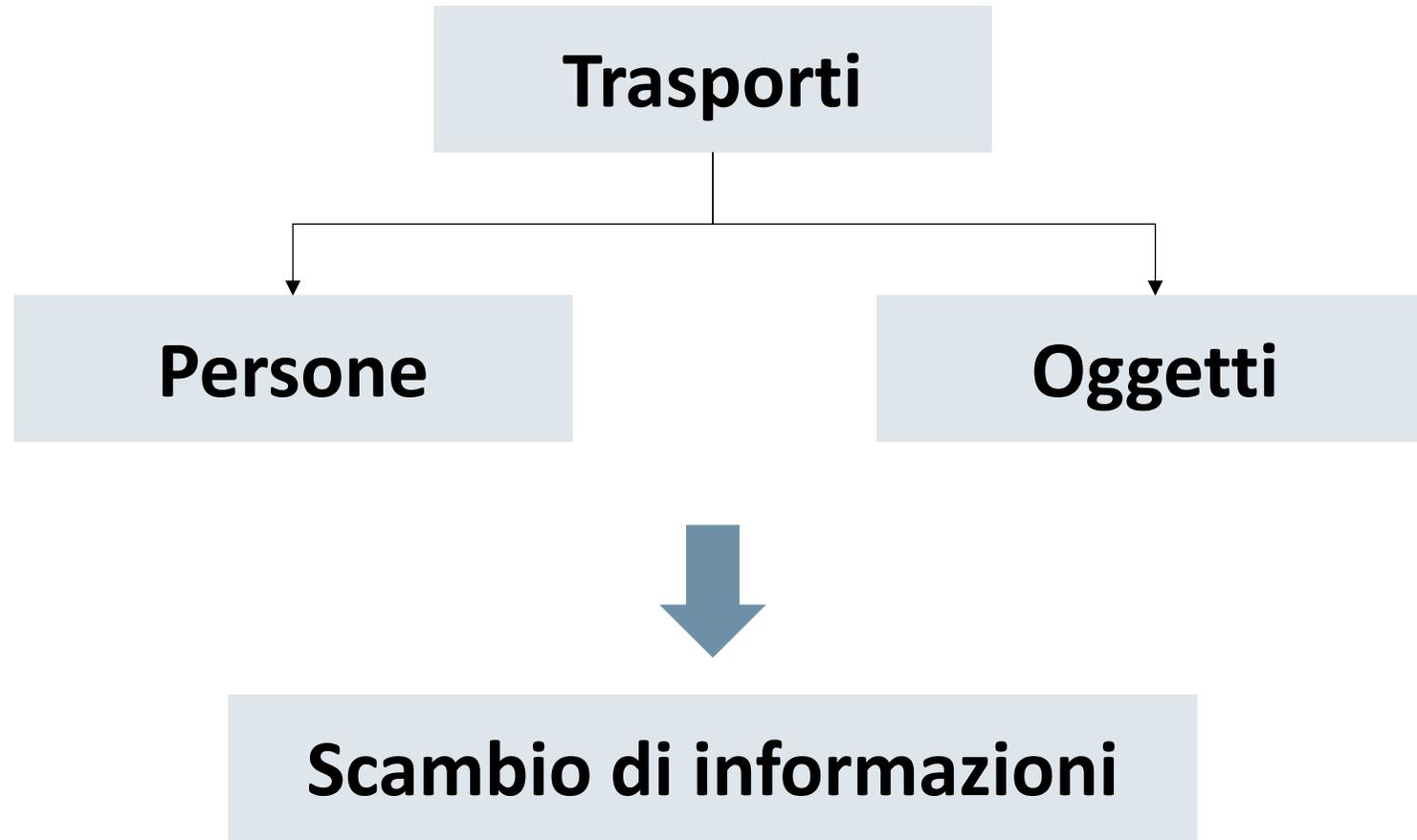


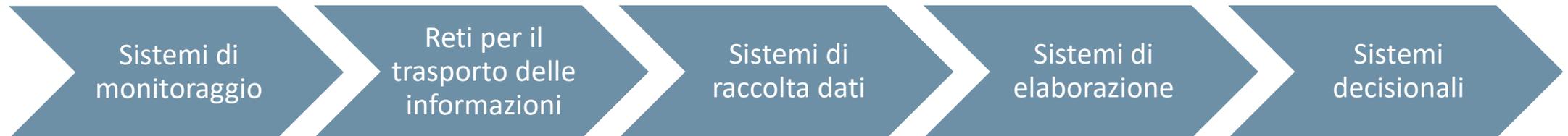
# Reti, internet e internet of things

# Sistemi informatici per i Trasporti



# Sistemi informatici per i Trasporti

## Sistemi informatici per lo scambio di informazioni



# Sistemi informatici per i Trasporti

Es. logistica: una azienda di trasporto vuole conoscere in tempo reale lo stato di avanzamento delle spedizioni per ottimizzare la propria attività riducendo i costi.

Ha bisogno di:

- Sistemi automatici di rilevamento della merce.
- Conoscere lo spostamento dei mezzi.
- Sistemi per la memorizzazione e la trasmissione delle informazioni e monitoraggio real-time dei processi.
- Sistemi di elaborazione dei dati raccolti per ottimizzazione percorsi e carichi.

# Sistemi informatici per i Trasporti

Es. guida autonoma: una macchina in grado di guidare autonomamente in qualsiasi contesto capace di sostituire completamente l'attività dell'uomo.

Ha bisogno di:

- Sistemi di posizionamento, sistemi automatici di emergenza e geolocalizzazione.
- Connettività.
- Sistema di scambio di informazioni tra autovetture.
- Sistemi di raccolta dati per ottimizzazione percorsi e ricarica elettrica.

# Reti di computer

Necessità di scambiare informazioni tra sistemi diversi e spesso in posti diversi nel mondo.

- Sono state sviluppate le reti di computer, per connettere tra loro diversi elaboratori digitali localmente, per arrivare poi a Internet
- Oggi è difficile pensare ad un computer non connesso ad una rete anche se in modo non permanente (ad esempio attraverso un modem).

# Perché collegare i computer in rete?

- Condivisione di dati e informazioni (database distribuiti)
- Condivisione di programmi
- Condivisione di risorse di calcolo



Utilizzo razionale di risorse, sia hardware che software

# Internet

In informatica, rete di elaboratori a estensione mondiale, mediante la quale le informazioni contenute in ciascun calcolatore possono essere messe a disposizione di altri utenti che possono accedere alla rete in qualsiasi località del mondo. Internet rappresenta uno dei più potenti mezzi di raccolta e diffusione dell'informazione su scala globale.

Ciascun calcolatore può essere connesso alla rete mediante una varietà di mezzi (fibre ottiche, cavi coassiali, collegamenti satellitari, doppiino telefonico), anche se più spesso comunica con una rete locale (per es., la rete locale aziendale), che a sua volta è connessa a Internet (di cui costituisce una sottorete); le organizzazioni che offrono servizi Internet sono detti ISP (Internet service provider).

Da <https://www.treccani.it/enciclopedia/internet>

# Internet – Storia

- **1957:** l'Unione Sovietica lancia lo Sputnik
- **1958:** il presidente Eisenhower autorizza la Advanced Research Projects Agency – ARPA (dal 1972 cambia nome in DARPA, dove D sta per Defense), un'agenzia del ministero della difesa USA il cui scopo è fare ricerca e sviluppo oltre le «immediate» necessità militari
- **1965:** Donald Davies del National Physics Laboratory (UK) definisce la commutazione di pacchetto, ancora oggi la base per la trasmissione di dati nelle reti di computer e propone il progetto per una rete locale di computer
- **1969:** Nasce ARPANET e il primo collegamento tra UCLA e il Stanford Research Institute

## Internet – Storia

*«We typed the L and we asked on the phone,*

*"Do you see the L?"*

*"Yes, we see the L," came the response.*

*We typed the O, and we asked, "Do you see the O."*

*"Yes, we see the O."*

*Then we typed the G, and the system crashed ...*

*Yet a revolution had begun»*

Leonard Kleinrock

[https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard\\_Kleinrock](https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard_Kleinrock)

# Internet – Storia

- **1971:** ARPANET collega 23 elaboratori
- **1971:** Primo collegamento della «Merit Network», una rete pensata per collegare le università pubbliche del Michigan
- **1972:** Si forma il Networking Working Group (NWG)
- **1973:** Norvegia (Norwegian Seismic Array) e UK (University College London) si collegano ad ARPANET
- **1973:** In Francia nasce un'altra rete, CYCLADES (introducendo alcuni concetti che influenzeranno il protocollo TCP/IP)
- **1974:** Nell'ambito dei lavori del NWG esce per la prima volta il termine «internet» per «internetwork», nell'ambito di uno sforzo congiunto alla ricerca di un protocollo comune

# Internet – Storia

- **1976-81:** Nasce il protocollo TCP/IP
- **1982-85:** Nascono reti basate su TCP/IP (SATNET, NSFNET, CSNET, ...)
- **1984-88:** Il CERN costruisce la propria intranet basata su TCP/IP
- ...

# Internet – Storia



<https://www.youtube.com/watch?v=g6tuepmUmJg>

# Internet – Storia



- **1989-1991:** Al CERN, Tim Berners-Lee definisce il World Wide Web, cioè il sistema informativo che permette di accedere mediante internet a documenti multimediali usando collegamenti (link)
- **1992-1995:** il governo americano e la National Science Foundation rimuovono le ultime restrizioni allo sfruttamento commerciale delle proprie reti. Internet è un fenomeno globale

# Internet – Storia



Per approfondimenti

- [https://www.netvalley.com/cgi-bin/intval/net\\_history.pl?chapter=1](https://www.netvalley.com/cgi-bin/intval/net_history.pl?chapter=1)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_the\\_Internet](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_Internet)

# Definizioni

**Internet:** sistema globale di reti di computer interconnesse attraverso reti di telecomunicazioni.

**World Wide Web (WWW):** collezione globale di documenti (e altre risorse) accessibili (e collegati) attraverso collegamenti ipertestuali e URI (Uniform Resource Identifier). La proposta originale di Tim Berners-Lee era per un sistema di gestione di documenti (<https://www.w3.org/History/1989/proposal.html>).

**Rete di telecomunicazioni:** un complesso di dispositivi, collegamenti, linee e circuiti che consentono la trasmissione (e la ricezione) di informazioni tra due o più utenti in posizioni geograficamente distinte.

# Definizioni

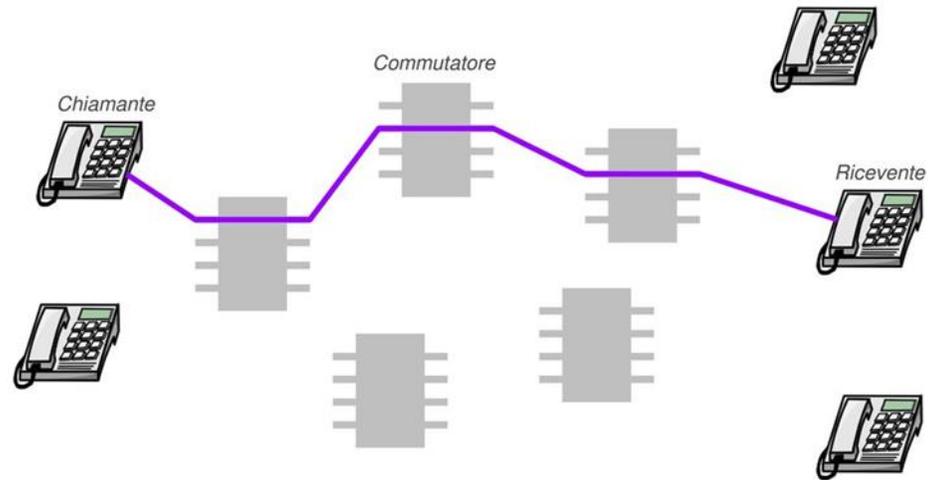
**Rete di computer:** rete di telecomunicazioni a commutazione di pacchetto che permette lo scambio di messaggi tra utenti, la trasmissione di dati e/o informazioni e la gestione contemporanea di risorse distribuite, trasferendo dati sotto forma di pacchetti, secondo precisi protocolli di rete.

**Nodo (Host):** ogni elaboratore collegato ad una rete

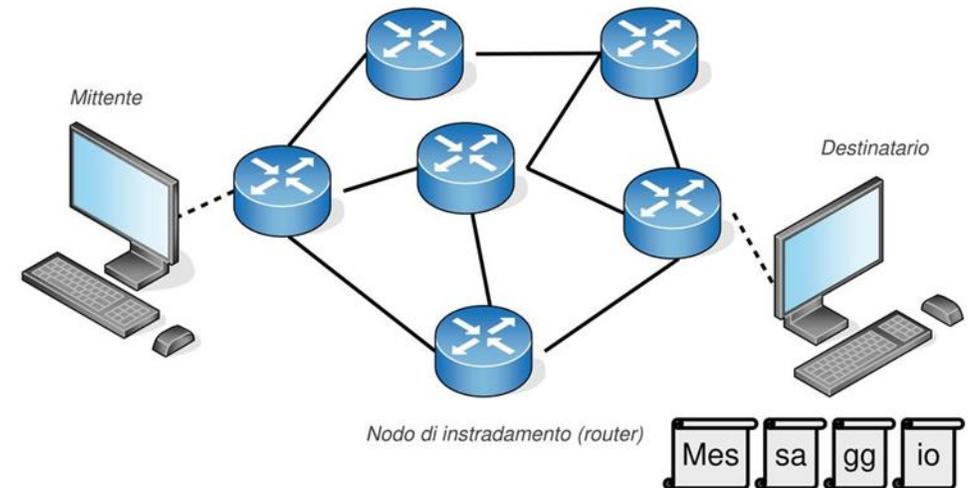
**Pacchetto (Frame):** una quantità di dati dimensione standardizzata (che può variare in base al protocollo di comunicazione usato). E' composto da un header, che contiene le informazioni per il recapito e un payload, che contiene il corpo del dato/messaggio da trasmettere.

# Reti di telecomunicazioni

## Commutazione di circuito



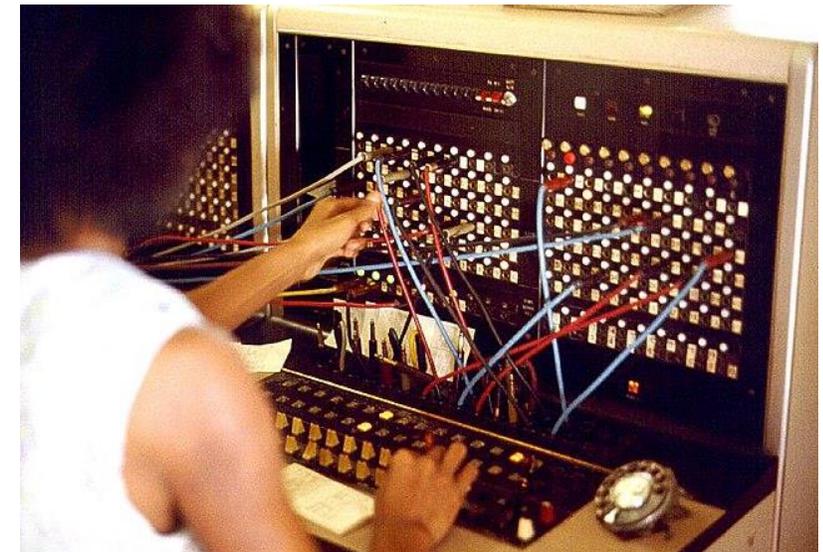
## Commutazione di pacchetto



# Commutazione di circuito

«Circuit switching»:

- Si stabilisce un canale di comunicazione dedicato tra i due nodi della rete che devo comunicare
- Es.: linea telefonica tradizionale
- Il circuito tra i due nodi è esclusivo per tutta la durata della comunicazione
  - Indipendentemente dal fatto che la connessione è usata continuamente o no



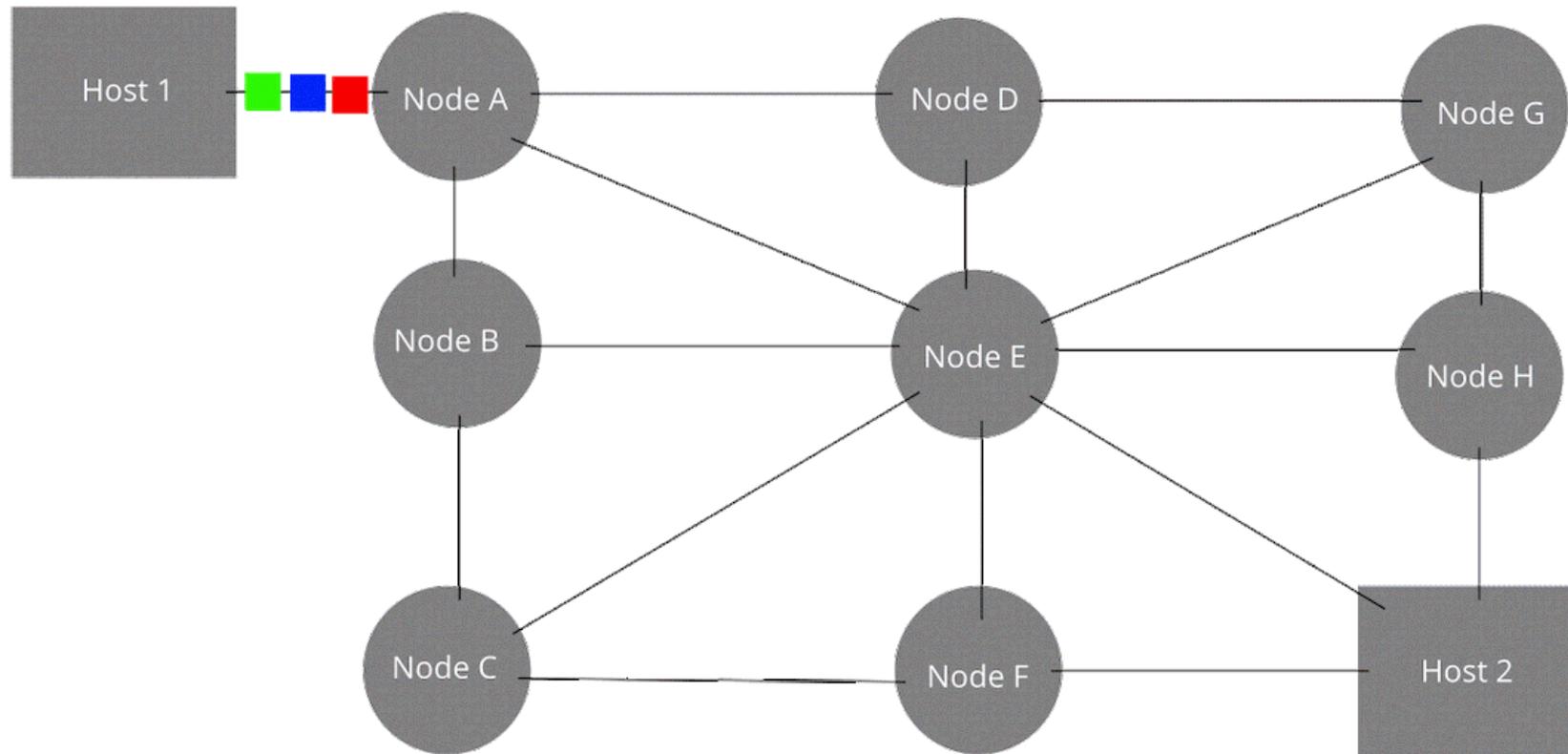
# Commutazione di pacchetto

«Packet switching»:

- I dati da trasmettere sono divisi in pacchetti costituiti da un header (dati per la trasmissione) e da un payload (contenuto)
- Il «routing» (cioè la scelta del percorso per la trasmissione di un pacchetto) e il trasferimento di un pacchetto sono fatti in modo da occupare il canale solo per la trasmissione del pacchetto stesso. Al termine, il canale è messo a disposizione di nuovo traffico
- Hardware dedicato al networking (come router e switch) riceve e re-instrada i pacchetti (tipicamente con disciplina FIFO – **F**irst **I**n **F**irst **O**ut)
- Non è garantito il tempo di percorrenza né un ordine esatto di arrivo dei pacchetti

# Commutazione di pacchetto

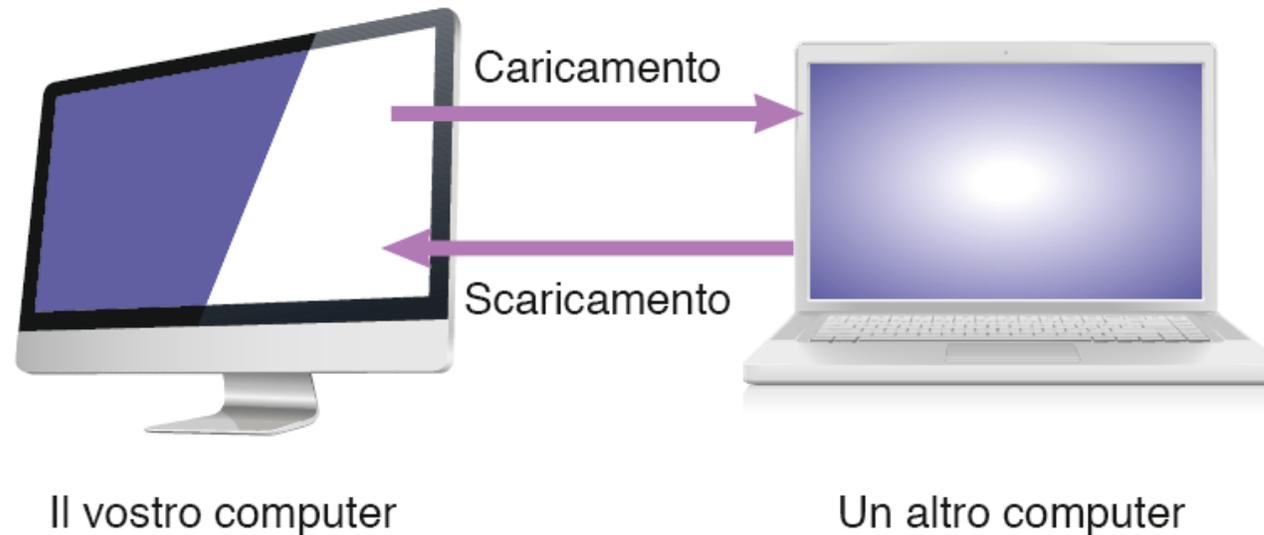
The original message is **Green**, **Blue**, **Red**.



# Architetture di rete

Collegamento «punto-punto»:

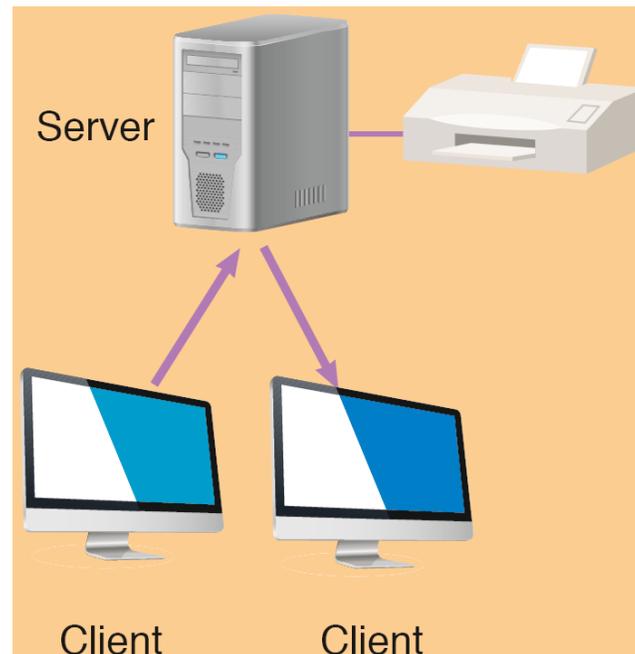
- Circuito che collega direttamente due nodi di una rete, senza passare per nodi intermedi



# Architetture di rete

## Struttura centralizzata:

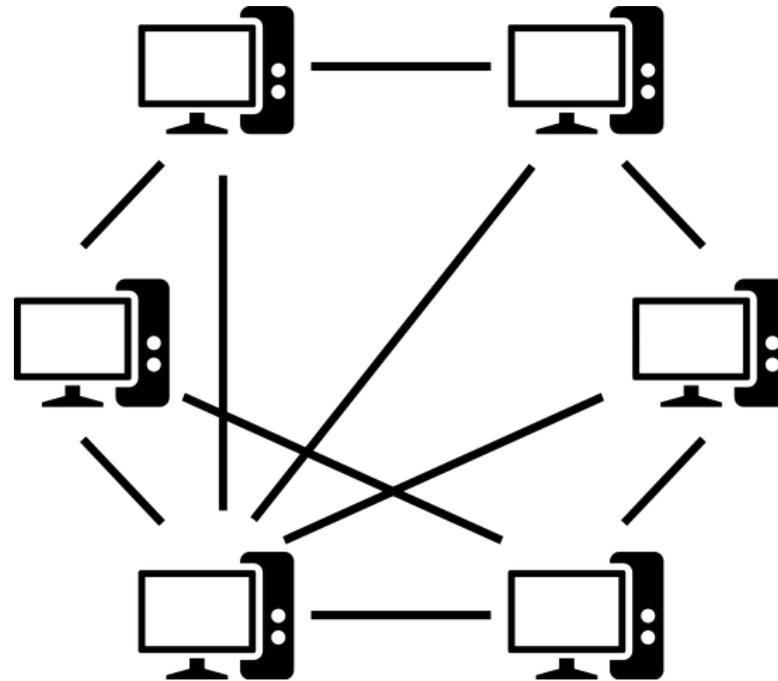
- Un elaboratore centrale (server) serve terminali periferici non «intelligenti»
- Risorse elaborative condivise (hardware e software)



# Architetture di rete

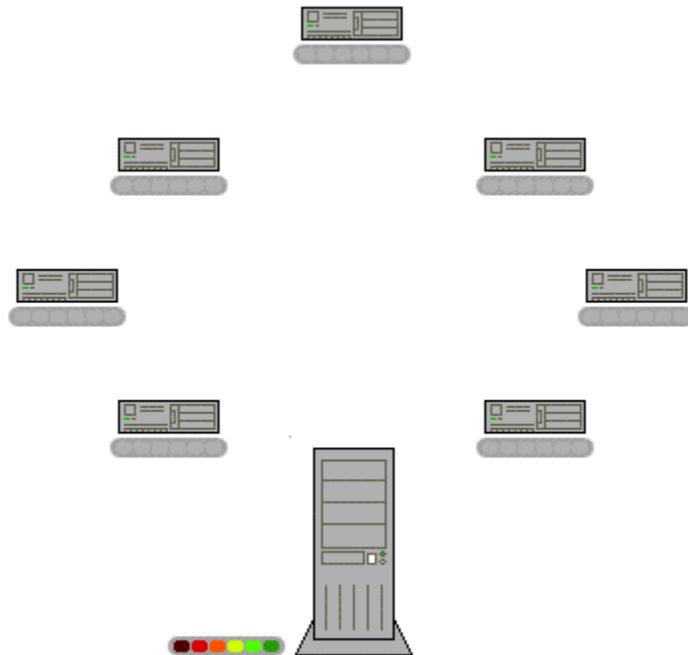
Architettura distribuita peer-to-peer (P2P):

- Tutti i nodi sono pari, possono essere sia client che server per gli altri nodi della rete



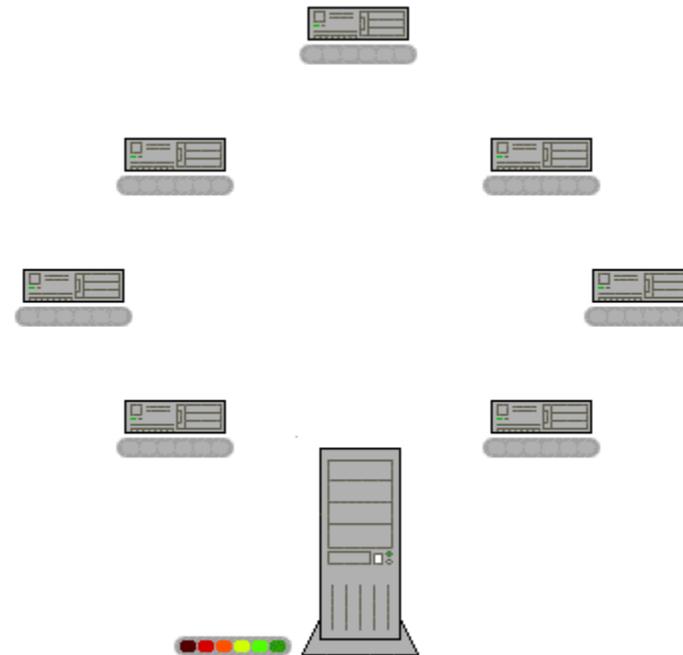
# Architetture di rete

## Client-server



vs

## P2P



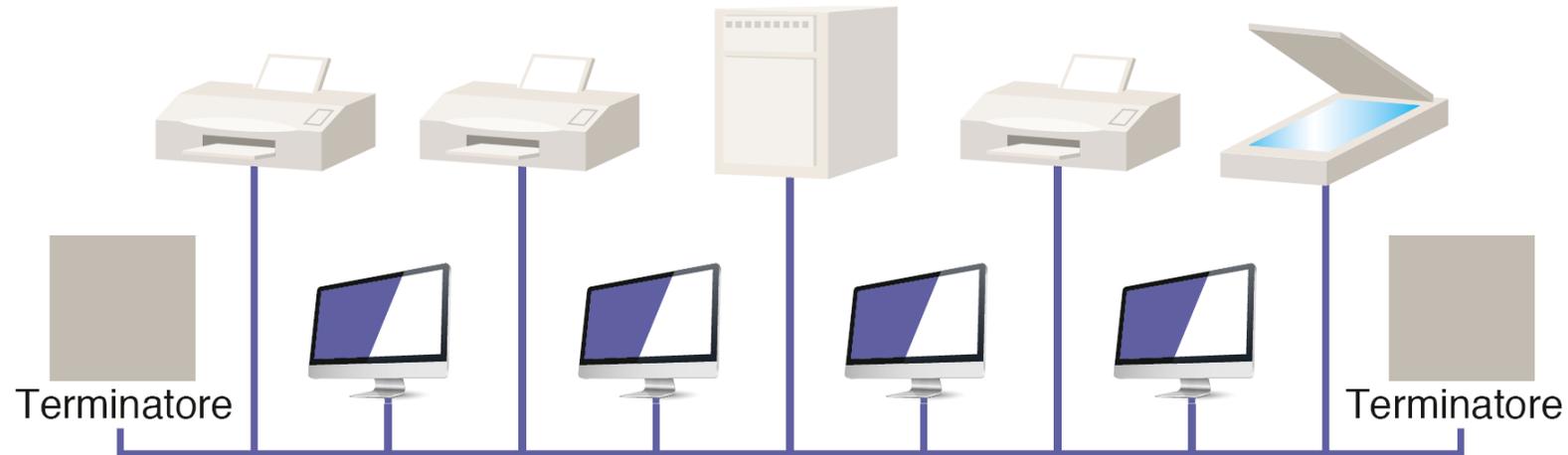
# Topologie di rete

Una rete si può classificare in base alla topologia:

- A bus
- A stella
- Ad anello
- A maglie

# Topologia a bus

E' il metodo più semplice per connettere gli elaboratori: tutti gli elaboratori sono collegati in serie lungo lo stesso cavo. Occorrono meccanismi che evitino le collisioni o le interferenze tra nodi.



# Topologia a bus

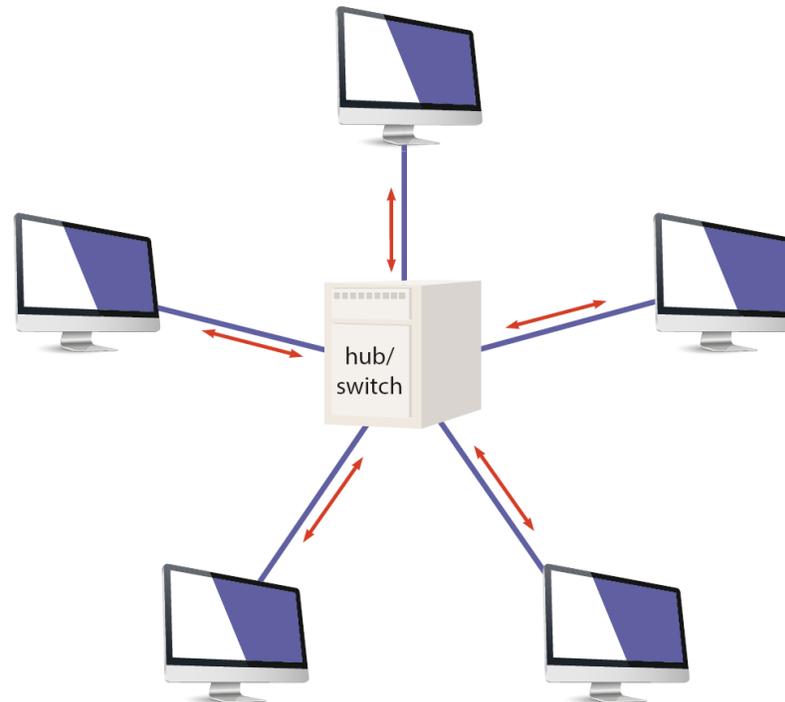
- I dati sono inviati a tutti gli elaboratori e vengono accettati solo dall'elaboratore il cui indirizzo è contenuto nel segnale di origine.
- Poiché un solo elaboratore alla volta può inviare dati, maggiore è il numero di elaboratori connessi alla rete, più saranno gli elaboratori in attesa di trasmettere dati, rallentando le prestazioni dell'intera rete.
- Quella a bus è una topologia di rete passiva: i computer ascoltano i dati trasmessi sulla rete, ma non intervengono nello spostamento di dati da un computer a quello successivo.

# Topologia a bus

- I dati trasmessi da un computer viaggiano da un capo all'altro del cavo, rimbalzano e tornano indietro impedendo ad altri computer di inviare segnali.
- A ciascuna estremità del cavo viene applicato un componente chiamato terminatore che assorbe i dati liberi rendendo disponibile il cavo per l'invio di altri dati.
- Se un cavo viene tagliato o se uno dei capi viene scollegato, e quindi uno o più capi sono privi di terminatore, i dati rimbalzeranno interrompendo l'attività su tutta la rete (rete inattiva).

# Topologia a stella

Ogni elaboratore è collegato da un cavo dedicato ad un dispositivo centrale (es. hub o switch). Tutte le comunicazioni passano per il nodo centrale e sono gestite da quest'ultimo

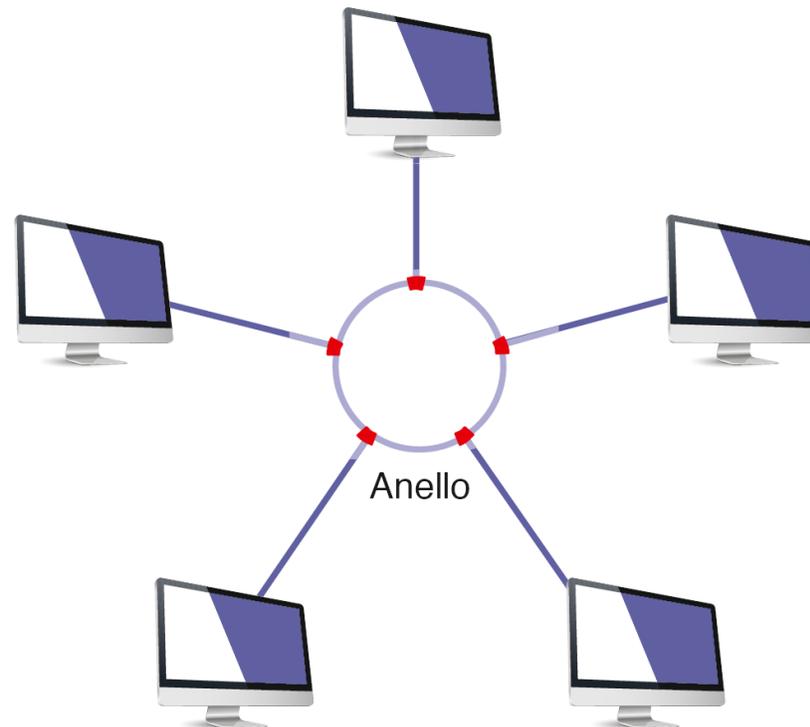


# Topologia a stella

- In caso di interruzione di uno dei cavi di connessione di un elaboratore all'hub, solo quell'elaboratore verrà isolato dalla rete.
- In caso di mancato funzionamento dell'hub, saranno interrotte tutte le attività di rete (single point of failure)
- Facilmente espandibile tramite aggiunta di hub o switch
- Il controllo centralizzato del traffico permette una facile diagnostica

# Topologia ad anello

Gli elaboratori sono connessi in serie da un cavo continuo che, dal punto di vista logico, realizza un circuito chiuso. Ogni nodo ha un contatto diretto solo con il precedente e il successivo.

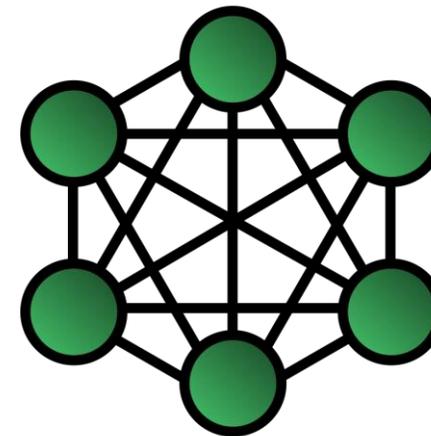
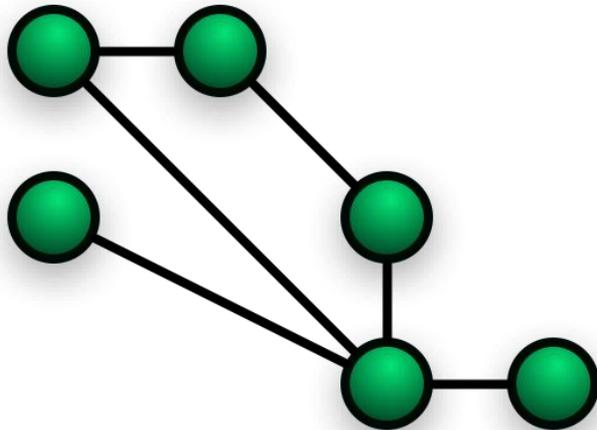


# Topologia ad anello

- Ogni nodo ritrasmette al successivo i dati che non sono destinati allo stesso.
- Gli elaboratori sono connessi tramite un unico cavo circolare privo di terminatori.
- I segnali possono essere inviati in entrambi i sensi lungo il circuito chiuso passando attraverso ciascun elaboratore che funge da ripetitore e ritrasmette il segnale potenziato all'elaboratore successivo.
  - Non serve nodo centrale
  - Tolleranza ai guasti di un nodo
  - Scalabilità complessa

# Topologia a maglie (mesh)

Utilizza un sottoinsieme di tutti i collegamenti possibili tra N nodi (eventualmente tutti, nella topologia completamente magliata). In una topologia completamente magliata, dato un nodo, esiste sempre un percorso che consente di collegarlo ad un altro nodo della rete.



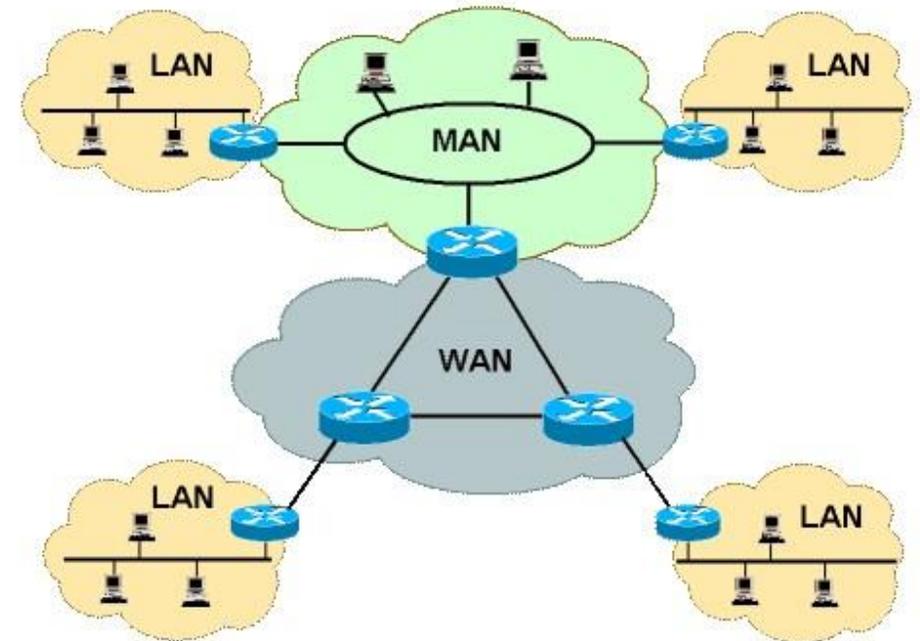
# Topologia a maglie (mesh)

- E' la topologia più robusta nei confronti di guasti nei collegamenti (in particolare quella completamente magliata): finché un nodo non rimane completamente isolato (si guastano tutti i collegamenti verso di esso) esisterà sempre un percorso per raggiungerlo.
- E' la topologia più difficile da scalare: aggiungere un nodo significa aggiungere un numero sempre più grande di rami

# Classificazione delle reti

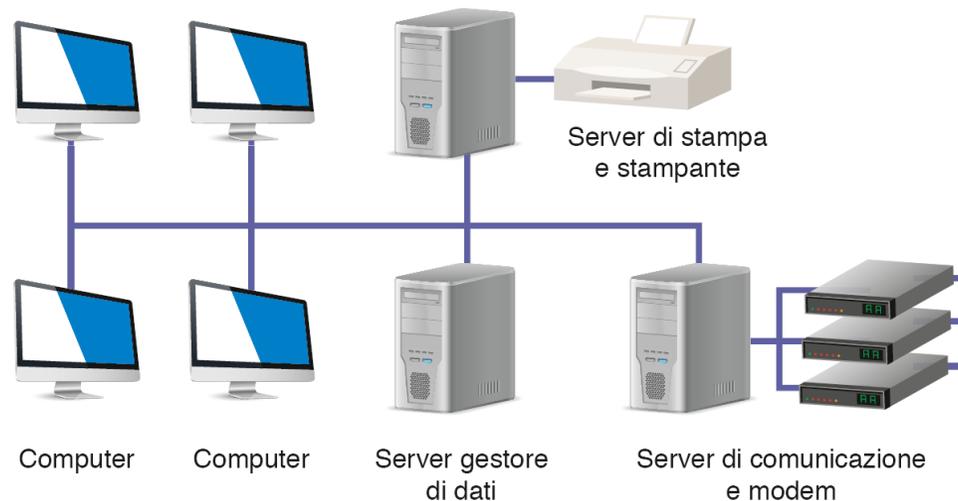
A seconda dell'estensione geografica si distinguono vari tipi di rete:

- Rete LAN (**L**ocal **A**rea **N**etwork)
- Rete MAN (**M**etropolitan **A**rea **N**etwork)
- Rete WAN (**W**ide **A**rea **N**etwork)



# Local Area Network – LAN

Identifica una rete costituita da elaboratori collegati tra loro (comprese le interconnessioni e le periferiche condivise) all'interno di un ambito fisico delimitato (ad esempio in una stanza, in un ufficio o in un edificio, o anche in più edifici vicini tra di loro). Gli elaboratori sono connessi direttamente alla LAN mediante apposite schede di rete (Ethernet o WiFi) consentendo uno scambio di dati ad elevata velocità.



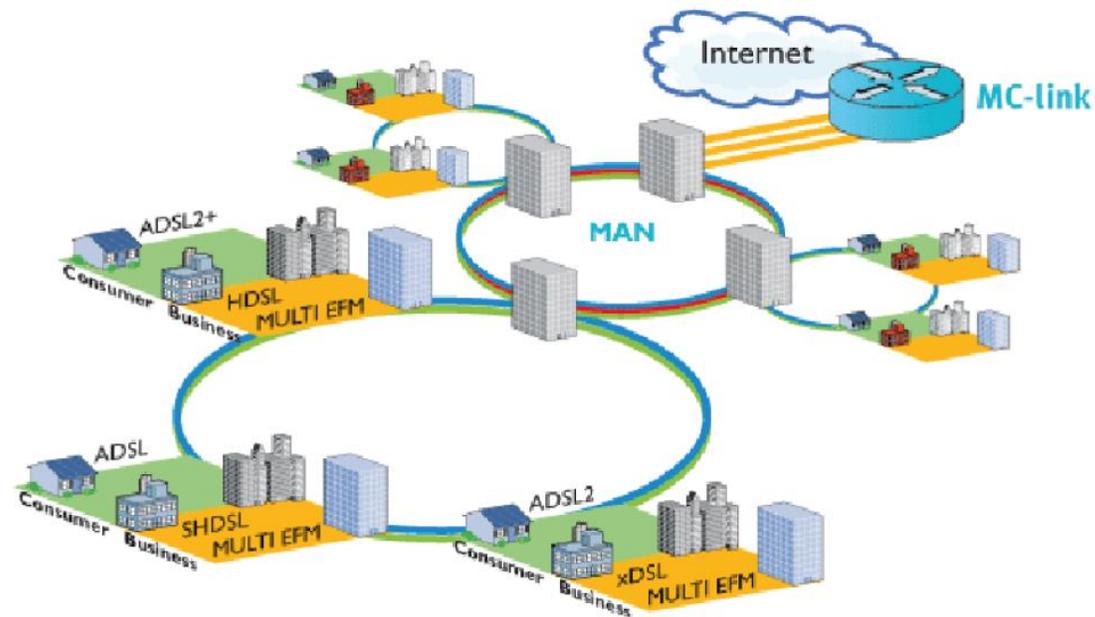
# Local Area Network – LAN

Reti private implementate per la condivisione di risorse (elaboratori, stampanti, ..., ma anche dati). Mezzi di trasmissione:

- Doppino telefonico
- Fibre ottiche
- Cavi coassiali
- WiFi

# Metropolitan Area Network – MAN

La MAN è una rete che si estende in un'area metropolitana; essa può comprendere diverse LAN al suo interno. Ad es., la connessione di tutti gli elaboratori di una Università distribuita in diversi plessi è una rete MAN.



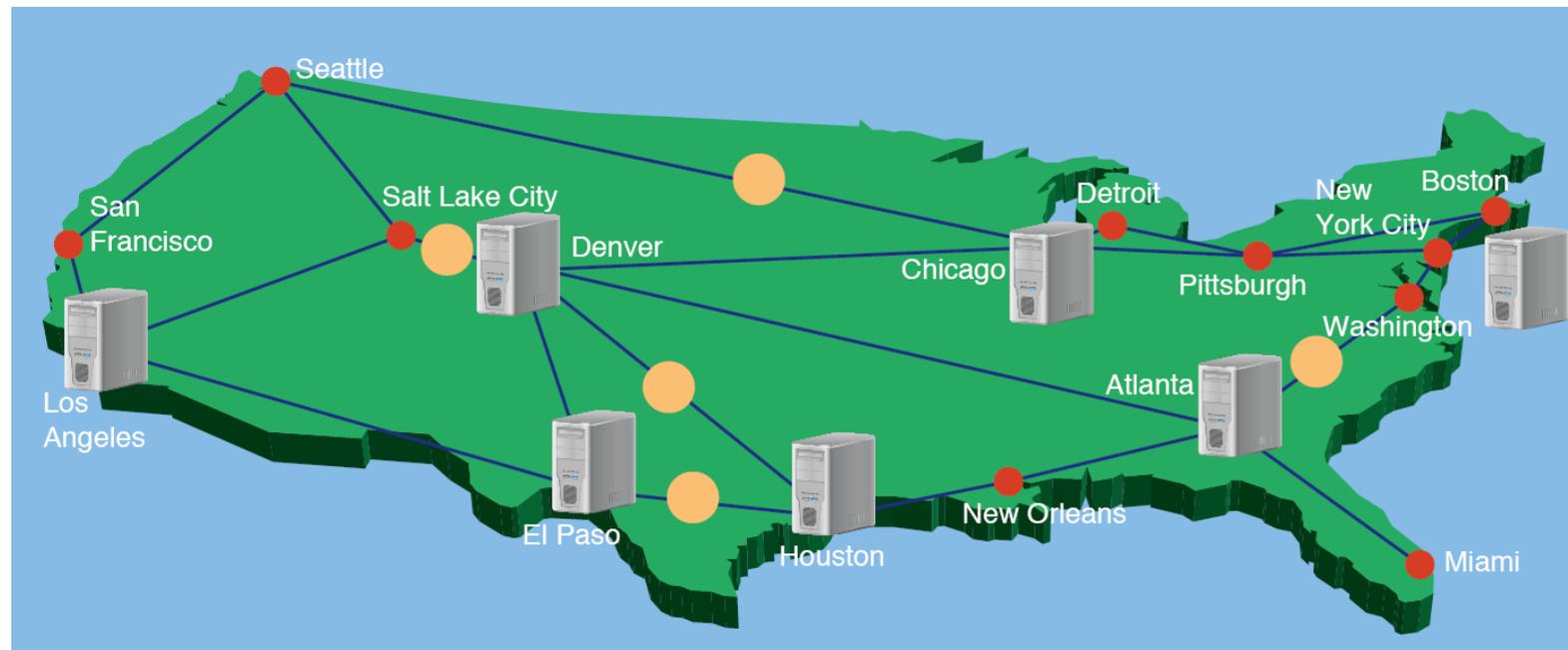
# Metropolitan Area Network – MAN



- Una rete metropolitana è una versione ampliata di rete.
- Può coprire un gruppo di uffici, aziende, città.
- Può essere pubblica o privata.
- La comunicazione avviene su linee dedicate.

# Wide Area Network – WAN

Le reti WAN sono reti di computer estese su vaste dimensioni (nazioni, continenti) e servono per connettere tra loro LAN/MAN diverse e geograficamente distanti



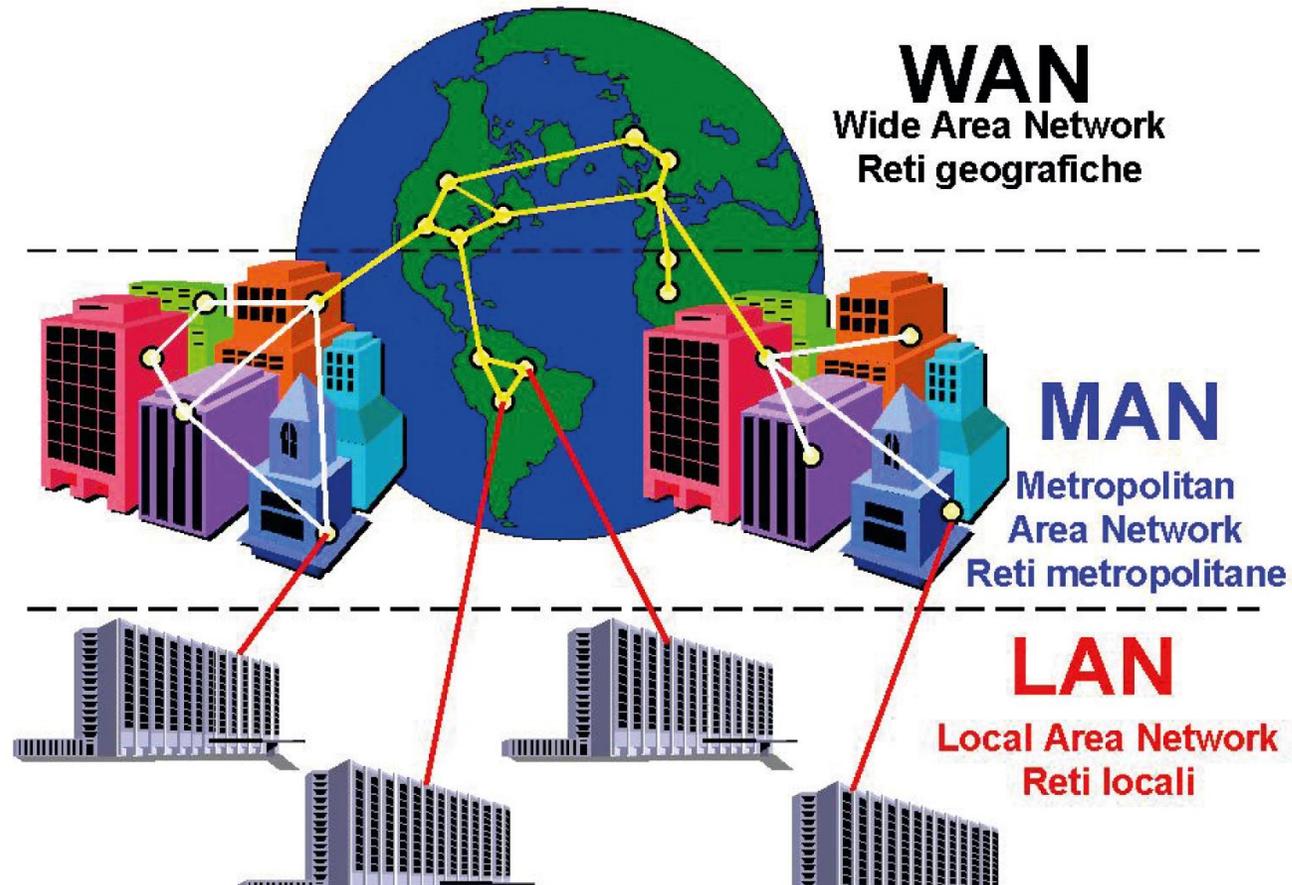
# Wide Area Network – WAN

- Una WAN è una rete di reti
- Si compone di
  - Linee di comunicazione, per cui si possono usare differenti alternative come cavi di rame, fibra ottica, satelliti, ponti radio
  - Host, cioè gli elaboratori degli utenti o i server che offrono servizi alla rete
  - Hub, bridge, router, ..., cioè i dispositivi usati per collegare due o più linee di comunicazione e instradare informazioni

Compito delle WAN (e anche delle MAN) è quello di trasmettere le informazioni tra i computer del mittente e del destinatario su LAN diverse

# Internet

Internet è una WAN



# Scala delle reti

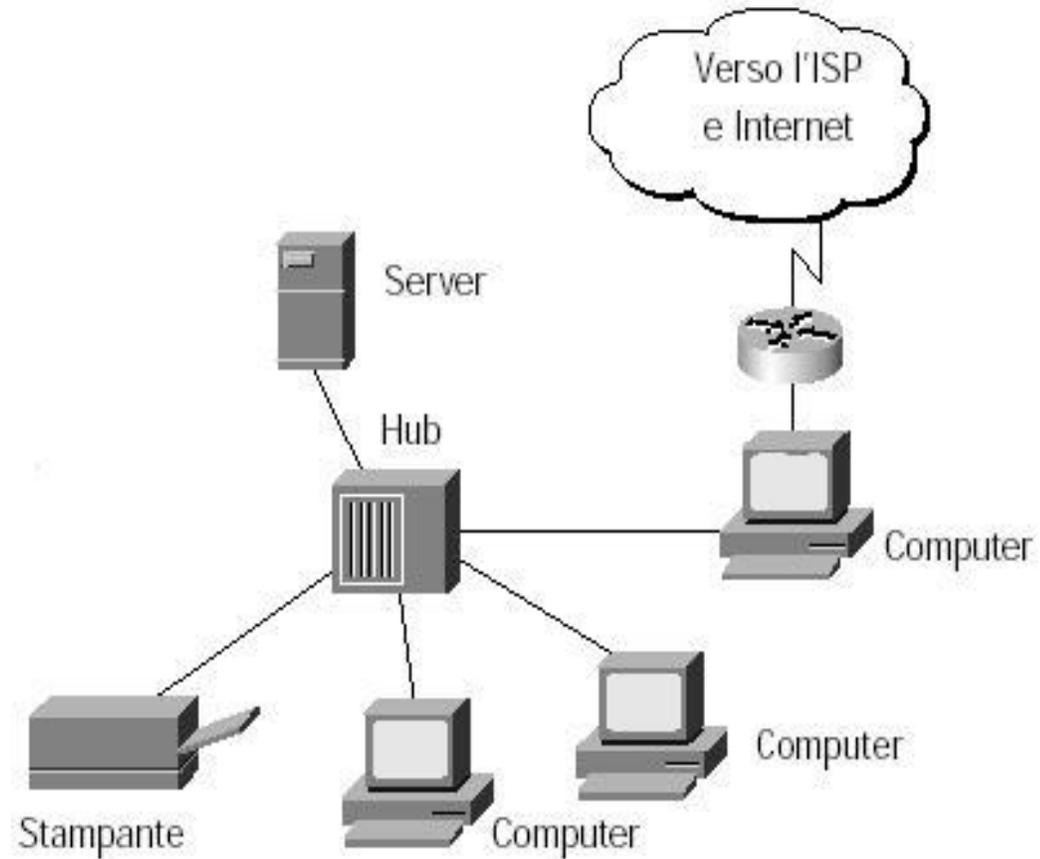
Un criterio per classificare le reti è legato alla loro scala in base alla distanza tra nodi.

10 m	Stanza	LAN
100 m	Edificio	LAN
1 km	Campus universitario	LAN
10 km	Città	MAN
100 km	Nazione	WAN
1000 km	Continente	Internet
10000 km	Pianeta	Internet

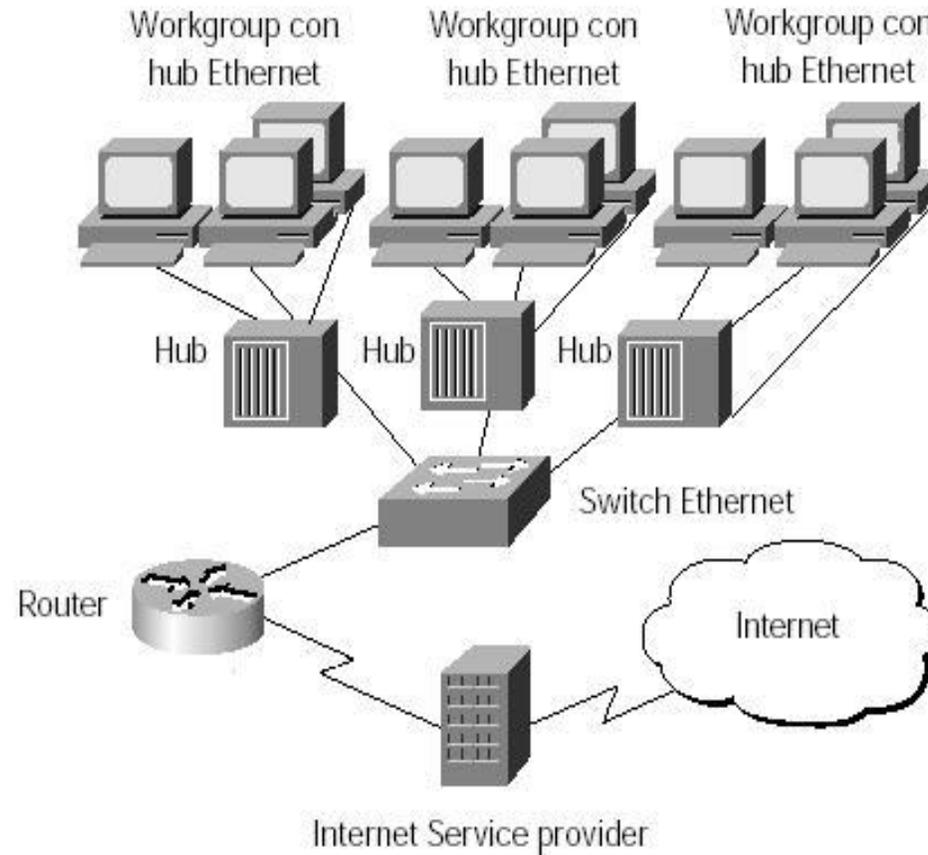
## Altre classificazioni

- **P**ersonal **A**rea **N**etwork – **PAN**, se la rete si estende intorno all'utilizzatore con un'estensione di alcuni metri
- **W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork – **WLAN**, se la rete locale è basata su una tecnologia in radio frequenza (permettendo la mobilità all'interno dell'area di copertura)
- **C**ampus **A**rea **N**etwork – **CAN**, intendendo la LAN interna ad un campus universitario

# Esempi di LAN – Rete a stella



# Esempi di LAN – Rete a stella + 3 sottoreti



# Comunicazione in una rete

- I dispositivi di una rete comunicano trasmettendo reciprocamente informazioni.
- Le informazioni sono divise in «pacchetti»
- Si definisce pacchetto ciascuna sequenza di dati distinta trasmessa su una rete o in generale su una linea di comunicazione che utilizzi la commutazione a pacchetto.
- Ogni pacchetto contiene l'indirizzo del dispositivo che esegue la trasmissione (l'indirizzo di sorgente) e l'indirizzo del dispositivo che riceve i dati (l'indirizzo di destinazione).

# Protocolli di comunicazione

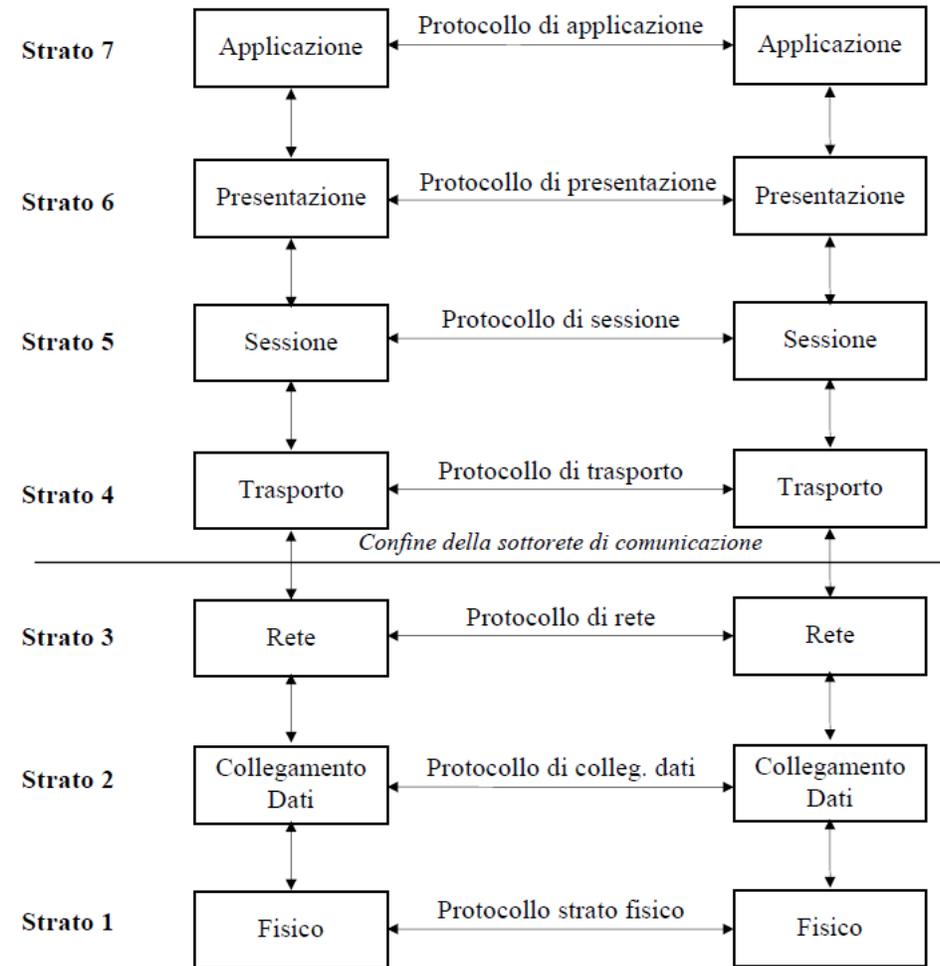
- Per comunicare gli elaboratori debbono seguire delle regole ben precise, definite dai protocolli di comunicazione.
- I protocolli di comunicazione servono a specificare i formati dei dati scambiati e le informazioni di controllo per definire la struttura dei pacchetti.
- Poiché è praticamente impossibile definire tutte le proprietà mediante un unico protocollo, si ricorre ad una architettura di protocolli organizzata a livelli. Ogni protocollo gestisce univocamente una componente ben definita della comunicazione e condivide con gli altri protocolli i dati di cui essi necessitano

# Protocolli di comunicazione



- Il modello OSI (Open System Interconnection), diventato parte degli standard ISO (International Standard Organization) scompone la gestione della comunicazione di rete in livelli.
- ISO/OSI è lo standard secondo cui vengono definite tecnologie e metodologie di comunicazione e scambio di dati.

# Modello ISO/OSI



# Modello ISO/OSI

## **Livello 1: Fisico (*Physical*)**

Trasmissione di un flusso di dati non strutturati attraverso un collegamento fisico, occupandosi della forma e dei livelli di tensione del segnale.

Ha a che fare con le procedure meccaniche ed elettroniche necessarie alla trasmissione sul supporto fisico (es. numero di bit in un collegamento, tensioni elettriche, durata del segnale, codifica)

# Modello ISO/OSI

## **Livello 2: Collegamento dati (*Datalink*)**

Definizione dei pacchetti e dell'indirizzamento in funzione del tipo fisico di comunicazione

Garantisce una trasmissione affidabile dei pacchetti attraverso il livello fisico. Incapsula il pacchetto che arriva dal livello superiore in un ulteriore pacchetto.

A questo livello si effettua anche un controllo degli errori. Per ogni pacchetto ricevuto, il destinatario invia al mittente un *ACK* (*acknowledgement*, conferma) contenente lo stato della trasmissione: il mittente deve ripetere l'invio dei pacchetti se non riceve l'*ACK*

# Modello ISO/OSI



## Livello 3: Rete (*Network*)

Definizione dei pacchetti, dell'indirizzamento e dell'instradamento in modo astratto rispetto al tipo fisico di comunicazione.

- Responsabile del routing
- Conversione dei dati nel passaggio fra una rete ed un'altra con diverse caratteristiche

# Modello ISO/OSI

## **Livello 4: Trasporto (*Transport*)**

Definizione di un trasferimento di dati trasparente e affidabile (implementando anche un controllo degli errori e delle perdite) tra due host, garantendo una connessione «end-to-end»

Si occupa solo del punto di partenza e di quello finale

# Modello ISO/OSI

## **Livello 5: Sessione (*Session*)**

Instaurazione, mantenimento, sincronizzazione e conclusione delle sessioni di comunicazione tra applicazioni.

## **Livello 6: Presentazione (*Presentation*)**

Formattazione e trasformazione dei dati delle applicazioni, compresa la cifratura e decifratura, in un formato standard.

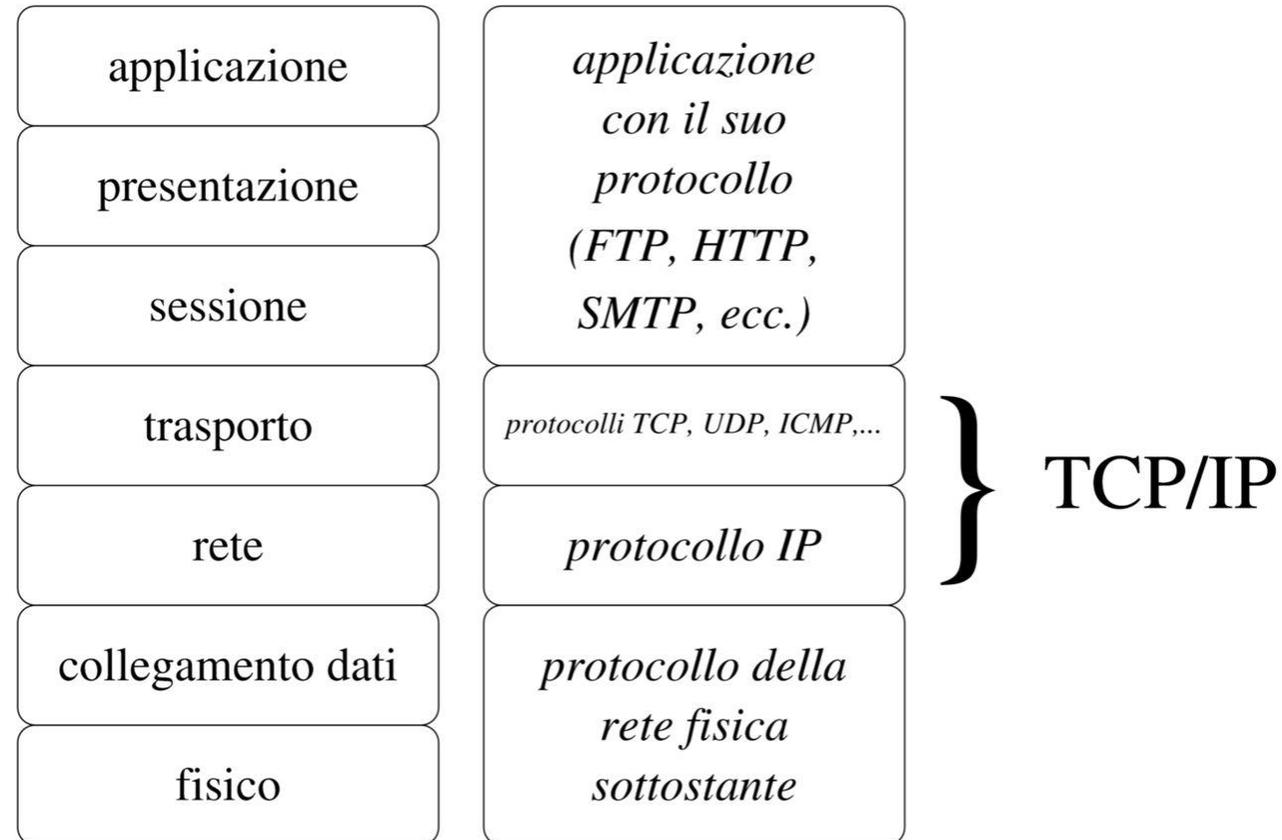
## **Livello 7: Applicazione (*Application*)**

Interfaccia tra utente e macchina per la comunicazione (es. desktop remoto, posta elettronica, trasferimento file)

# Modello ISO/OSI



# Protocolli internet



# Protocolli internet (TCP/IP)

- La rete internet basa il suo funzionamento su diversi protocolli, tra cui IP (Internet Protocol) e TCP (Transmission Control Protocol), a cui ci si riferisce con «TCP/IP»
- I dati che gli utenti si scambiano vengono suddivisi in pacchetti (i pacchetti IP) e successivamente inviati ed instradati tra i diversi nodi della rete.
- Il protocollo IP garantisce che la rete sia in grado di trasmettere un pacchetto dal mittente al destinatario, instradandolo attraverso i diversi router.

# Protocolli internet (TCP/IP)

- Il protocollo TCP garantisce al destinatario che i dati siano stati trasferiti correttamente e consente di riordinare i pacchetti secondo l'ordine con cui li ha inviati il mittente.
- Qualora il destinatario non riceva un pacchetto oppure riceva un pacchetto corrotto, comunica al mittente il numero di pacchetto e chiede la ritrasmissione.

# Indirizzi IP

Un Indirizzo IP è un numero che identifica univocamente i dispositivi collegati con una rete informatica che utilizza il protocollo IP

- Ciascun dispositivo (router, computer, server di rete, stampanti, smartphone...) ha il suo indirizzo.
- Il mittente inserisce all'interno di ogni pacchetto IP il proprio indirizzo e quello del destinatario.
- L'indirizzo IP è composto da 4 numeri compresi tra 0 e 255 separati da un punto.

# Indirizzi IP

Esempi di indirizzi IP validi sono:

- 195.110.123.4
- 200.103.0.23
- 150.250.1.4
- 145.270.3.43 non è un indirizzo IP valido perché 270 è maggiore di 255.

# Indirizzi IP

Il meccanismo di interpretazione degli indirizzi IP è simile a quello dei numeri telefonici in cui:

- la prima parte del numero, il prefisso, definisce il distretto telefonico;
- il resto identifica l'apparecchio telefonico specifico in quel quartiere, zona, abitazione, interno.

209 . 85 . 129 . 147

Macrorete

Singolo  
dispositivo

## IP statici vs IP dinamici

- Gli elaboratori che sono sempre collegati internet hanno un indirizzo IP fisso e pubblico, assegnato dal provider che ospita il computer, in questo modo chiunque si deve collegare sa l'indirizzo corretto.
- Gli elaboratori che si connettono ad internet ad esempio via modem, hanno un indirizzo IP dinamico che gli viene comunicato dal provider ogni volta che si collegano. Tale indirizzo rimane assegnato per il tempo della connessione, poi viene assegnato ad un altro utente.
- Nelle reti chiuse (come le LAN) gli elaboratori hanno un indirizzo privato assegnato dall'amministratore della rete (o automaticamente dal router...) ed acquistano l'indirizzo pubblico del router quando accedono ad internet.

# Protocollo TCP/IP



*I protocolli TCP/IP*

- Ogni pacchetto contiene una porzione di un file, e può seguire nella rete la strada che vuole.
- Il protocollo si occupa anche di ricomporre il messaggio con l'ordine esatto dei pacchetti.

## Indirizzi IP e URL

Gli indirizzi IP identificano univocamente un computer in rete, ma sono «machine-oriented», numerici, impratici da memorizzare.



Si usano gli URL – **U**niform **R**esource **L**ocator (es: [www.unimc.it](http://www.unimc.it))

Come si passa da URL a indirizzo IP?

## Indirizzi IP e URL

Il servizio DNS (Domain Name Service) si occupa di trasformare gli indirizzi mnemonici nei corrispettivi indirizzi IP. Associa a ogni indirizzo IP uno o più indirizzi simbolici e gestisce la conversione tra indirizzi simbolici e indirizzi IP

Il DNS è organizzato in maniera gerarchica (domini, sotto-domini, sotto-sotto-domini, ...) per semplificarne l'utilizzo.

# Domain Name Server – DNS



prenotami.unimc.it

- La stringa più a destra rappresenta il dominio di primo livello (detto anche dominio generale), identifica la nazione di appartenenza
  - it per Italia,
  - au per Austria,
  - uk per United Kingdom
  - ...
- o la categoria cui appartiene la società proprietaria del calcolatore
  - com per commerciale,
  - edu per università o istituzioni che si occupano di formazione,
  - org per organizzazioni non-profit di vario genere,
  - ...
- La seconda stringa, sempre proseguendo da destra verso sinistra, indica il dominio di secondo livello
  - è un sottodominio del dominio di primo livello
  - di solito individua una singola organizzazione (università, azienda, ente,...)
- Le stringhe successive indicano i domini di terzo livello (sottodomini dei domini di secondo livello), quelli di quarto livello, e così via finché non si arriva a individuare un dominio che comprende il singolo host.

# Domain Name Server – DNS

- A ogni dominio è associato un elaboratore responsabile del dominio.
- L'elaboratore responsabile di un dominio mantiene un elenco degli elaboratori responsabili dei suoi sottodomini e ne conosce i relativi indirizzi IP.
- Per tradurre l'indirizzo DNS di un calcolatore nel suo indirizzo IP si deve interrogare il responsabile di ciascuno dei domini (di I, II, ... livello) a cui quel calcolatore appartiene:
  - il calcolatore responsabile del dominio di I livello sa dove si trova il calcolatore responsabile del dominio di II livello,
  - il calcolatore responsabile del dominio di II livello sa dove si trova il calcolatore responsabile del dominio di III livello.

# Dispositivi di rete

- Cavi ethernet
- Schede di rete
- Hub
- Switch
- Router
- Firewall
- Apparati wireless (Access point)
- ...

# Cavi ethernet e schede di rete



**Scheda di rete:** elaboratore digitale che svolge tutte le funzionalità logiche per consentire la connessione del dispositivo ad una rete.

# Ethernet

Ethernet è la tecnologia più usata per reti LAN (ma anche per MAN e WAN) e può essere usata sia per topologie a bus che a stella:

- Ethernet: 10 Megabit al secondo (10 Mbps)
- Fast Ethernet: 100 Megabit al secondo (100 Mbps)
- Gigabit Ethernet: 1000 Megabit al secondo (1000 Mbps = 1Gbps)

# Ethernet

Cavi ethernet: connettore RJ-45



# Ethernet

## Cavi ethernet: categorie

	Cat-5	Cat-5e	Cat-6	Cat-6a	Cat-7	Cat-7a
Velocità	100 Mbps	1 Gbps	10 Gbps	10 Gbps	10 Gbps	100 Gbps
Banda (Mhz)	100	100	250	500	600	1000
Distanza (m)	100	100	55	100	100	15
Schermatura	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì



# Bridge

- Connette due (o più) reti limitandosi a intervenire nei primi due livelli del modello ISO/OSI (fisico /dati).
- È in grado di connettere tra loro solo reti fisiche dello stesso tipo.



# Hub/Switch

- Dispositivi di rete che inoltrano i pacchetti ricevuti verso una porta di uscita.
- Monitorando i pacchetti che riceve, uno switch «impara» a riconoscere i dispositivi che sono collegati alle proprie porte per poi inviare i pacchetti solamente alle porte pertinenti. Al contrario, un hub invia un pacchetto a tutti i nodi collegati. Il destinatario lo elabora, mentre tutti gli altri lo scartano.
- Lo switch (a differenza dell'hub, considerato ormai obsoleto) riduce la quantità di traffico non necessario, dato che le informazioni ricevute nella porta vengono trasmesse solo al dispositivo con il giusto indirizzo di destinazione.

# Switch



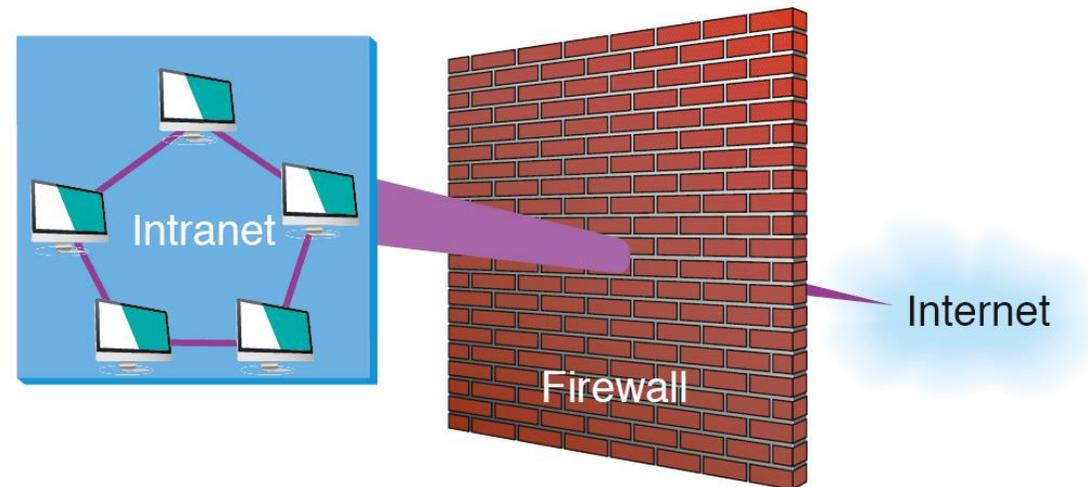
# Router

- Connette due (o più) reti intervenendo al terzo livello (rete) del modello ISO/OSI.
- È in grado di trasferire pacchetti di un determinato tipo di protocollo di rete indipendentemente dal tipo di reti fisiche effettivamente connesse.



# Firewall

- Il Firewall è un Nodo configurato come una barriera per impedire l'attraversamento del traffico da un segmento all'altro, migliorando la sicurezza della rete.
- Può fungere da barriera tra reti pubbliche e private collegate tra loro.



# Firewall



- Utilizzando un firewall è possibile impedire gli accessi indesiderati;
- I firewall possono essere implementati in un router o configurati a tal scopo come dispositivi di rete.
- Si distinguono firewall hardware e firewall software

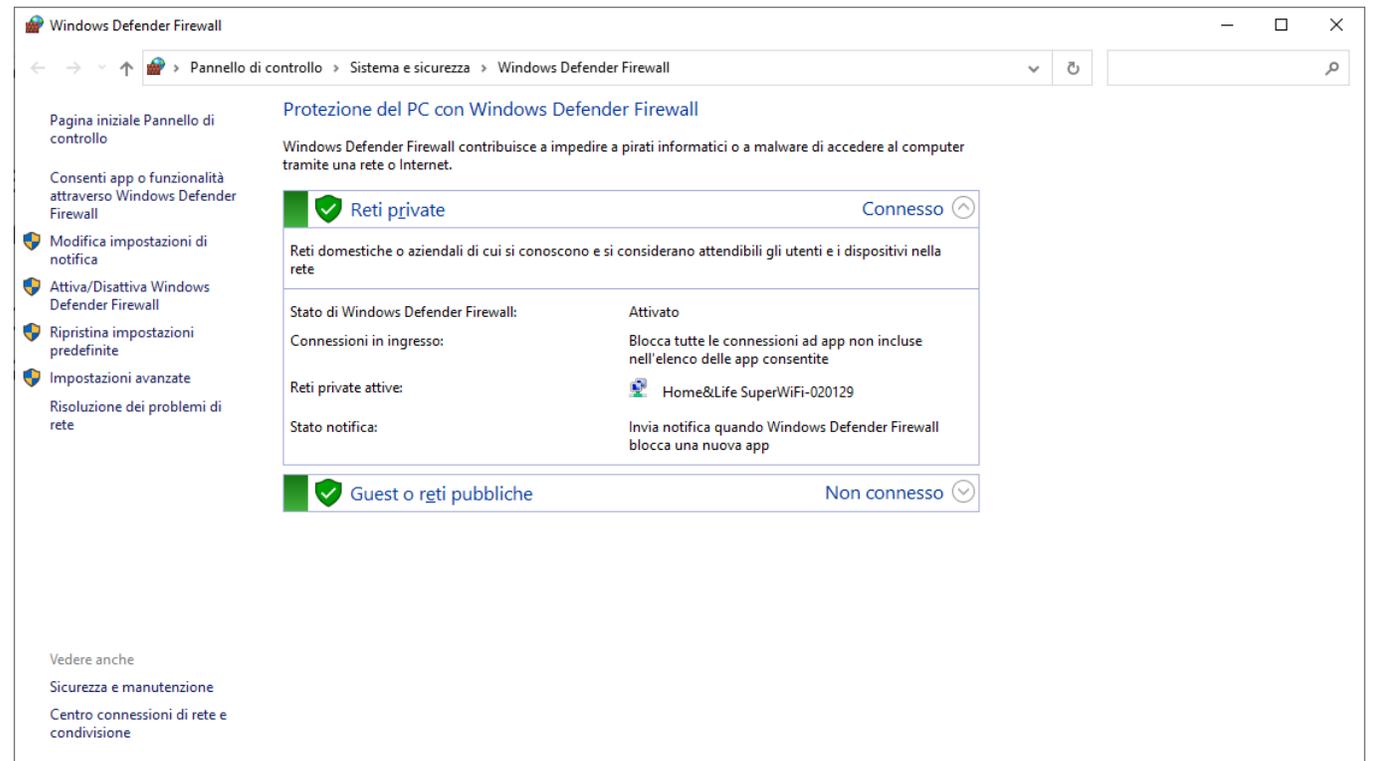
# Firewall hardware

- Un firewall può essere realizzato con un normale computer (con almeno due schede di rete e software apposito), può essere una funzione inclusa in un router o può essere un elaboratore digitale dedicato.
- Si pone al terzo livello (rete) “ISO/OSI”.



# Firewall software

- Un firewall software effettua un controllo di tutti i programmi che tentano di accedere ad Internet presenti sul computer.
- l'utente può impostare delle regole tali da concedere o negare l'accesso alla rete.
- Opera al livello 7 ISO/OSI (applicazione).



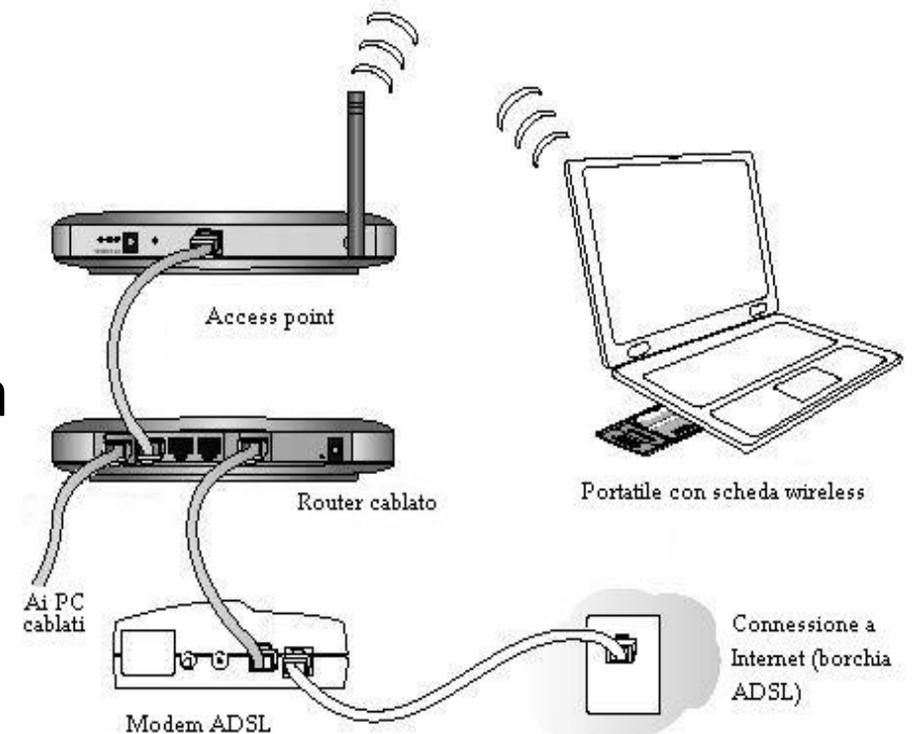
# Firewall hardware vs software

- Nel firewall hardware le regole che definiscono i flussi di traffico permessi vengono impostate in base all'indirizzo IP sorgente, quello di destinazione e la porta attraverso la quale viene erogato il servizio.
- Nel firewall software è sufficiente che l'utente esprima il consenso affinché una determinata applicazione possa interagire con il mondo esterno attraverso il protocollo IP.
- Per poter entrare in un sistema protetto da firewall software, è sufficiente mandare in crash il programma, mentre per entrare in un sistema con firewall hardware è necessario manomettere fisicamente il dispositivo.

# Rete wireless

Nelle reti casalinghe, spesso, router e access point sono contenuti in un unico apparato

- E' necessaria una scheda di rete wireless nell'elaboratore digitale
- Un access point è un dispositivo che, collegato fisicamente ad una rete cablata (oppure via radio ad un altro access point), riceve e invia un segnale radio all'utente



# Rete wireless

Un access point può essere usato in tre modalità:

- Root mode – funziona da punto di accesso per i nodi della rete wireless (smartphone, notebook, ecc.)
- Bridge mode – crea un link wireless tra due o più access point
- Repeater mode – aumenta il raggio di copertura di una rete wireless quando ci sono difficoltà di raggiungimento

# Virtual Private Network – VPN

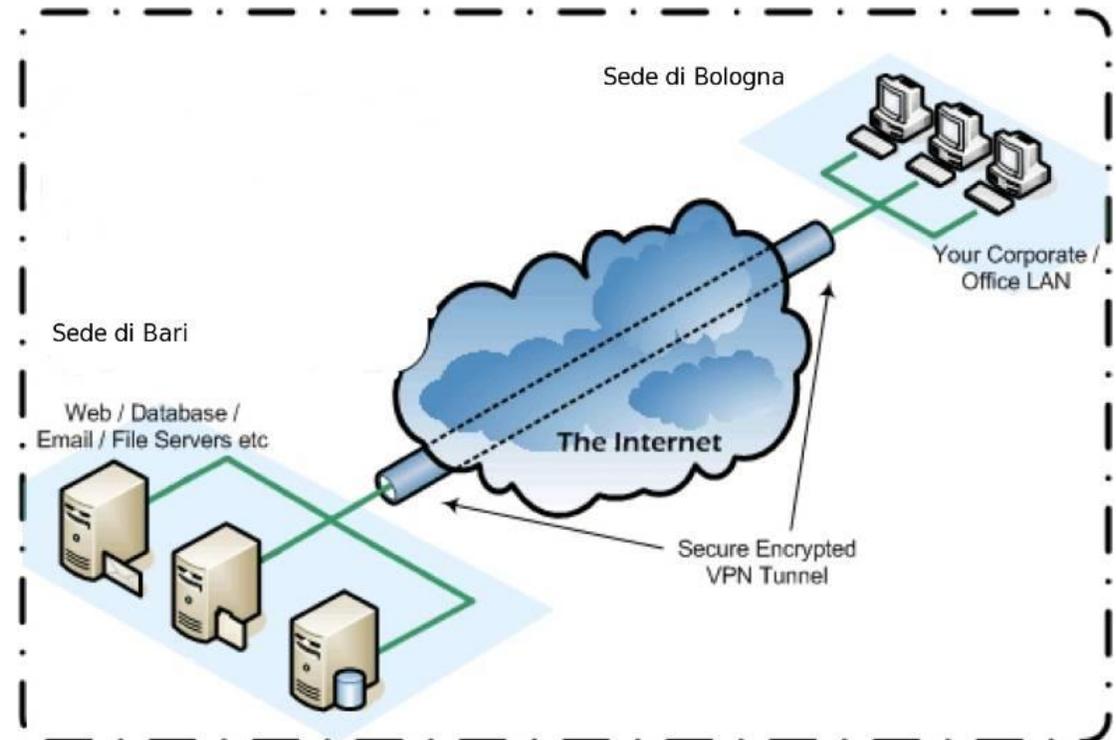


**VPN:** è una rete privata instaurata tra due soggetti che sfrutta protocolli di trasmissione pubblici (TCP/IP)

- Anzichè creare reti geografiche fisicamente private (con linee dedicate, ecc.), si utilizza, il canale pubblico, Internet.
- Macchine che lavorano in qualunque parte del mondo, potranno essere connesse tra loro come in presenza di una linea diretta, ma a costi decisamente inferiori, operando in remoto.

# Virtual Private Network – VPN

- Il meccanismo più diffuso alla base del trasferimento dei dati in sicurezza, attraverso una VPN, viene detto tunneling.
- Il termine vuole indicare che i dati pur viaggiando in un canale pubblico, vengono incanalati in un canale (tunnel) preferenziale crittografato, e resi inaccessibili da chiunque non possieda l'autorizzazione.



# Internet of Things

# Internet of Things – IoT

Internet of Things (IoT) è il neologismo che indica l'estensione dell'uso della rete internet anche agli oggetti/cose.

- Per cose/oggetti (smart objects) si intende dispositivi, apparecchiature, impianti e sistemi, materiali e prodotti tangibili, opere e beni, macchine e attrezzature.
- Le funzionalità più importanti sono identificazione, connessione, localizzazione, capacità di elaborare dati e capacità di interagire con l'ambiente esterno.

# Internet of Things – IoT

*Rete di oggetti dotati di tecnologie di identificazione, collegati fra di loro, in grado di comunicare sia reciprocamente sia verso punti nodali del sistema, ma soprattutto in grado di costituire un enorme network di cose dove ognuna di esse è rintracciabile per nome e in riferimento alla posizione.*

Da [https://www.treccani.it/enciclopedia/internet-of-things\\_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/internet-of-things_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/)

L'espressione Internet of Things è stata formulata per la prima volta nel 1999, in stretta relazione con i dispositivi RFID (Radio Frequency IDentification), dall'ingegnere inglese Kevin Ashton, cofondatore dell'Auto-ID Center del MIT.

# Internet of Things – IoT

Possibili applicazioni:

- autovettura che dialoga con l'infrastruttura stradale per prevenire incidenti
- elettrodomestici che si coordinano per ottimizzare l'impegno di potenza
- impianti di produzione che scambiano dati con i manufatti per la gestione del loro ciclo di vita
- dispositivi medicali che si localizzano nel presidio di un pronto soccorso
- ....

# Internet of Things – IoT



## SMART AGRICULTURE

Monitoraggio di parametri micro-climatici a supporto dell'agricoltura per migliorare la qualità dei prodotti, ridurre le risorse utilizzate e l'impatto ambientale



## SMART CAR

Connessione delle auto per comunicare informazioni in tempo reale al consumatore, connessione tra veicoli o tra questi e l'infrastruttura circostante per la prevenzione e la rivelazione degli incidenti



## SMART CITY

Monitoraggio e gestione degli elementi di una città (ad esempio mezzi per il trasporto pubblico, illuminazione pubblica e parcheggi) e dell'ambiente circostante per migliorarne vivibilità, sostenibilità e competitività



## SMART HOME

Soluzioni per la gestione in automatico e/o da remoto degli impianti e degli oggetti connessi dell'abitazione, con il fine di ridurre i consumi energetici e migliorare il comfort, la sicurezza dell'abitazione e delle persone al suo interno



## SMART METERING

Contatori connessi (Smart Meter) per la misura dei consumi (elettricità, gas, acqua, calore), la loro corretta fatturazione e la telegestione



## INDUTRIAL IOT

Adozione di Cyber Physical Systems, connessione dei macchinari, degli operatori e dei prodotti per abilitare nuove logiche di gestione della produzione

# IoT - Caratteristiche

- Connesso: tutti i dispositivi che compongono il sistema IoT sono connessi alla rete e comunicano tra loro.
- Sicuro: i dispositivi devono essere progettati per essere sicuri, la rete deve essere sicura e il sistema deve garantire la protezione del dato e soprattutto, se presenti, dei dati dell'utente.
- Dinamico: lo stato dei dispositivi cambia frequentemente in maniera autonoma in base al contesto e alle funzionalità richieste in un particolare istante.
- Eterogeneo: i dispositivi che compongono il sistema possono essere differire per piattaforma hardware, protocolli di rete e metodi.

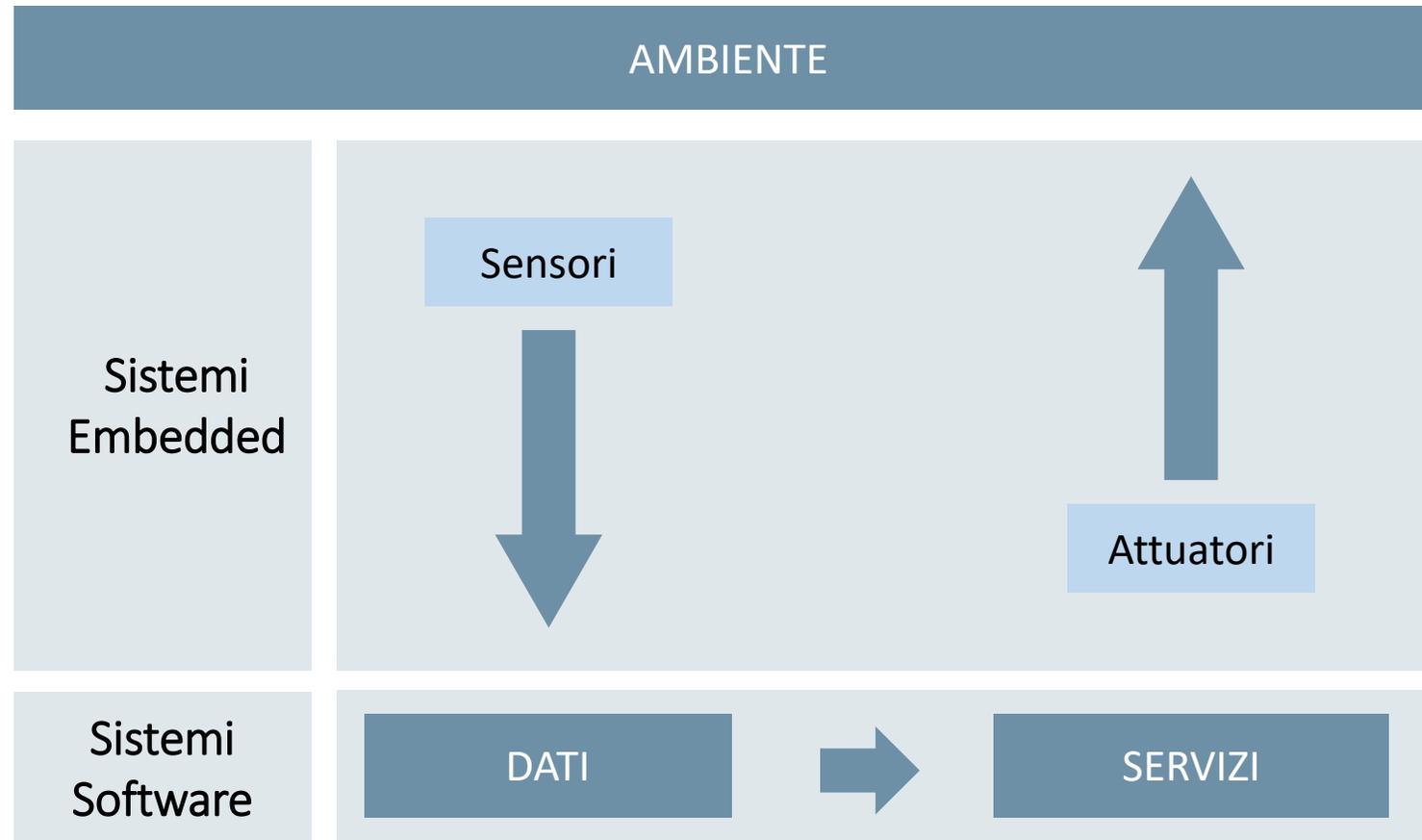
## IoT - Caratteristiche

- Scalabile: il sistema IoT deve essere in grado di scalare rapidamente l'intera infrastruttura all'aumentare del numero di nodi, della quantità di dati gestita e dei servizi implementati.
- Interoperabile: il sistema deve essere sviluppato secondo la logica dell'interoperabilità per poter comunicare con altri dispositivi e altri sistemi.

## IoT – Cluster applicativi

- Massive IoT: le applicazioni sono caratterizzate da basso costo, basso consumo, e bassa capacità di comunicazione, nonché da un grande numero di dispositivi connessi; trasporti e logistica, ambiente, casa intelligente, città intelligente, agricoltura, ecc.
- Mission Critical IoT: le applicazioni sono caratterizzate da alta affidabilità, bassa latenza e alta capacità; automotive, energia (smart grid), medicina, sicurezza, automazione della fabbrica, ecc.

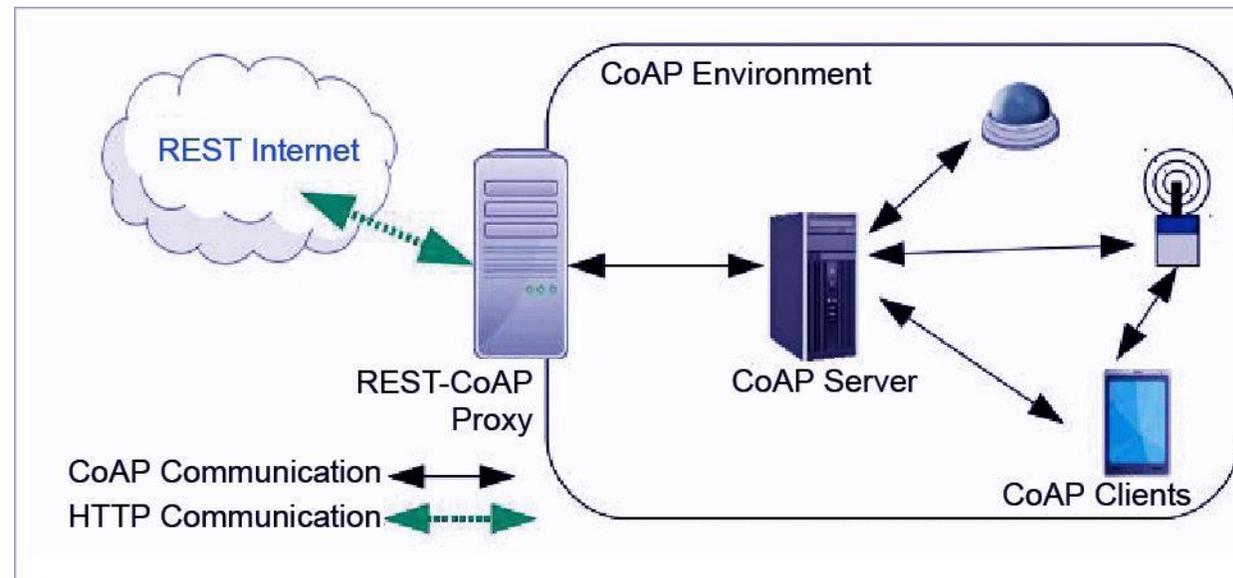
# IoT - Architettura



# IoT – Protocolli livello applicazione

## CoAP (Constrained Application Protocol)

Protocollo con limitazioni di larghezza di banda e di rete progettato per dispositivi con capacità limitata per la connessione nelle comunicazioni da computer a computer, in particolare per sistemi IoT basati su architetture HTTP (es. REST)



## IoT – Protocolli livello applicazione

**MQTT** (Message Queue Telemetry Transport)

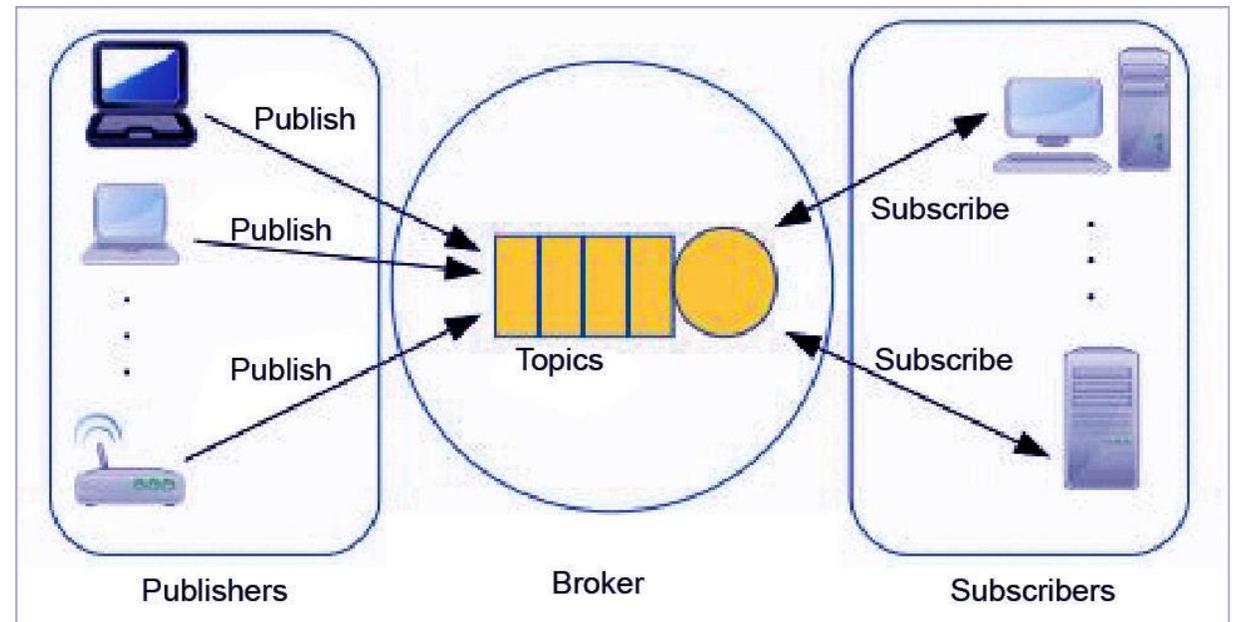
Protocollo di messaggistica progettato per comunicazioni leggere da computer a computer, usato principalmente per connessioni a banda ridotta verso posizioni remote, per applicazioni di tracking e monitoraggio. MQTT usa un'architettura di tipo *publish-subscribe* ed è ideale per dispositivi di dimensioni ridotte che richiedono efficienza a livello di larghezza di banda e uso della batteria.



# IoT – Protocolli livello applicazione

## MQTT – Publish-subscribe

Publish-subscribe identifica un meccanismo di messaggistica in cui i mittenti (publisher) non inviano i messaggi a destinatari specifici. Al contrario, pubblicano i messaggi per topic (come in una bacheca dedicata) senza sapere quali destinatari (subscriber) leggeranno il messaggio. I subscriber si «iscrivono» a determinati topic e riceveranno solamente i messaggi. Il ruolo di «bacheca» è svolto da un particolare programma detto broker.



# IoT – Protocolli livello applicazione

## **AMQP** (Advanced Message Queuing Protocol)

Livello software che crea l'interoperabilità tra middleware di messaggistica. Consente a una vasta gamma di sistemi e applicazioni di interagire, creando messaggistica standardizzata su scala industriale. Basato anch'esso sul paradigma publish-subscribe, non nasce specificatamente per l'IoT (a differenza di MQTT)

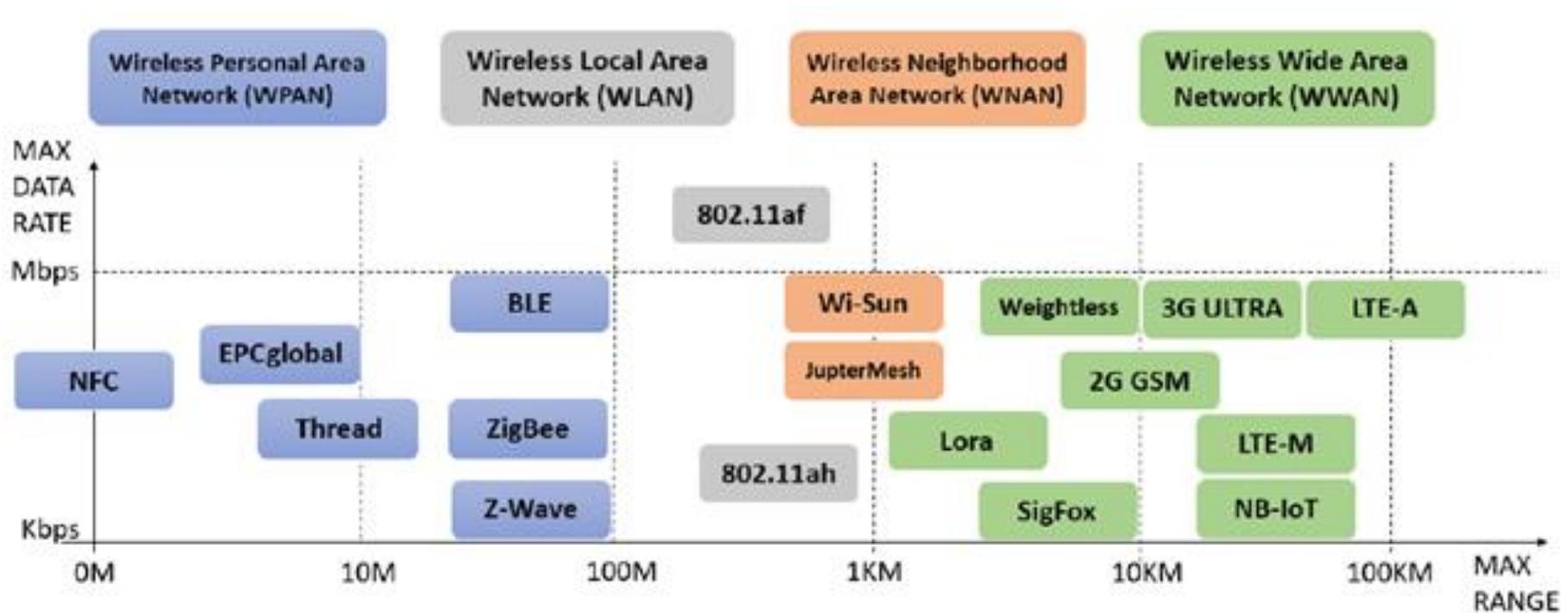
## IoT – Protocolli di rete

- **TCP** (Transmission Control Protocol)  
Protocollo dominante per la maggior parte della connettività Internet. Offre comunicazioni da host a host, suddividendo set di dati di grandi dimensioni in singoli pacchetti e inviando di nuovo e ri assemblando i pacchetti in base alla necessità.
- **IP** (Internet Protocol)  
Protocollo utilizzato nella rete internet per l'indirizzamento e l'instradamento del traffico su Internet, l'identificazione e l'individuazione dei dispositivi sulla rete.
- **6LoWPAN** (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks)  
Versione a potenza ridotta di IP per dispositivi wireless a bassa potenza (protocolli IEEE 802.15.4)

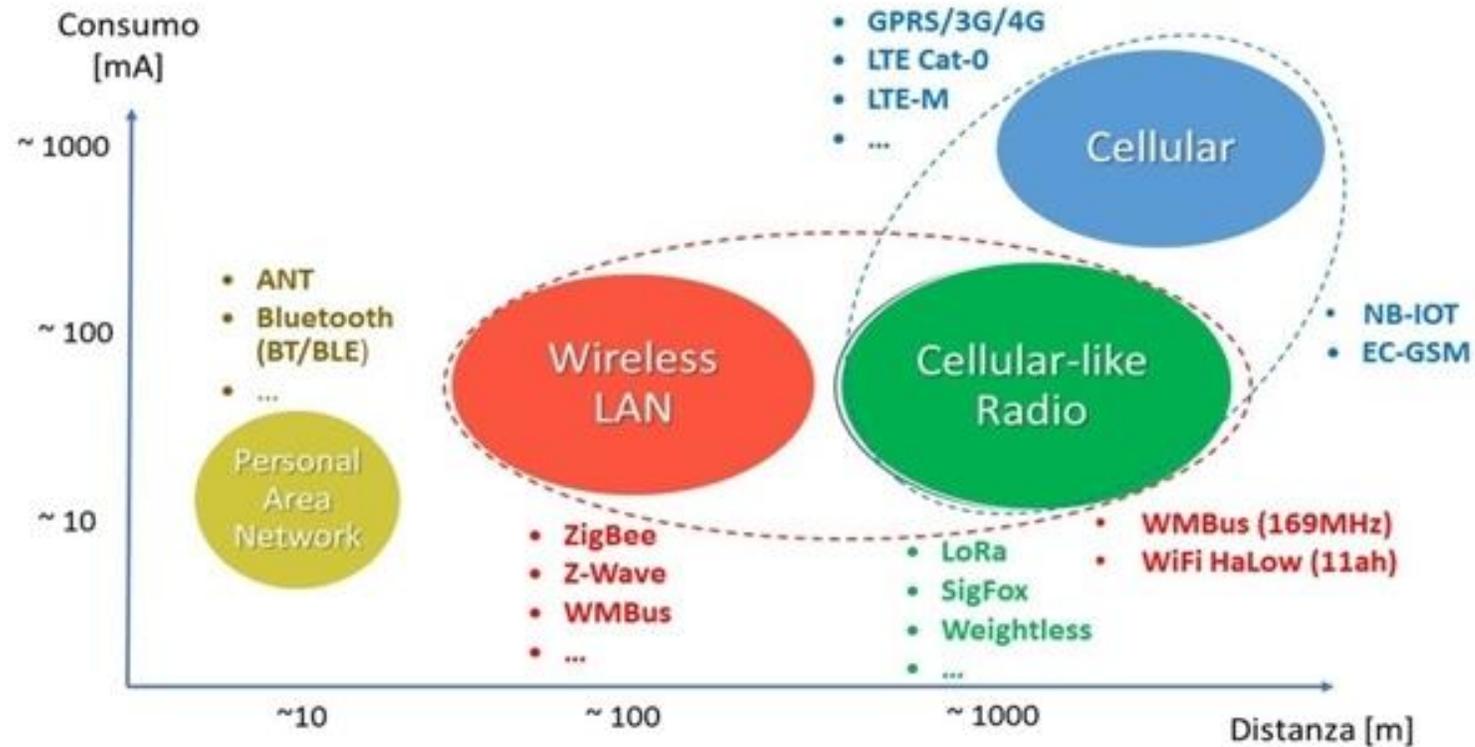
## IoT – Protocolli livello fisico/data link

- Non esiste uno standard unico per i protocolli di rete
- La scelta del protocollo dipende dai seguenti fattori:
  - La distanza tra i sensori e i collettori di dati
  - La quantità di dati che è necessario trasmettere nel tempo (ampiezza di banda)
  - Il ritardo con cui i dati possono arrivare (latenza)
  - Il consumo energetico
  - La presenza o meno di un collegamento fisico (cavo)

# IoT – Protocolli livello fisico/data link



# IoT – Protocolli livello fisico/data link



# IoT – Protocolli livello fisico/data link

(Wireless) Personal Area Network – (W)PAN

- **NFC:** è una tecnologia di ricetrasmisione che fornisce connettività senza fili bidirezionale a distanza a corto raggio (fino a un massimo di 10 cm). Frequenza: 13.56 MHz
- **Bluetooth/BLE:** protocollo economico e sicuro per lo scambio di informazioni in un raggio di qualche decina di metri. Frequenza: 2.4 GHz
- **Zigbee:** protocollo caratterizzato da ridotta velocità e bassi consumi. Range di qualche decina di metri. Frequenza 2.4 GHz

# IoT – Protocolli livello fisico/data link

(Wireless) Local Area Network – (W)LAN

- **WiFi/802.11:** rete wireless più utilizzata perché integrata nella maggior parte di dispositivi consumer. Architettura semplice, grande velocità e stabilità. Range che dipende dall'ambiente ma passa dai 30-40 metri in ambienti chiusi fino ad arrivare a 100 metri all'aperto. Frequenze: 2.4GHz – 5GHz
- **Z-Wave:** comunicazione bidirezionale a bassa potenza e velocità ridotta. Caratterizzato da una topologia di rete Mesh. 868.4MHz
- **Ethernet:** protocollo di comunicazione cablato caratterizzato da alta velocità, affidabilità e robustezza.

# IoT – Protocolli di rete di basso livello



(Wireless) Wide Area Network – (W)WAN

- **2G/3G/4G(LTE)->5G**: protocolli che appartengono alla famiglia delle comunicazioni cellulari. Caratterizzati da consumi importanti, copertura estesa, elevata velocità di comunicazione. Frequenze: 800MHz, 900Mhz, 1.5GHz, 1.8GHz, 2.1GHz, 2.6GHz

# IoT – Protocolli di rete di basso livello

## Low power (Wireless) Area Network – LP(W)WAN

- **NB-IoT**: sottoinsieme dello standard LTE, limita la larghezza di banda e quindi la velocità di comunicazione riducendo i consumi. Frequenze: le stesse del 4G/LTE
- **LoRa**: protocollo caratterizzato da bassi consumi, elevata copertura, bassa velocità di comunicazione e possibilità di scambiare messaggi contenuti. Frequenze: 867-869MHz
- **Sigfox**: bassi consumi, messaggi contenuti, topologia di rete molto simile a quella cellulare. Frequenze: 868MHz
- **5G-IoT**: evoluzione NB-IoT con consumi ridotti e maggiore efficienza.

# IoT – Protocolli di rete di basso livello

	Ethernet	NFC	WiFi	Bluetooth/BLE	ZigBee	2G/3G/4G	LoRa	Sigfox
Consumo	Alto	Basso	Medio	Basso	Basso	Alto	Basso	Basso
Traffico dati	Alto	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Basso	Basso
Distanza	100mt	10cm	30-50mt	30mt	30mt	>500mt	1km- >10km	300mt
Ritardo	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Alto	Alto
Cavo	Si	No	No	No	No	No	No	No

## Analisi dei dati raccolti

- Necessità di operare su grandi quantità di dati
- Necessità di potenza di calcolo
- Computazione e storage lontano dalla raccolta



Cloud Computing

- Necessità di elaborare pochi dati
- Necessità di bassa latenza
- Computazione e storage vicino alla raccolta del dato



Edge Computing

# Cloud computing

*Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.*

Da <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final> (NIST - National Institute of Standards and Technology)

Un sistema di erogazione di servizi informatici (archiviazione, elaborazione, trasmissione...) offerti su richiesta attraverso internet a partire da un insieme di risorse (es. elaboratori) configurabili e disponibili sotto forma di architettura distribuita.

# Cloud computing

Con il termine cloud computing si indica:

- Un grande insieme di risorse (hardware, piattaforme di sviluppo software, servizi)
- «Facilmente» accessibili e usabili attraverso la rete internet
- Riconfigurabili in base alle esigenze
- Tipicamente basate su un modello di pagamento a consumo
- Distribuite e «virtualizzate»

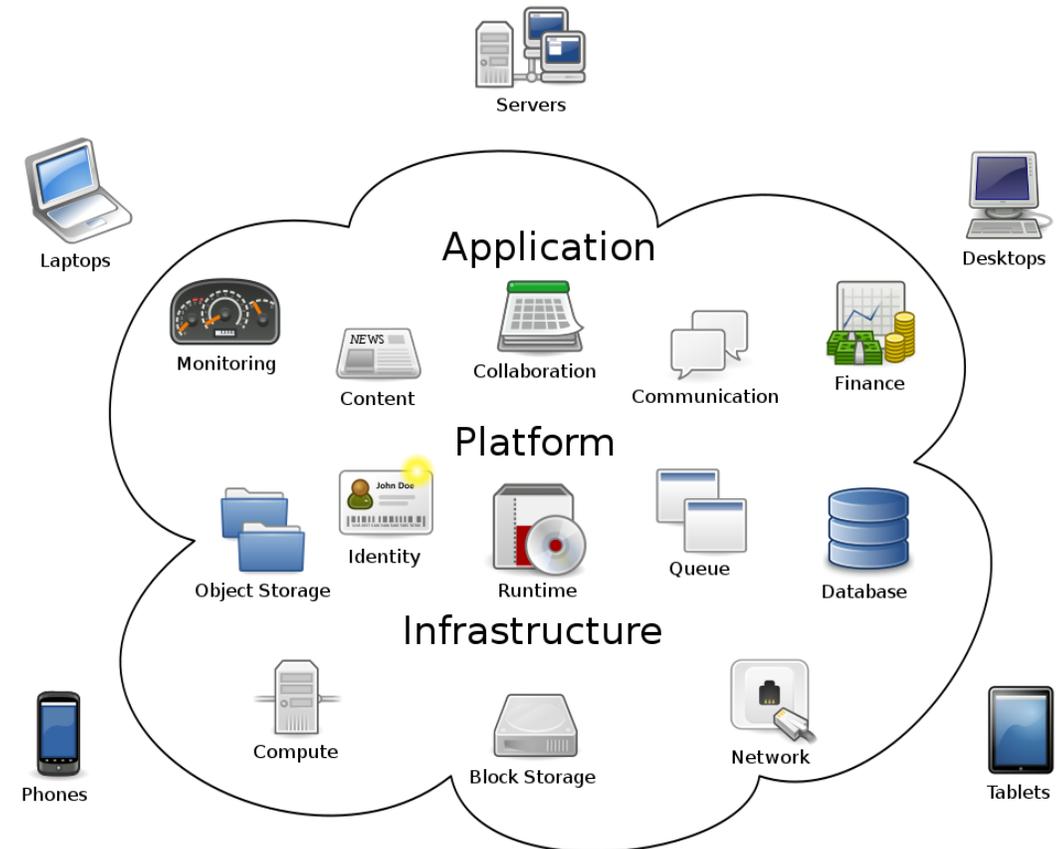
# Cloud computing – Per che cosa?

- Applicazioni web
- Estensione di software applicativi – ad es., suite per ufficio (Office Online, Google Docs, Spreadsheets...)
- Applicazioni con necessità momentanee di grandi risorse di calcolo
- Prototipazione e svolgimento di attività di ricerca
- Gestione di una grande mole di dati
- Accesso condiviso

# Cloud computing

La metafora della nuvola (cloud):

- La interfacce di accesso sono note
- Sono indipendenti dalla struttura interna dei sistemi di elaborazione (numero e tipo di componenti, collegamenti, ...)
- La struttura interna è spesso ignota per chi usa i servizi in cloud



# Cloud computing

Tre modelli di servizio – SPI (**S**oftware, **P**latform, **I**nfrastructure):

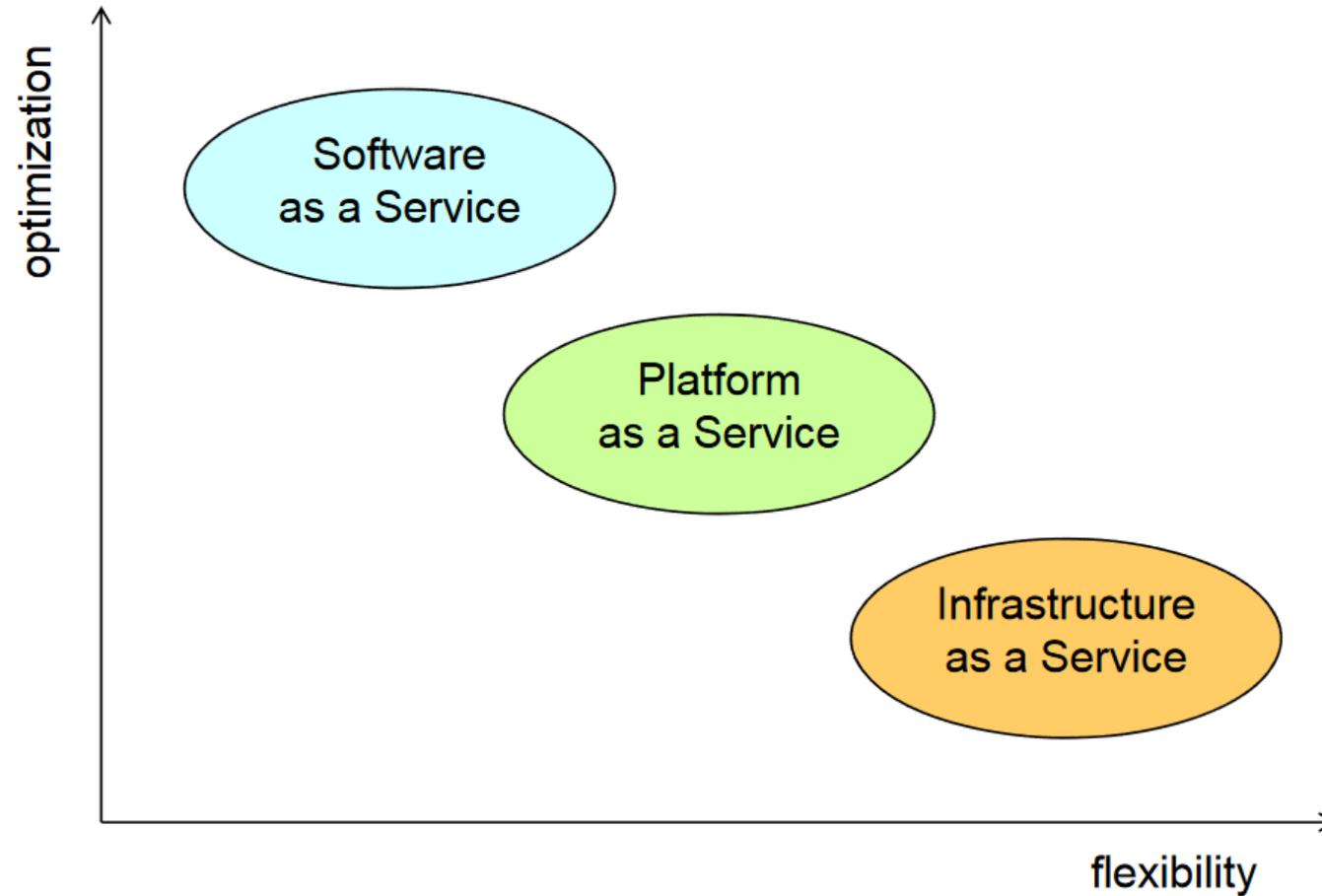
1. SaaS (**S**oftware **as a S**ervice) – il cloud fornisce applicazioni usate direttamente dall'utente finale (es., Gmail, Google Docs, Google Drive, OneDrive, Office 365...)
2. PaaS (**P**latform **as a S**ervice) – il cloud fornisce servizi che supportano lo sviluppo e l'esecuzione di programmi: ad es., una piattaforma per l'esecuzione di applicazioni web; l'utente è uno sviluppatore di applicazioni per quella piattaforma (es. Google App Engine)

# Cloud computing

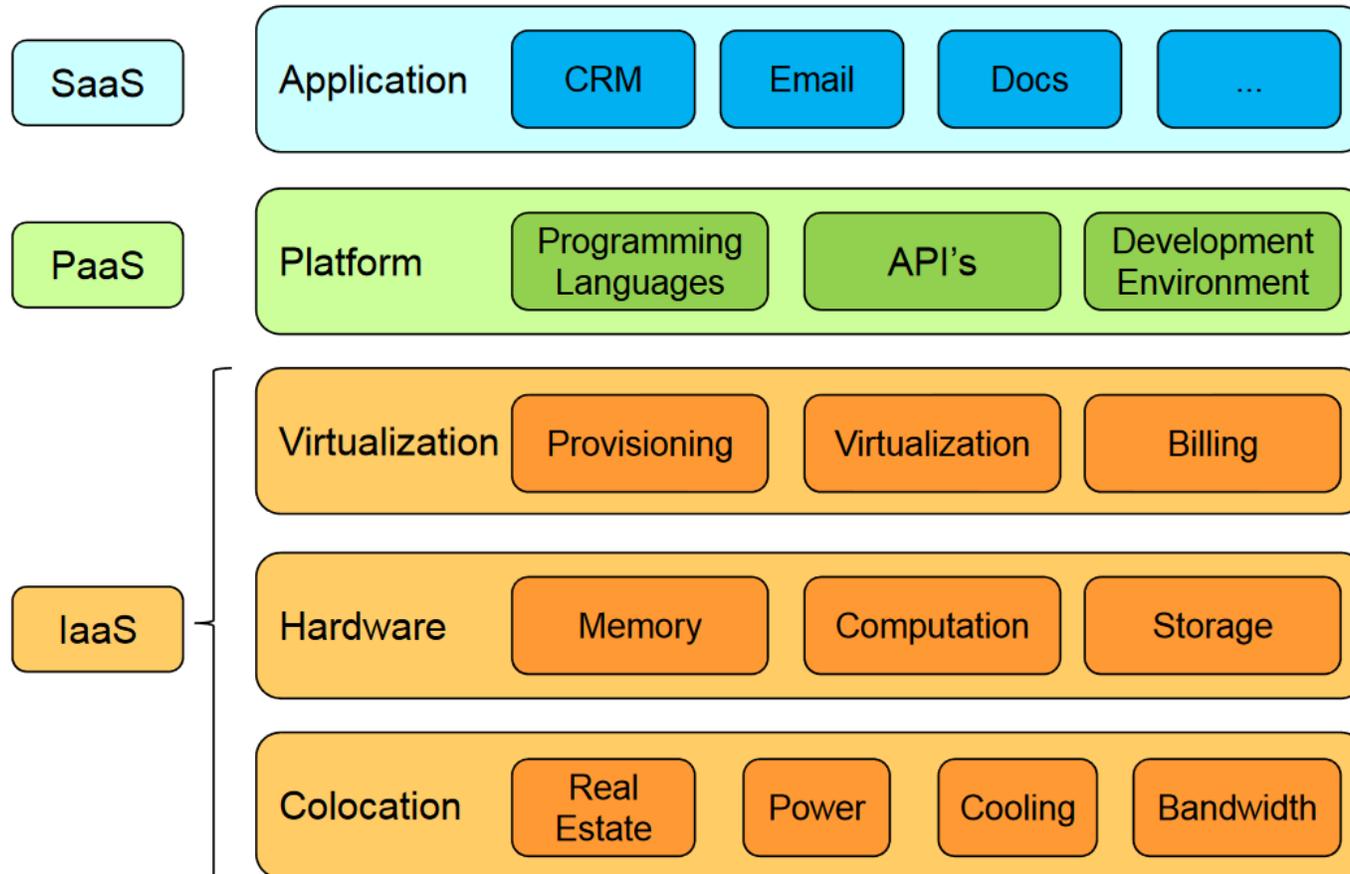
Tre modelli di servizio – SPI (**S**oftware, **P**latform, **I**nfrastructure):

3. IaaS (**I**nfrastructure **a**s **a** **S**ervice) – il cloud fornisce servizi infrastrutturali – come «server» (CPU e sistemi operativi), storage e connettività; l'utente è uno sviluppatore o un amministratore di sistema per un'infrastruttura che va configurata e gestita (es. Amazon AWS, Google Cloud, Microsoft Azure, ...)

# Cloud computing



# Cloud computing



# IoT e Cloud computing



- Reti di sensori e dispositivi vengono usate per raccogliere e generare grandi quantità di dati
- I servizi del cloud computing fungono da tecnologia abilitante per la memorizzazione di tali dati, la trasmissione verso la destinazione finale e l'elaborazione, per estrarne nuova informazione
  - Permettendo di dimensionare la propria infrastruttura in base alle esigenze (e pagando solo quello che si utilizza)
  - Evitando l'obsolescenza di un'infrastruttura proprietaria
  - Implementando politiche di tolleranza ai guasti

# Edge computing

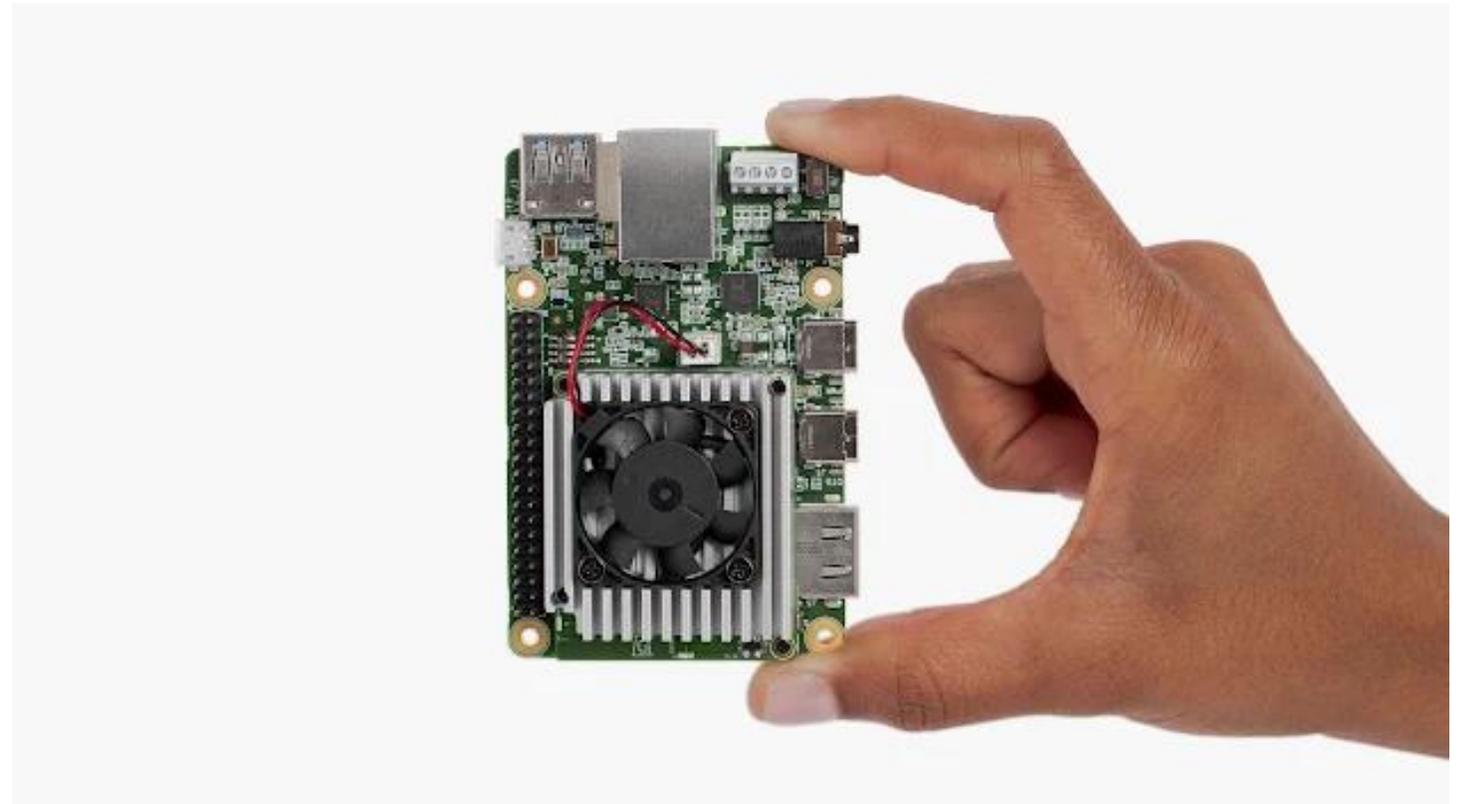
In contrapposizione al cloud computing, il termine «edge computing» identifica un modello di computazione secondo il quale l'elaborazione dei dati avviene il più vicino possibile a dove i dati sono generati

- I tempi di risposta sono minori
- Meno dati trasmessi
- Maggiore resistenza in caso di interruzione della connessione
- Privacy e sicurezza

# Edge computing

Si basa sulla presenza, al bordo della rete (edge) di dispositivi con capacità di elaborazione, cercando di raggiungere un compromesso tra:

- Capacità di calcolo
- Consumi energetici



# Edge computing

Dispositivi «edge» possono anche essere parte di un cloud se le capacità di calcolo sono astratte, raggruppate e condivise attraverso una rete.

Tuttavia, in questo caso i dispositivi edge diventano parte di un'infrastruttura di cloud computing!

Nell'edge computing il carico di lavoro per l'elaborazione è del dispositivo stesso, che usa anche il risultato dell'elaborazione, ad es. la decisione da prendere.

## Analisi dei dati raccolti

- Necessità di operare su grandi quantità di dati
- Necessità di potenza di calcolo
- Computazione e storage lontano dalla raccolta



Cloud Computing

- Necessità di elaborare pochi dati
- Necessità di bassa latenza
- Computazione e storage vicino alla raccolta del dato

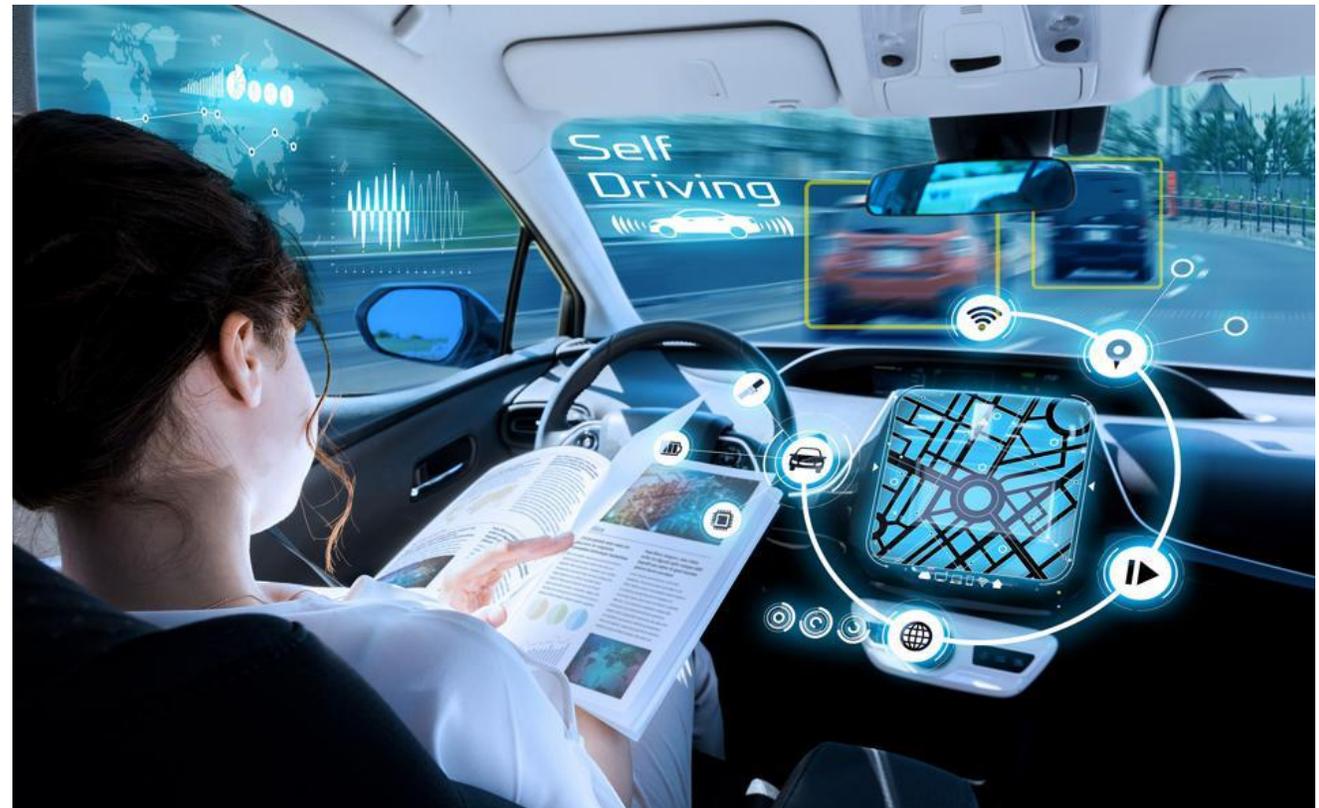


Edge Computing

# Applicazioni IoT nei trasporti

## 1. Auto a guida autonoma

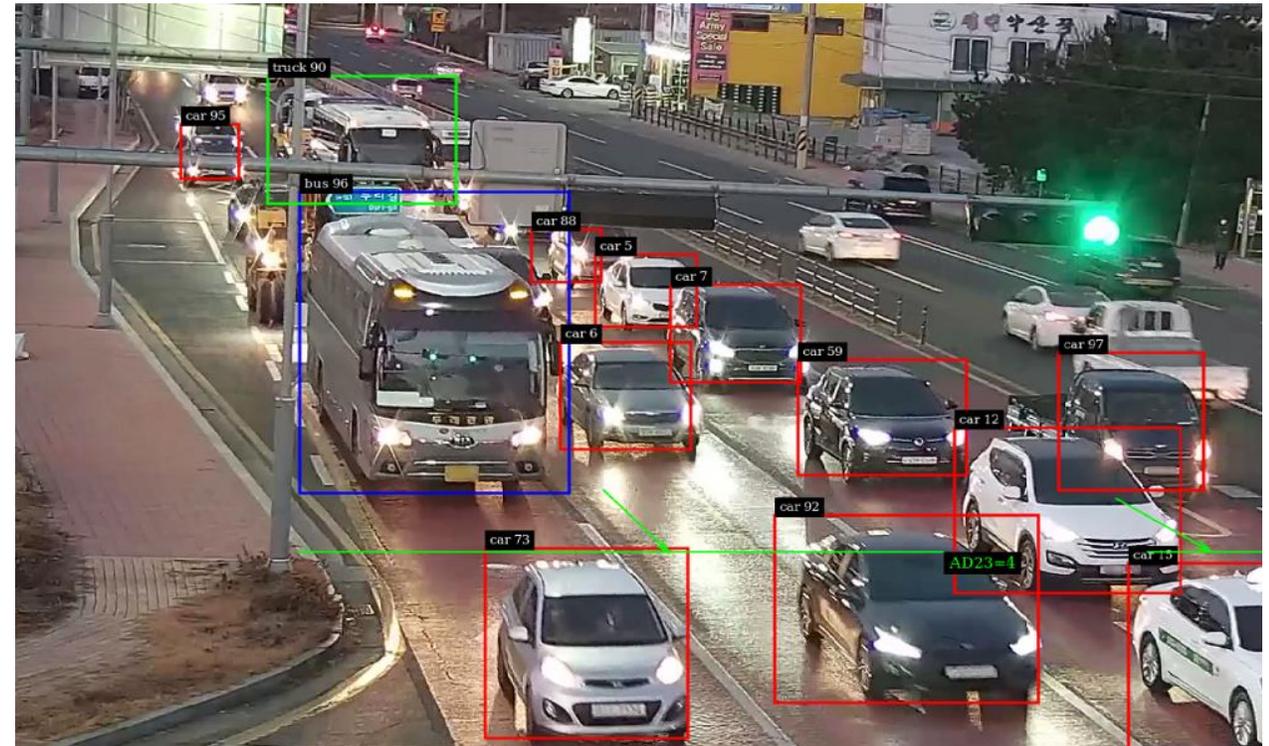
- Sensori per raccogliere dati lungo la strada e garantire una circolazione sicura
- Sistemi di elaborazione dei dati in tempo reale e capaci di prendere una decisione in una frazione di secondo



# Applicazioni IoT nei trasporti

## 2. Gestione del traffico

- Elaborazione dei dati dalle telecamere stradali
- Adattamento «intelligente» dei semafori
- Navigazione
- Gestione dei parcheggi
- ...



# Applicazioni IoT nei trasporti

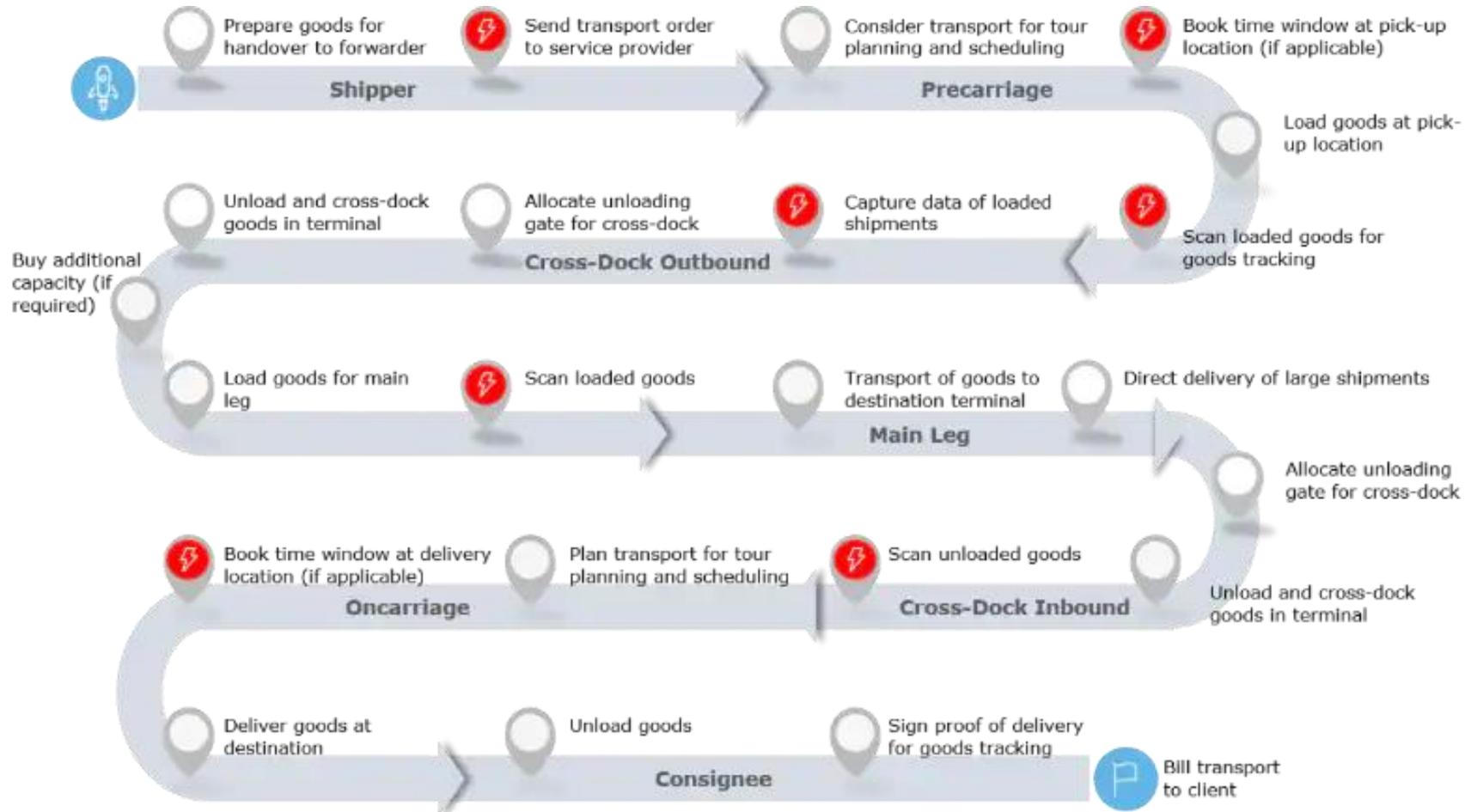
## 3. Gestione e sicurezza del trasporto pubblico

- Informazioni in tempo reale per i passeggeri
- Tariffazione integrata e automatica
- Logistica dei veicoli
- Monitoraggio violazioni
- ...



# Applicazioni IoT nei trasporti

## 4. IoT e Logistica



# Elaborazione dati IoT

- L'IoT è la tecnologia abilitante per avere dispositivi identificabili, connessi e capaci di raccogliere e trasmettere dati
- Il cloud computing o l'edge computing costituiscono l'infrastruttura per l'elaborazione (a seconda delle esigenze)

Come elaborare i dati per estrarne informazioni e conoscenza?



Intelligenza  
Artificiale