85:25
 - 137.204.59.10:3301 \longleftrightarrow 137.204.57.85:80
 - 137.204.59.11:3301 \longleftrightarrow 137.204.57.85:80



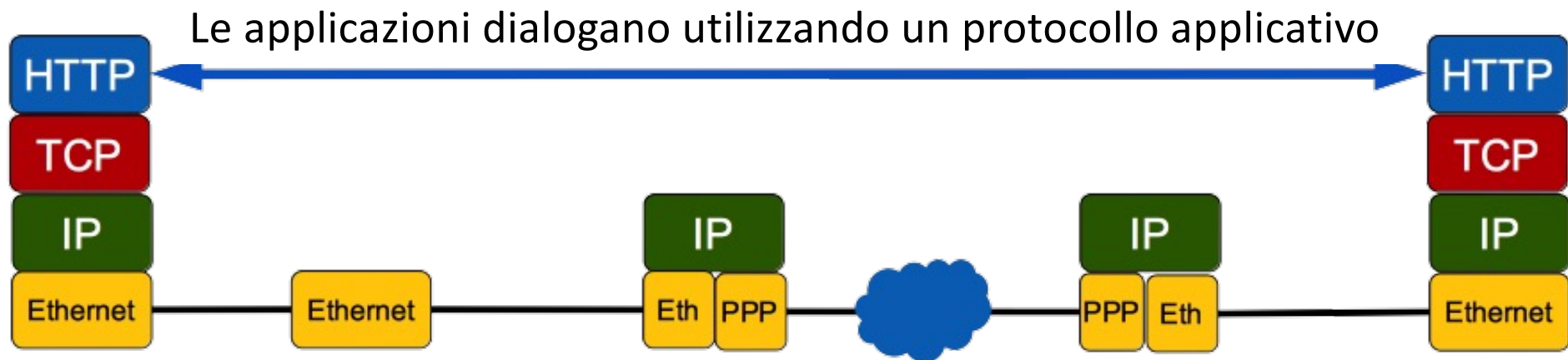
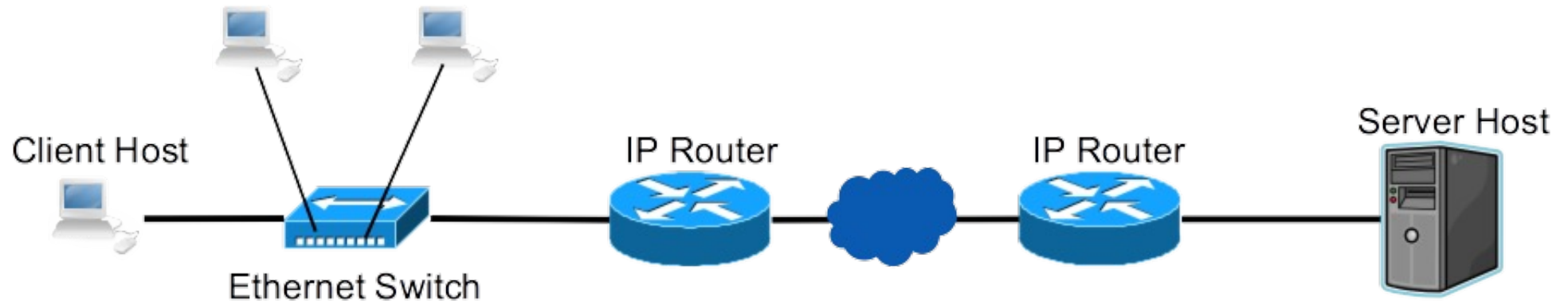


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Implementazione dei servizi e modelli di interazione

Franco CALLEGATI

Il modello di Internet



Server e client

- Con il termine server indichiamo un'applicazione che
 - rende disponibile un servizio
 - mediante un'interfaccia standard (protocollo)
- Con il termine client indichiamo un'applicazione che
 - È in grado di utilizzare i servizi messi a disposizione da un server.
- *Attenzione:* a volte gli stessi termini vengono usati impropriamente per indicare l'host che ospita l'applicazione



Apertura

- Il processo Server si predispone a ricevere una connessione eseguendo una **apertura passiva**
 - Si mette in ascolto in attesa dell'arrivo di una richiesta di connessione
 - Questo processo nel mondo Unix è chiamato Demone
- Il processo Client esegue una **apertura attiva** tentando di collegarsi al processo server di destinazione



Caratteristiche del client server

- Modello molti (client) a uno (server)
- Tipicamente sincrono e bloccante
 - Se il server non risponde il client non può avanzare
 - Si implementa nel client come reagire a fronte di un timeout (inferire un guasto?)
- Tipicamente con accoppiamento (binding) dinamico
 - Ad ogni invocazione il client può scegliere il server
 - Se il server non è disponibile dove atteso, la rete restituisce un errore
- Il server può essere progettato per offrire diversi tipi di prestazione
 - Servizio sequenziale o parallelo
 - Connessione persistente con notifiche push
 - Autenticazione e autorizzazione



Peer to peer

- La variante **Peer-to-peer** (P2P)
 - Gli host in rete sono tutti equivalenti (peer, appunto) e fungono alternativamente sia da client che da server verso altri nodi
 - In una rete P2P qualsiasi nodo utilizza e mette a disposizione contemporaneamente risorse ed informazioni in rete
- Auto scalabile
 - Nuovi peer agenti da server possono essere aggiunti fornendo nuove capacità e funzionalità



La ricerca della destinazione

- Il client deve conoscere indirizzo IP e Numero di porta del server di destinazione
 - Come fa a scoprirli?
- Nell' URL sono specificati
 - Protocollo applicativo
 - A cui corrisponde una well known port
 - Eventuale numero di porta non standard
 - Il numero IP o il nome del server
 - Il nome deve tramutarsi in un numero IP
 - Il numero IP identifica in modo univoco il punto di accesso alla rete del server
- Come fa il nome a diventare un numero?



Nomi simbolici

- Affinchè un calcolatore possa parlare con altri calcolatori su Internet:
 - **DEVE** essere equipaggiato con almeno una interfaccia di rete
 - L'interfaccia di rete **DEVE** avere associato un numero IP
- Al calcolatore **PUO'** essere associato un nome simbolico
 - Sequenza di stringhe alfanumeriche separate da punti
deisnet.deis.unibo.it
- Perché un nome simbolico? Per renderlo più facilmente fruibile agli essere umani



Il Domain Name System

- I calcolatori devono utilizzare i numeri IP a 32 bit nelle PCI delle PDU di livello 3
- Deve esistere un metodo per «tradurre» un nome simbolico in un numero IP
- Questo metodo si basa su un'applicazione di rete, che svolge funzioni di gestione della rete stessa, chiamato Domain Name System o DNS
- Del DNS si parlerà in seguito.



Il numero di porta

- Viene scelto dalla singola applicazione quando si attiva
- In teoria potrebbe cambiare di volta in volta
- Per permettere ai Client di raggiungere i Server questi ultimi utilizzano sempre gli stessi numeri di porta
 - Vengono detti numeri di porta **«Well Known»**



IANA (Internet Assigned Numbers Authority)

PORT NUMBERS

(last updated 2010-09-21)

The port numbers are divided into three ranges: the Well Known Ports, the Registered Ports, and the Dynamic and/or Private Ports.

The Well Known Ports are those from 0 through 1023.

DCCP Well Known ports SHOULD NOT be used without IANA registration. The registration procedure is defined in [RFC4340], Section 19.9.

The Registered Ports are those from 1024 through 49151

DCCP Registered ports SHOULD NOT be used without IANA registration. The registration procedure is defined in [RFC4340], Section 19.9.

The Dynamic and/or Private Ports are those from 49152 through 65535



Numeri di porte well known

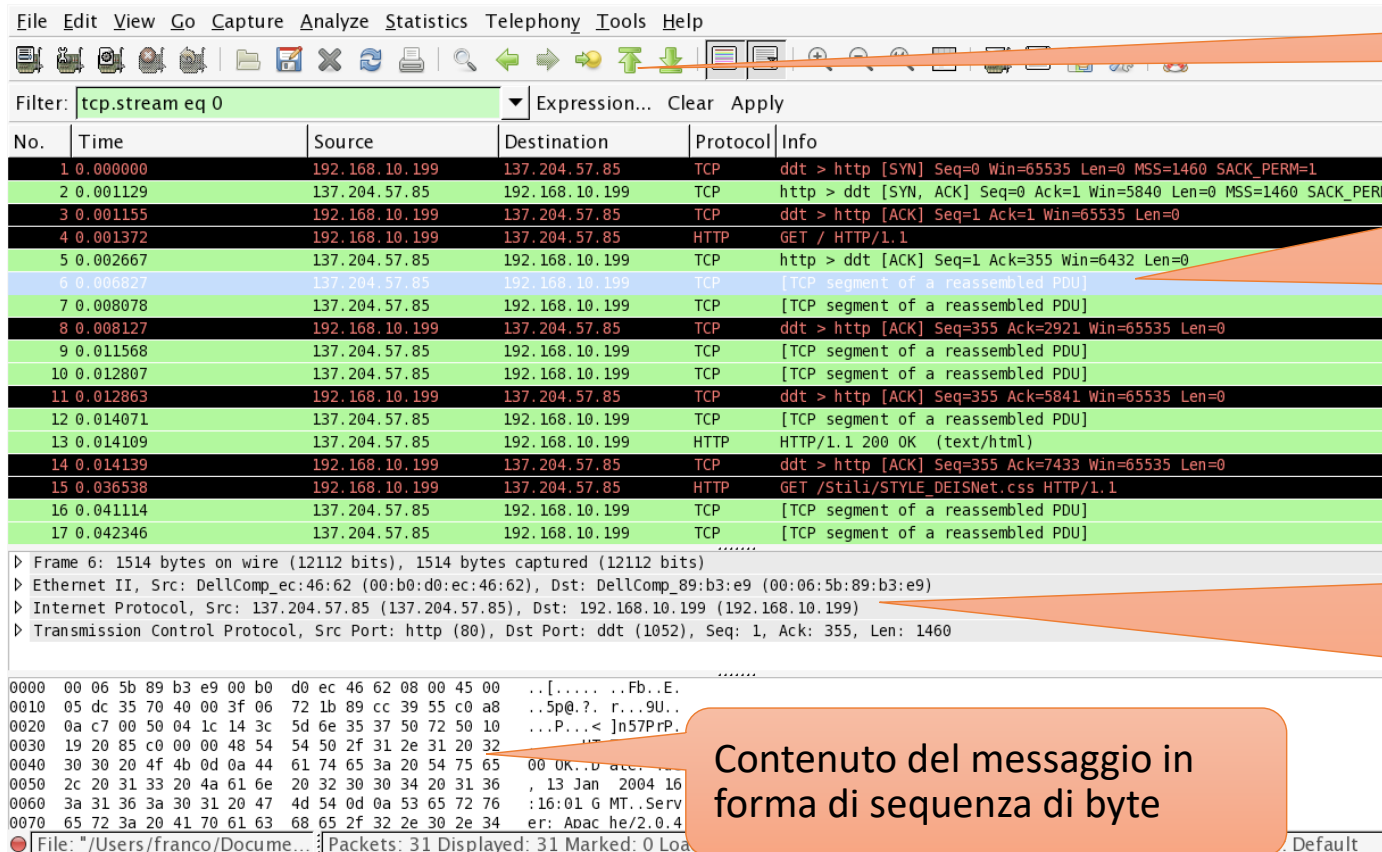
- Regole d'uso
 - Da 1 a 1023 (in origine da 1 a 255): **Riservati**
 - possono essere usati solo dai server
 - da 1024 a 49151: **Registrati**
 - Sono usati da alcuni servizi ma anche da client
 - Da 49151 a 65535: **ad uso dei client**
- Una parte dei numeri di porta sono riservati (Well Known Ports)

#	Protocol		Servizio
21	FTP-CONTROL	File Transfer Protocol	Trasferimento file (control)
20	FTP-DATA	File Transfer Protocol	Trasferimento files (dati)
23	TELNET		Accesso via terminale
25	SMTP		Trasferimento di posta elettronica
53	DNS	Domain Name System	Accesso al DNS
80	HTTP		Web server
109	POP2	Post Office Protocol (Version 2)	Lettura posta elettronica
22	SSH	Secure Socket	Accesso via terminale cifrato
110	POP3	Post Office Protocol (version 3)	Lettura posta elettronica
137	NETBIOS Name Service.		Servizio di rete per applicazioni in ambiente DOS (Windows)
138	NETBIOS Datagram Service.		
139	NETBIOS Session Service.		
443	HTTPS	HTTP over SSL/TLS	WEB cifrato



Analisi di protocollo

- Esistono strumenti software per analizzare il traffico di rete
 - Wireshark <http://www.wireshark.org/>



Funzioni di controllo del software

Qui viene mostrata la sequenza dei messaggi
Una riga per messaggio

Contenuto del messaggio evidenziato sopra
Vengono evidenziati i vari protocolli utilizzati nel messaggio

Contenuto del messaggio in forma di sequenza di byte

In conclusione

- L'utente finale interagisce con il software di applicativo
- L'applicazione dialoga con una o più applicazioni remote utilizzando i protocolli applicativi necessari
- I protocolli applicativi sfruttano il servizio di trasporto di uno dei protocolli di trasporto per raggiungere l'applicazione remota
- Il protocollo di trasporto utilizza le capacità di instradamento di IP per la consegna dei dati al calcolatore remoto dove risiede l'applicazione
- IP consegna i dati sfruttando l'infrastruttura di rete a cui gli host sono connessi tramite l'interfaccia LAN





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

www.unibo.it/sitoweb/franco.callegati

