

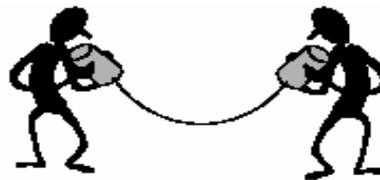
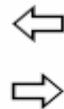
**Introduzione all'Informatica**

**Potenziamento in Informatica**

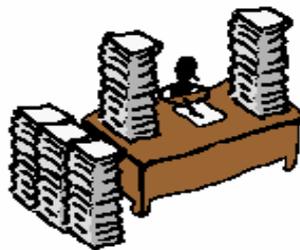
**Architettura del Calcolatore**

# FUNZIONI DI UN CALCOLATORE

- ◆ Elaborazione
- ◆ Memorizzazione
- ◆ Trasferimento
- ◆ Controllo



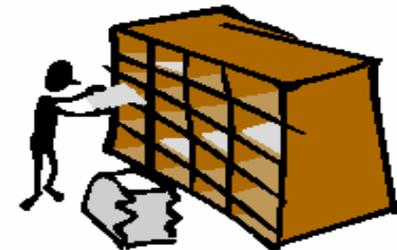
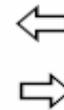
Trasferimento



Elaborazione

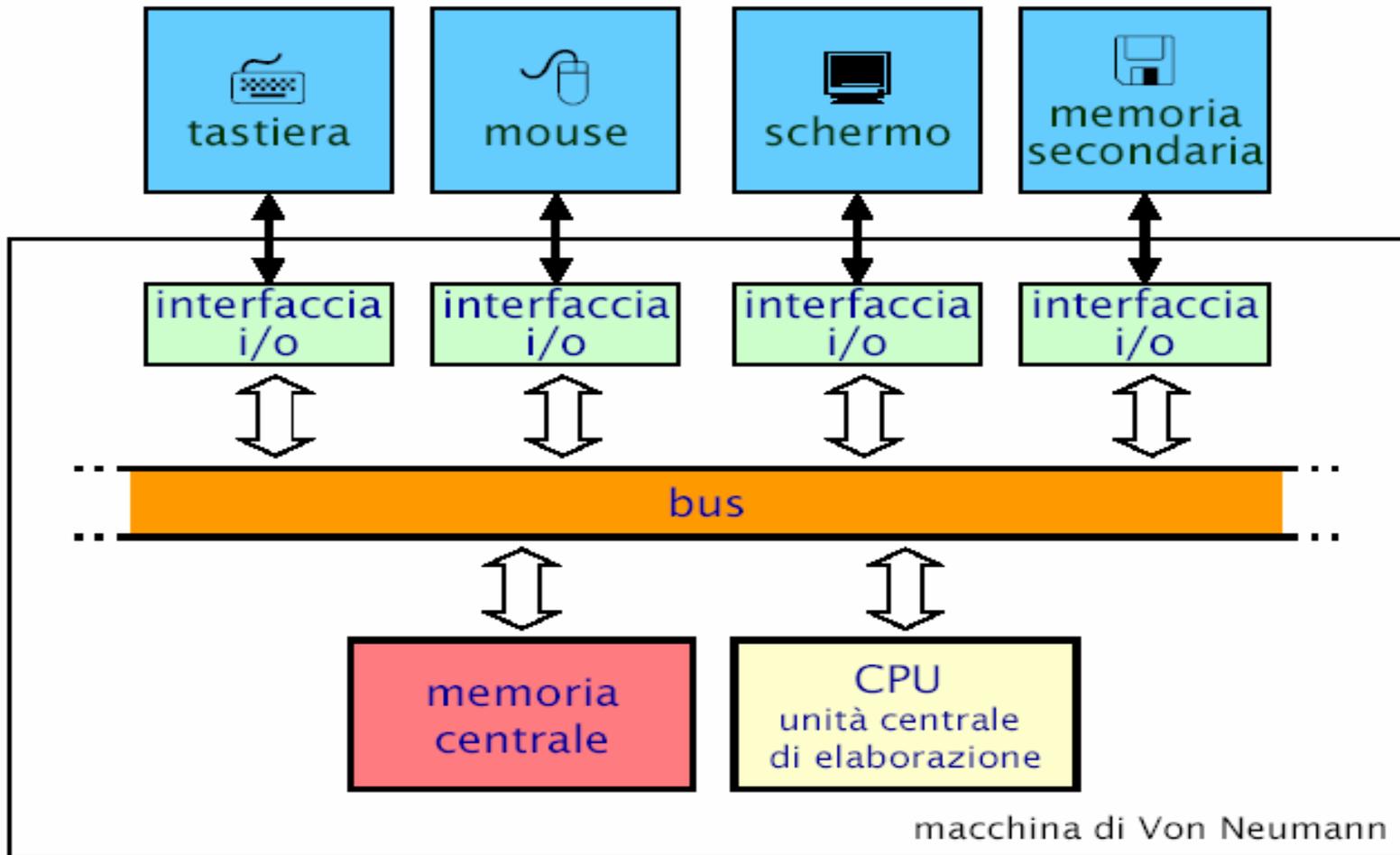


Controllo



Memorizzazione

# MACCHINA DI VON NEUMANN



# TRASFERIMENTO

- ◆ Obiettivo: permettere lo scambio di informazioni tra le varie componenti funzionali del calcolatore
  - trasferimento dei dati e delle informazioni di controllo
- ◆ Due possibili soluzioni
  - collegare ciascun componente con ogni altro componente
  - collegare tutti i componenti a un unico canale (**bus**)
- ◆ L'utilizzo di un bus favorisce la modularità e l'espandibilità del calcolatore

# BUS

## ◆ Componenti del bus:

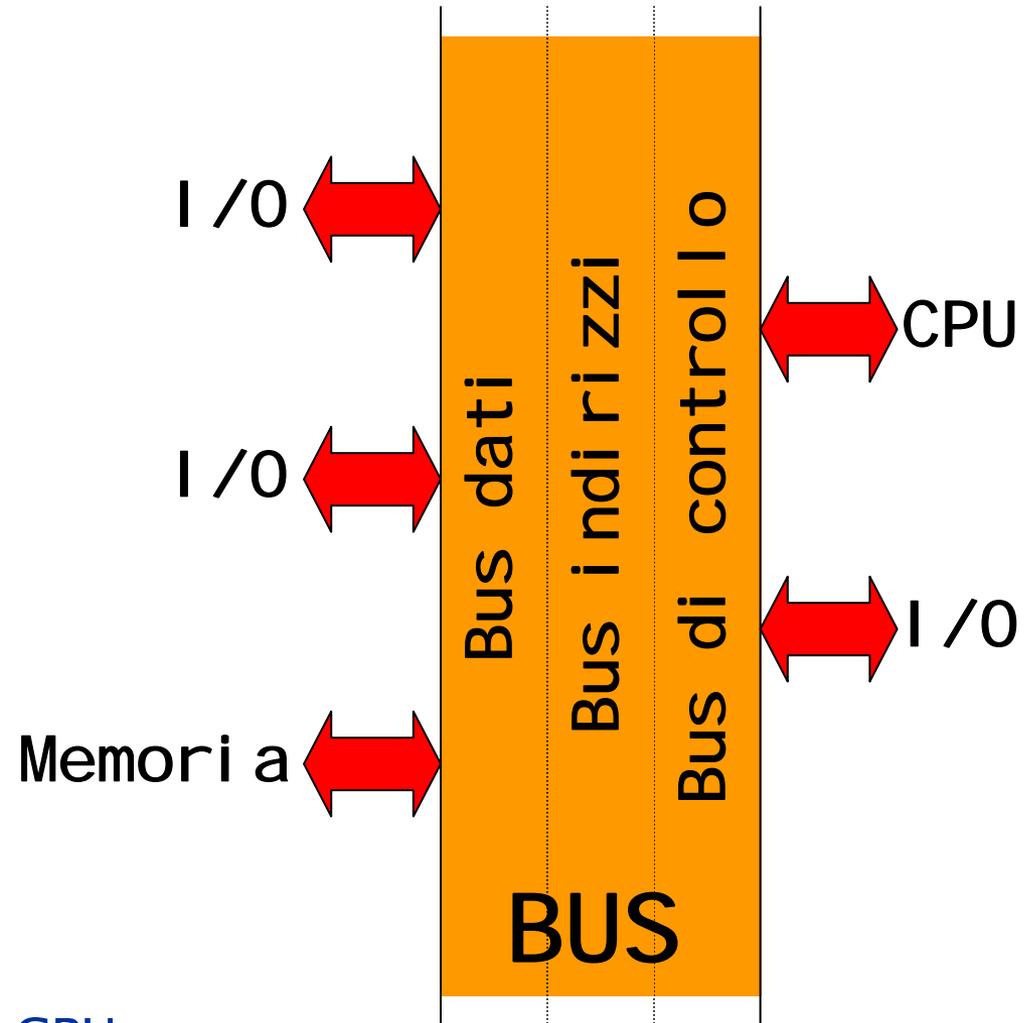
- Bus dati
- Bus indirizzi
- Bus di controllo

## ◆ Vantaggi

- Semplicità
- Estendibilità
- Standardizzabilità

## ◆ Svantaggi

- Lentezza
- Limitata capacità
- Sovraccarico della CPU

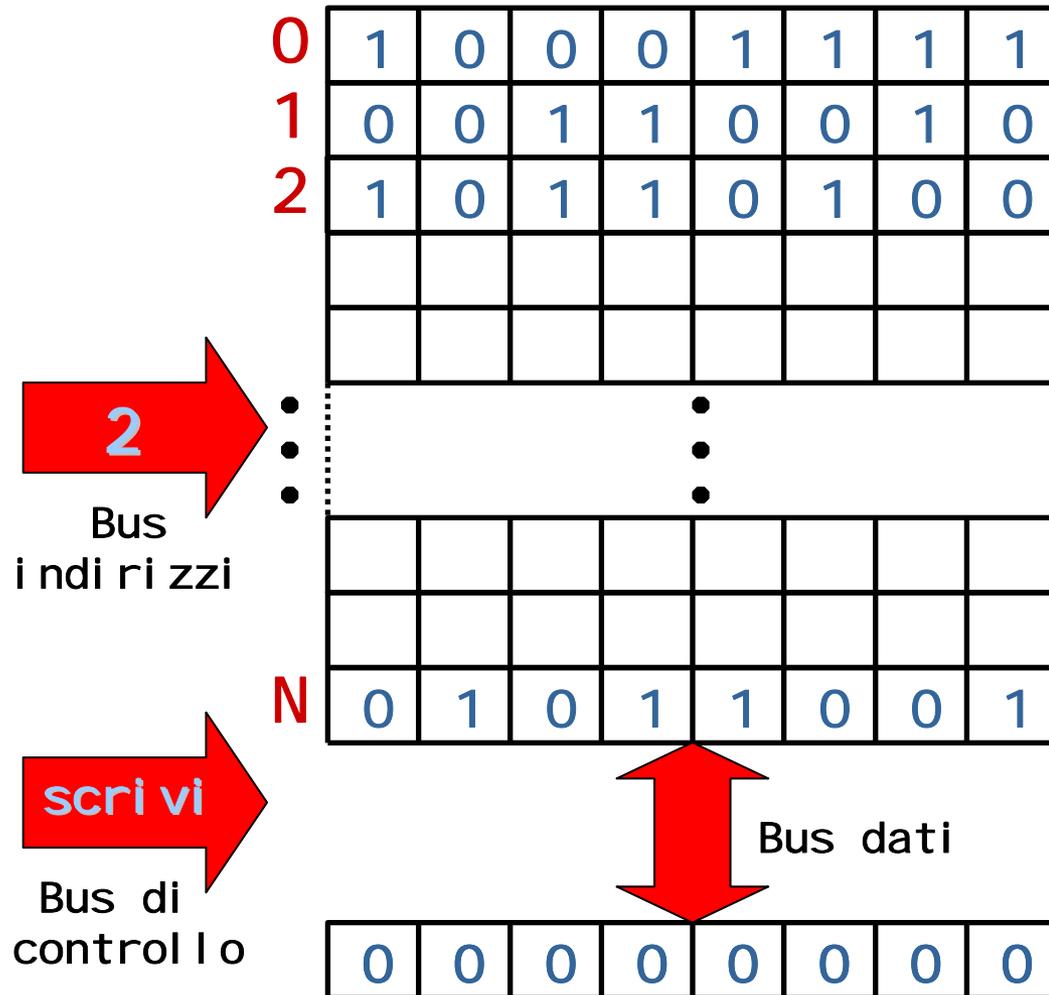


# MEMORIZZAZIONE

- ◆ La Memoria Centrale contiene:
  - **dati**, che rappresentano informazioni di interesse
  - **programmi**, per l'elaborazione dei dati
- ◆ Organizzazione:
  - è organizzata in celle o **bit** (0/1)
  - gruppi di 8 bit formano un **byte**
  - a ciascun byte è associato un **indirizzo**, che lo identifica
  - una **word** è un gruppo di byte (capacità del bus dati o dimensione di un registro della CPU)
- ◆ Operazioni
  - **scrittura**, memorizzazione di un valore in un byte/word
  - **lettura**, accesso al valore memorizzato in un byte/word



# MEMORIA CENTRALE: SCRITTURA



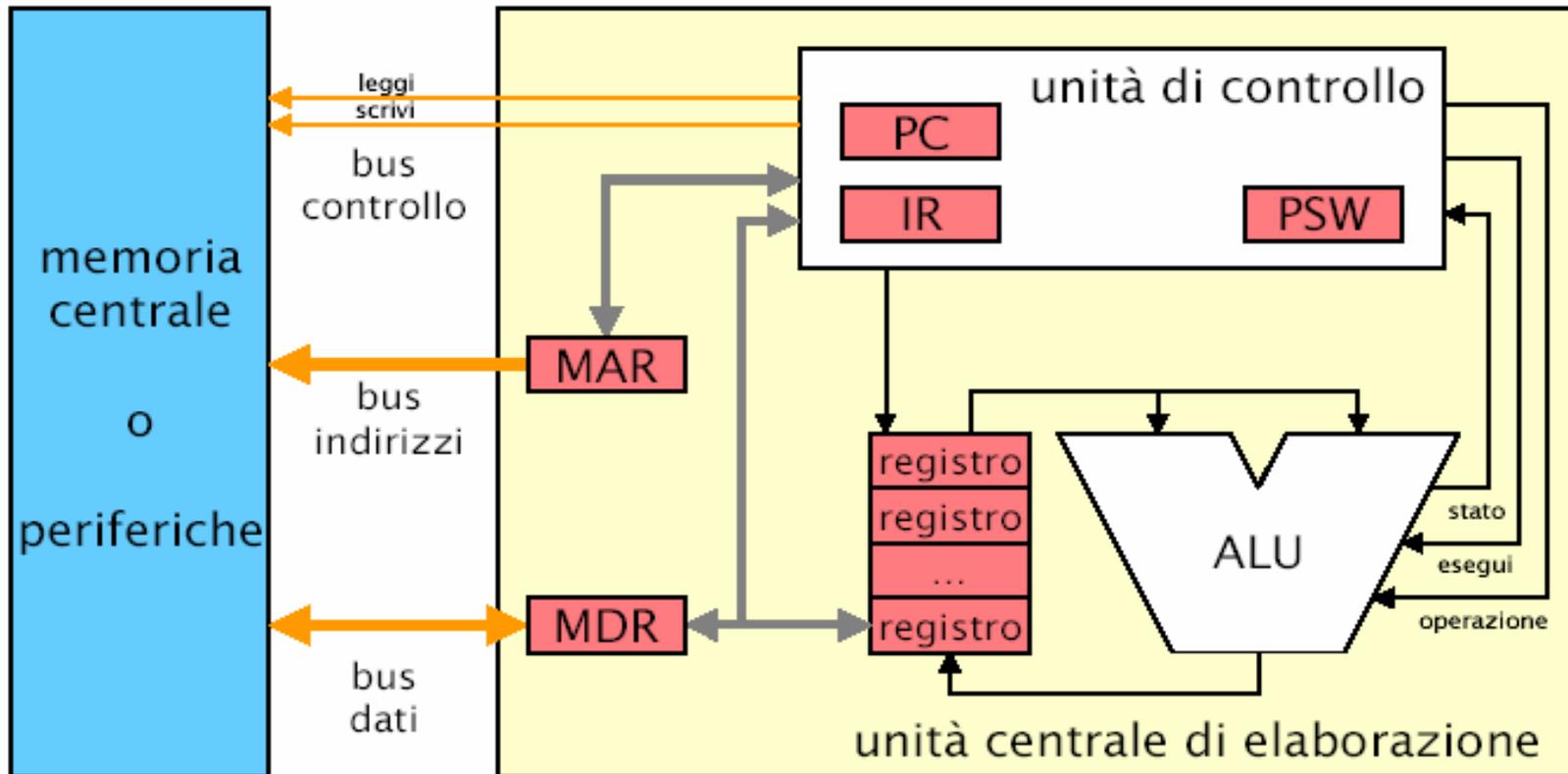
# ELABORAZIONE

- ◆ Le istruzioni del **linguaggio macchina** corrispondono ad operazioni elementari di elaborazione
  - operazioni aritmetiche
  - operazioni relazionali (confronto tra dati)
  - operazioni booleane
  - altre operazioni
- ◆ Un calcolatore sa svolgere poche tipologie di operazioni elementari ma in modo molto efficiente
  - un calcolatore può eseguire decine o centinaia di milioni di istruzioni del linguaggio macchina al secondo
- ◆ L'elaborazione è svolta dall'**unità aritmetico-logica**, che è un componente dell'unità centrale di elaborazione

# CONTROLLO

- ◆ Il coordinamento tra le varie parti del calcolatore è svolto dall'**unità di controllo**
  - è un componente dell'unità centrale di elaborazione
  - ogni componente del calcolatore esegue solo le azioni che gli vengono richieste dall'unità di controllo
- ◆ il controllo consiste nel coordinamento dell'esecuzione temporale delle operazioni
  - sia internamente all'unità di elaborazione sia negli altri elementi funzionali
  - il controllo avviene in modo sincrono rispetto alla scansione temporale imposta dall'orologio di sistema (**clock**)

# CPU (CENTRAL PROCESSING UNIT)



# REGISTRI

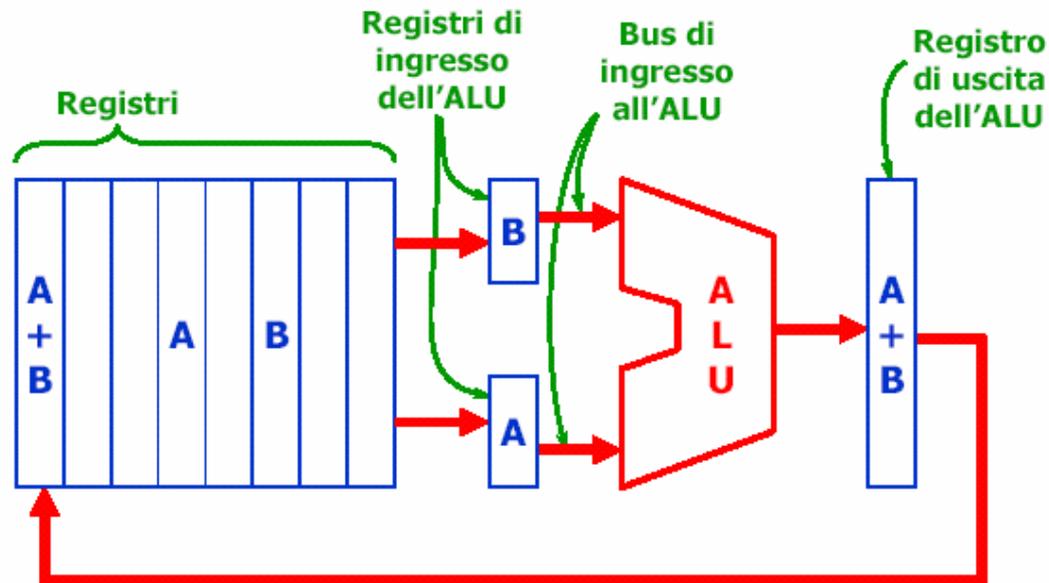
- ◆ Un microprocessore ha un numero limitato di celle di memoria (registri) con scopi specifici:
  - **PC: contatore delle istruzioni (program counter)**
    - contiene l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire
  - **IR: registro delle istruzioni (instruction register)**
    - contiene l'istruzione che deve essere eseguita
  - **PSW: parola di stato del processore**
    - contiene informazioni, opportunamente codificate, sull'esito dell'ultima istruzione che è stata eseguita

# REGISTRI

- **MAR: registro indirizzi della memoria**
  - indirizzo della cella di memoria che deve essere acceduta o memorizzata
- **MDR: registro dati della memoria**
  - dato che è stato acceduto o che deve essere memorizzato
- **registri generali**
  - per memorizzare gli operandi ed il risultato di una operazione

## UNITA' ARITMETICO-LOGICA

- ◆ L'**Unità Aritmetico-Logica (ALU)** è costituita da un insieme di circuiti in grado di svolgere le operazioni di tipo aritmetico e logico
- ◆ La ALU legge i valori presenti in alcuni registri, esegue le operazioni e memorizza il risultato in un altro registro



# CICLO DI ESECUZIONE DELLE ISTRUZIONI

- ◆ L'unità di controllo esegue un'istruzione mediante le tre seguenti operazioni di base:
  - **Fetch** (lettura)
  - **Decode** (decodifica)
  - **Execute** (esecuzione)
- ◆ Fetch-Decode-Execute
  1. Prendi l'istruzione corrente, vale a dire quella individuata dal registro PC, e mettila nel registro IR (**fetch**)
  2. Incrementa il PC in modo che contenga l'indirizzo dell'istruzione successiva
  3. Determina il tipo di istruzione da eseguire (**decode**)
  4. Se l'istruzione necessita di un dato in memoria determina dove si trova e caricalo in un registro della CPU
  5. Esegui l'istruzione (**execute**)
  6. Torna al punto 1

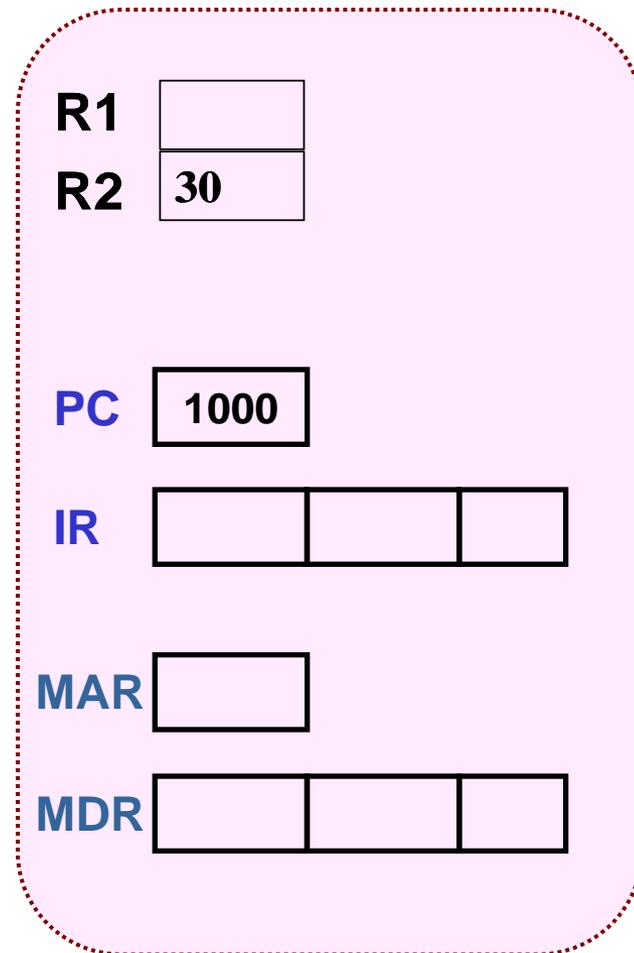
# ESEMPIO FETCH-DECODE-EXECUTE

1000	<b>Load</b>	3568	R1
1001	<b>Add</b>	R1	R2
1002	<b>Store</b>	R1	3568
1003	<b>Jump</b>	1000	

3568	44
------	----

## Registri CPU

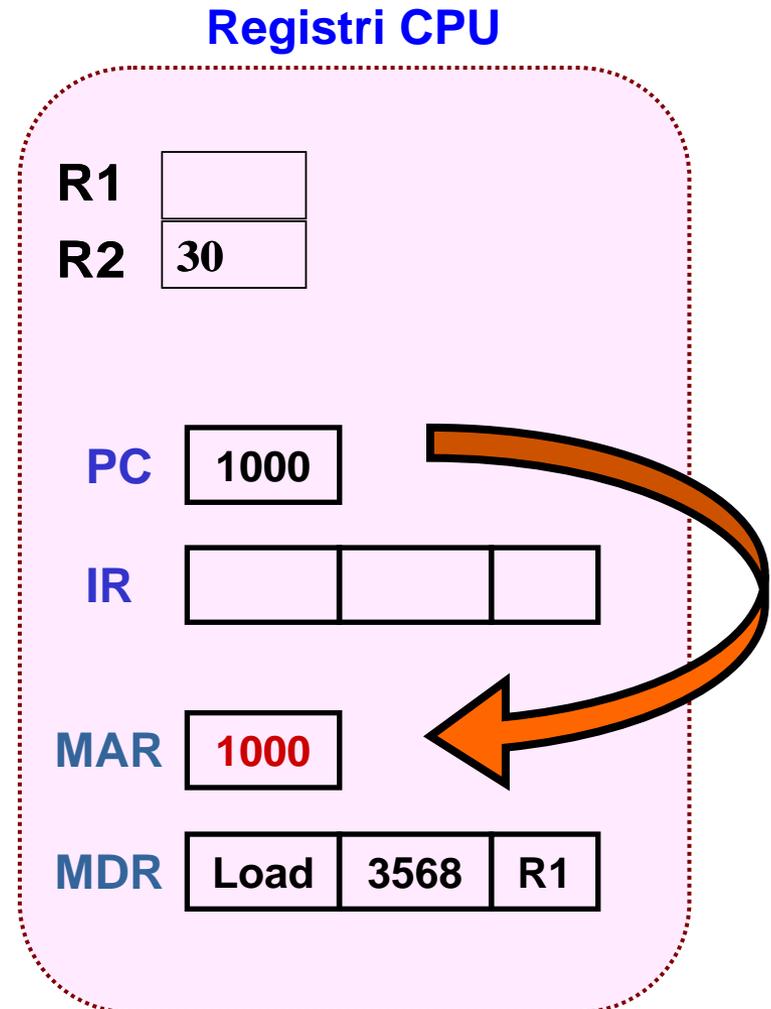


# ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: FETCH (1/2)

1000	<b>Load</b>	3568	R1
1001	<b>Add</b>	R1	R2
1002	<b>Store</b>	R1	3568
1003	<b>Jump</b>	1000	

3568	44
------	----

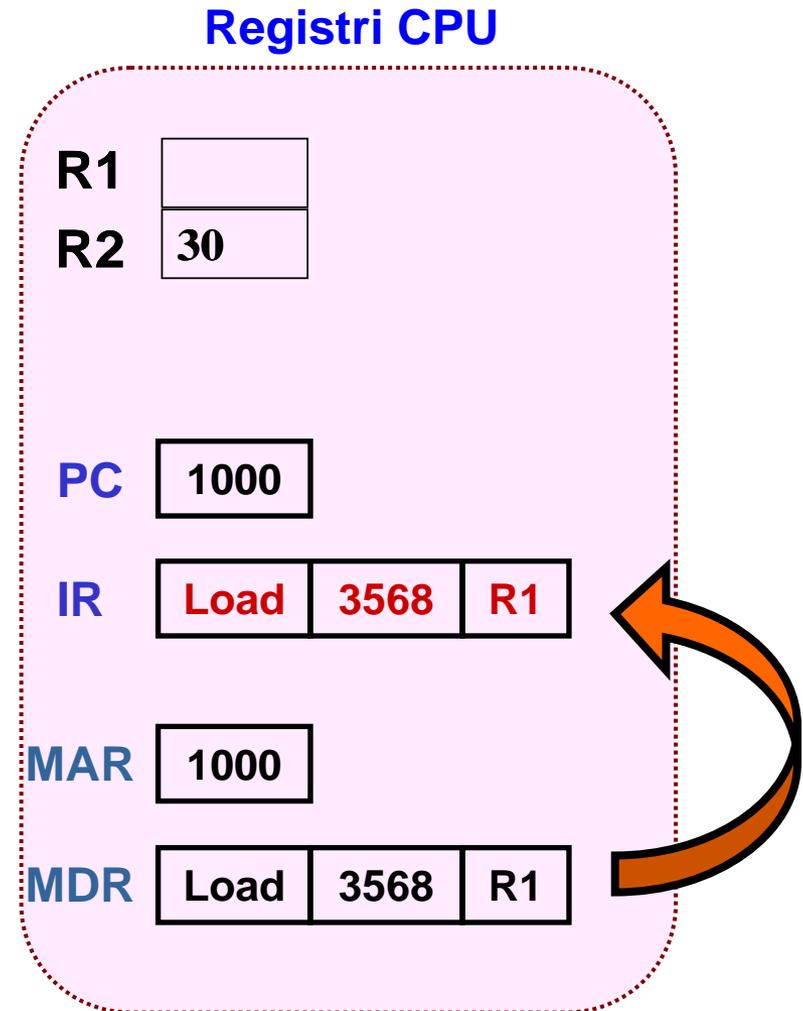


# ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: FETCH (2/2)

1000	<b>Load</b>	3568	R1
1001	<b>Add</b>	R1	R2
1002	<b>Store</b>	R1	3568
1003	<b>Jump</b>	1000	

3568	44
------	----



# ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: DECODE & EXECUTE

1000	<b>Load</b>	<b>3568</b>	<b>R1</b>
1001	<b>Add</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
1002	<b>Store</b>	<b>R1</b>	<b>3568</b>
1003	<b>Jump</b>	<b>1000</b>	

3568	<b>44</b>
------	-----------

## Registri CPU

R1 **44**  
R2 **30**

PC **1001**

IR **Load 3568 R1**

MAR **1000**

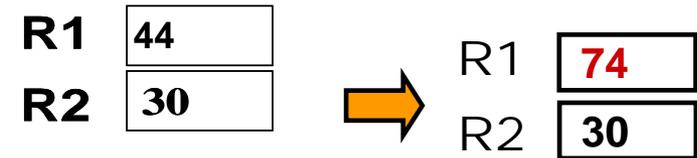
MDR **Load 3568 R1**

# ESECUZIONE ISTRUZIONE 1001

1000	<b>Load</b>	<b>3568</b>	<b>R1</b>
1001	<b>Add</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
1002	<b>Store</b>	<b>R1</b>	<b>3568</b>
1003	<b>Jump</b>	<b>1000</b>	

3568	<b>44</b>
------	-----------

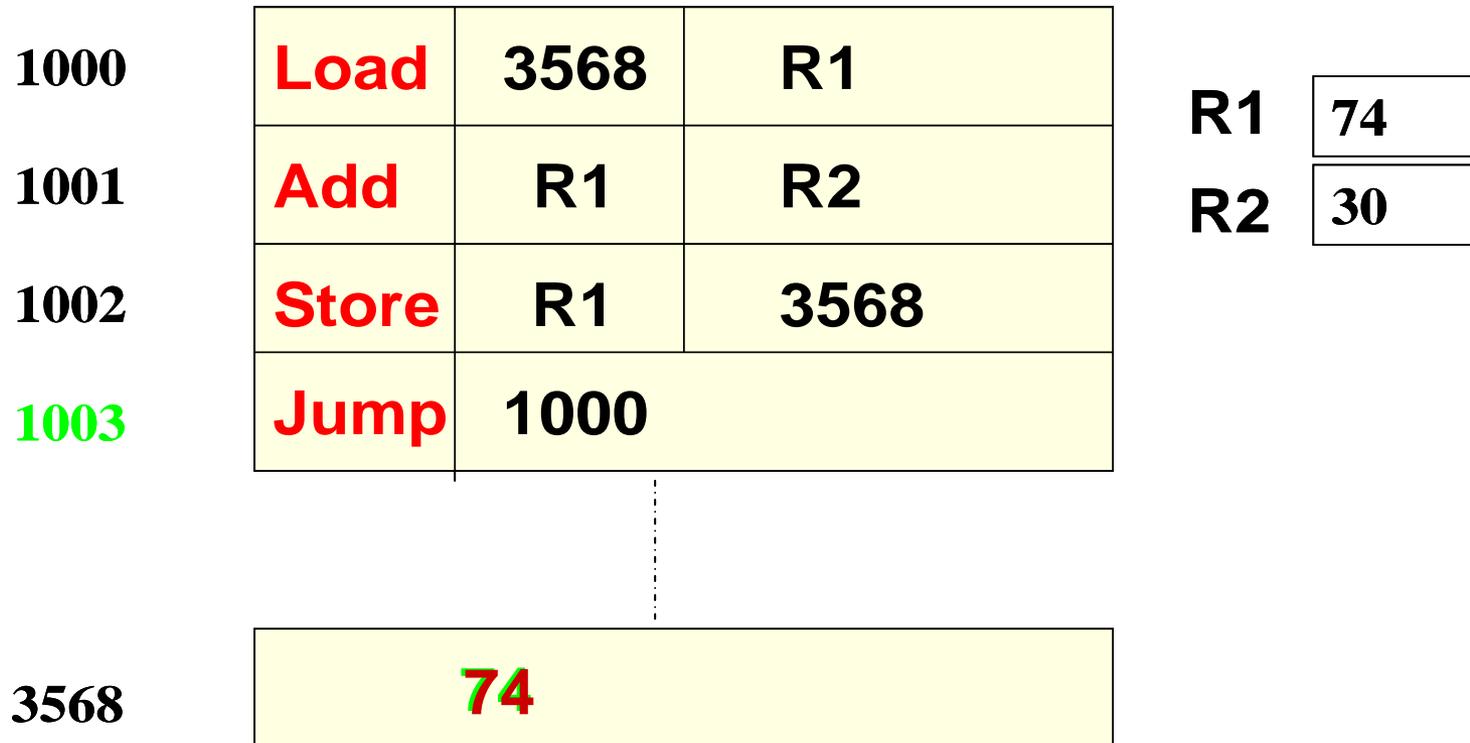


*NB.:*

E' stata attivata la ALU

$$R1 = 44 + 30 = 74$$

## ESECUZIONE ISTRUZIONE 1002



# ESECUZIONE ISTRUZIONE 1003

1000

**Load** 3568 R1

1001

**Add** R1 R2

1002

**Store** R1 3568

1003

**Jump** 1000

R1 74

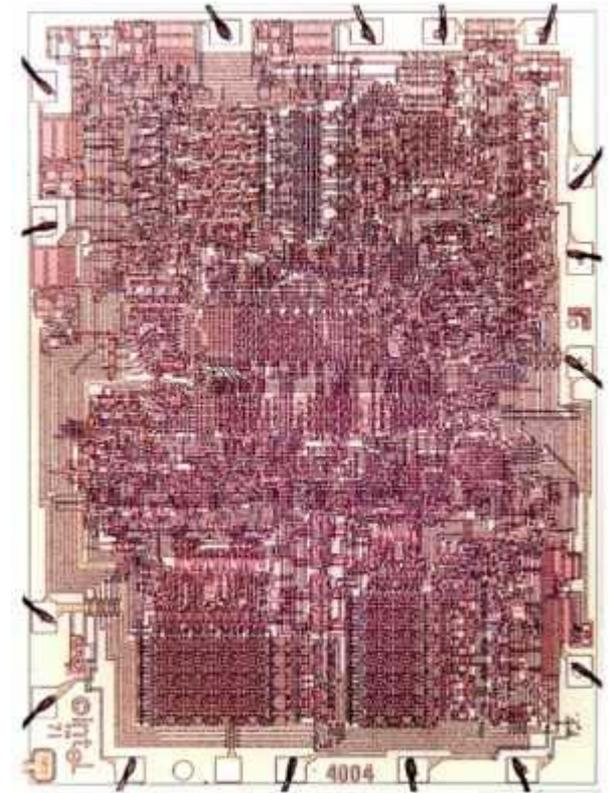
R2 30

3568

74

# MICROPROCESSORE

- ◆ Nel 1971, tre ingegneri della Intel, Federico Faggin, Ted Hoff e Stan Mazer costruirono il primo microprocessore.
- ◆ Riuscirono ad inserire 2.250 transistor su una piastrina di silicio di  $4 \times 3$  mm, che formavano il cuore di un intero calcolatore in grado di elaborare in parallelo 4 bit.
- ◆ Da allora sono seguiti numerosi altri modelli, sempre più sofisticati e potenti che, grazie al loro basso costo, hanno determinato l'attuale enorme diffusione dei calcolatori.



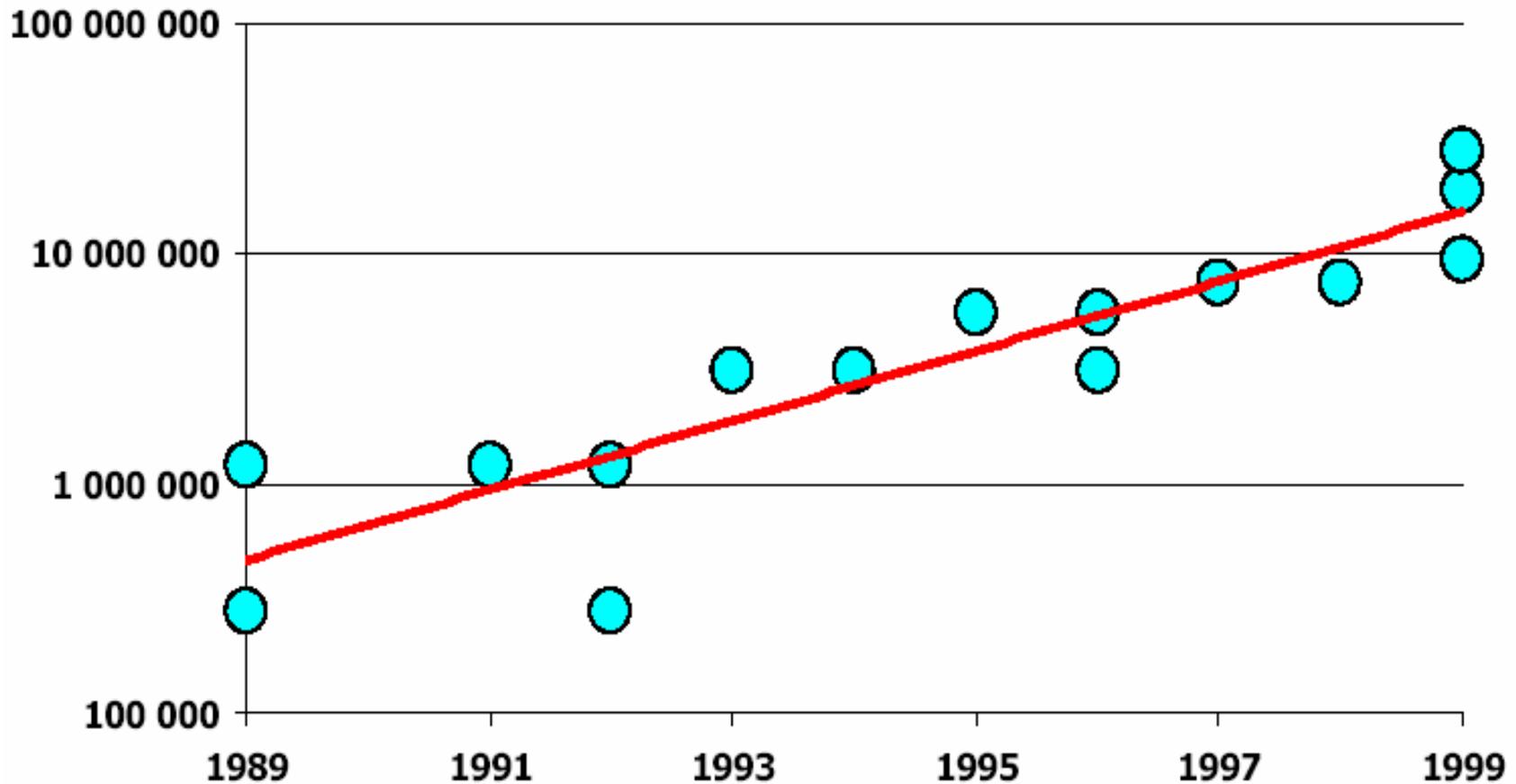
**Ingrandimento dell'Intel  
4004 (1971)**

# EVOLUZIONE DEI MICROPROCESSORI

<b>CPU</b>	<b>Anno</b>	<b>Frequenza (MHz)</b>	<b>Dimensione registri / bus dati</b>	<b>Numero di transistor</b>
8086	1978	4.77 — 12	8 / 16	29 000
80286	1982	8 — 16	16 / 16	134 000
80386	1986	16 — 33	32 / 32	275 000
80386 SX	1988	16 — 33	32 / 16	275 000
80486	1989	33 — 50	32 / 32	1 200 000
Pentium	1993	60 — 200	32 / 64	3 100 000
Pentium II	1997	233 — 400	32 / 64	7 500 000
Pentium III	1999	450 — 1133	32 / 64	24 000 000
Pentium 4	2000	1600 — 2000	32 / 64	42 000 000

## NUMERO DI TRANSISTOR (CPU INTEL)

**Il numero di transistor per cm<sup>2</sup> raddoppia ogni 18 mesi!**



# MEMORIA

## ◆ Caratterizzazione

- Capacità
- Costo per bit
- Velocità di accesso
  - Velocità di trasferimento (bit/s o Byte/s, dati trasferiti/secondo)
- Volatilità

## ◆ Categorie

- Memoria centrale
- Memoria di massa

# MEMORIA

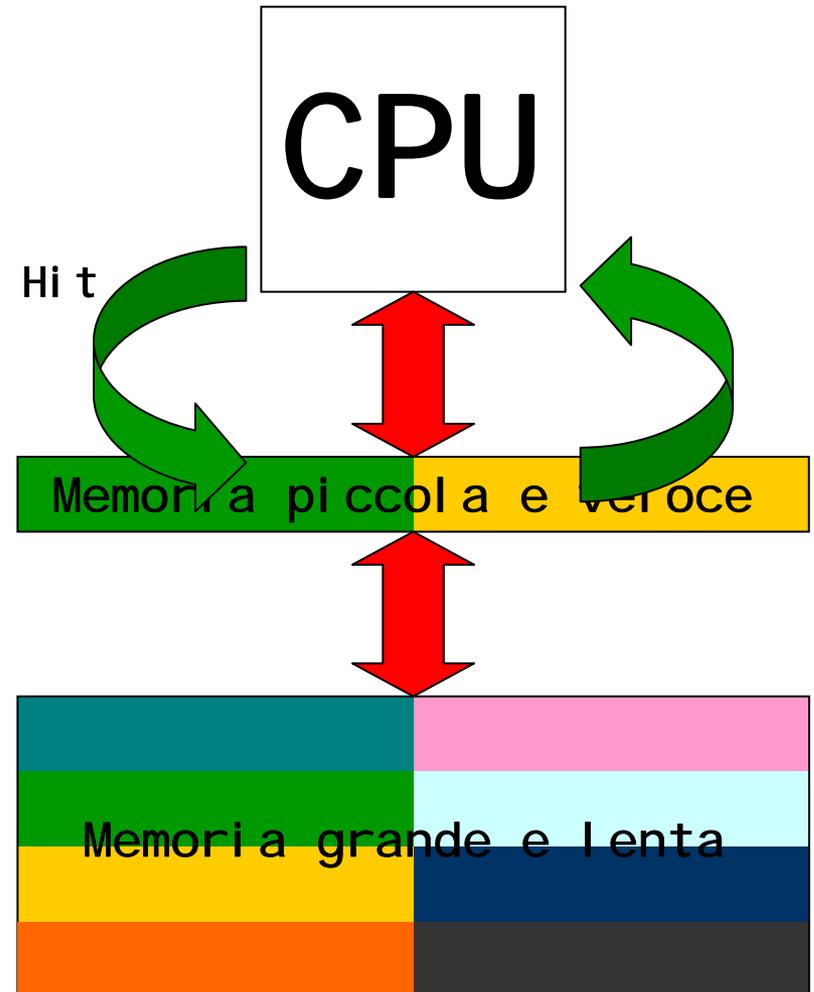
- ◆ Tipo di accesso
  - Sequenziale (nastro)
  - Casuale (memoria centrale)
  - Misto (disco)
- ◆ RAM (*Random Access Memory*)
  - Memoria centrale, Volatile, Lettura/scrittura, Accesso casuale
- ◆ ROM (*Read Only Memory*)  
EPROM (*Erasable Programmable ROM*)
  - Permanente, Sola lettura (ROM) / Cancellabili e riscrivibili (EPROM)
  - BIOS

# PRINCIPIO DI LOCALITA'

- ◆ **Località spaziale:**  
quando si accede all'indirizzo **A**, è molto probabile che gli accessi successivi richiedano **celle vicine ad A**.
  - le istruzioni del codice vengono in genere lette da locazioni consecutive della memoria
  - Gli accessi a strutture dati sono “vicini”
- ◆ **Località temporale:**  
quando si accede all'indirizzo **A**, è molto probabile che negli accessi successivi si richieda **di nuovo la cella A**.
  - cicli di istruzioni accedono ripetutamente alle stesse locazioni di memoria
  - istruzioni vicine tendono ad utilizzare le stesse variabili

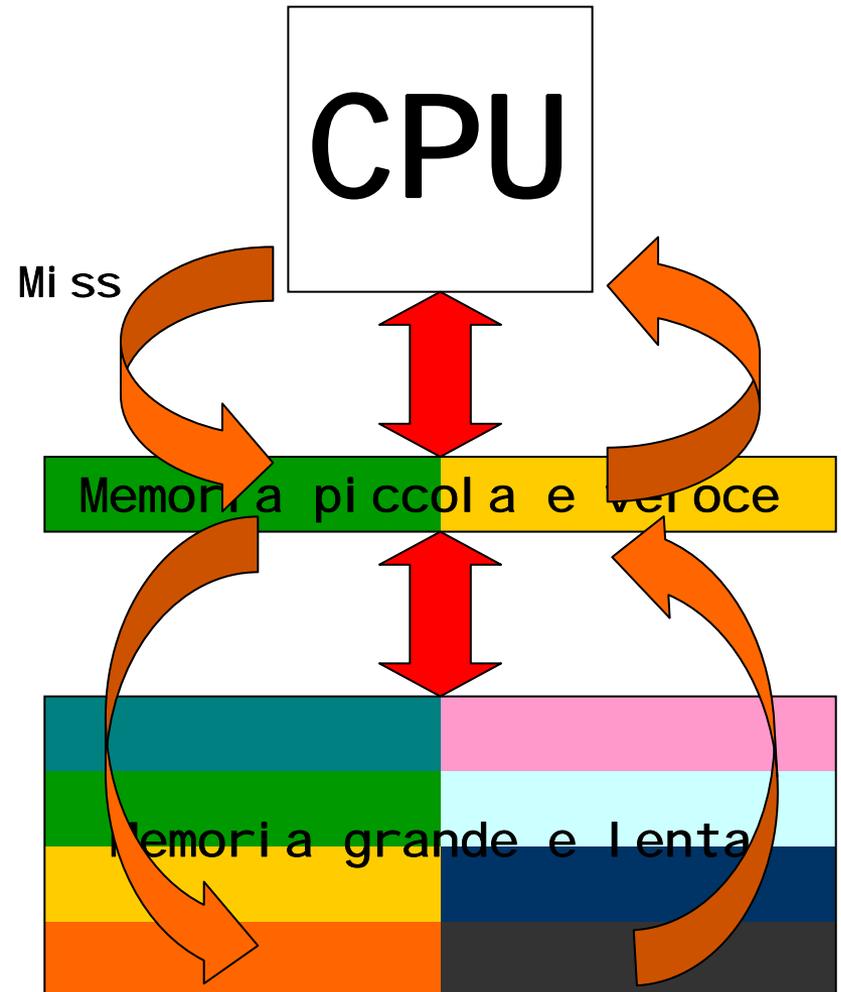
# GERARCHIA DI MEMORIA

- ◆ Obiettivi
  - Dimensione elevata
  - Velocità elevata
  - Costo limitato
- ◆ I dati prelevati dalla MGL vengono conservati il **più a lungo possibile**
- ◆ Quando si copia un dato dalla MGL si copiano anche i **dati vicini**
- ◆  $h$ , **hit ratio** (frequenza di successo) pari al 99%.  
 $1 - h$ , **miss ratio**

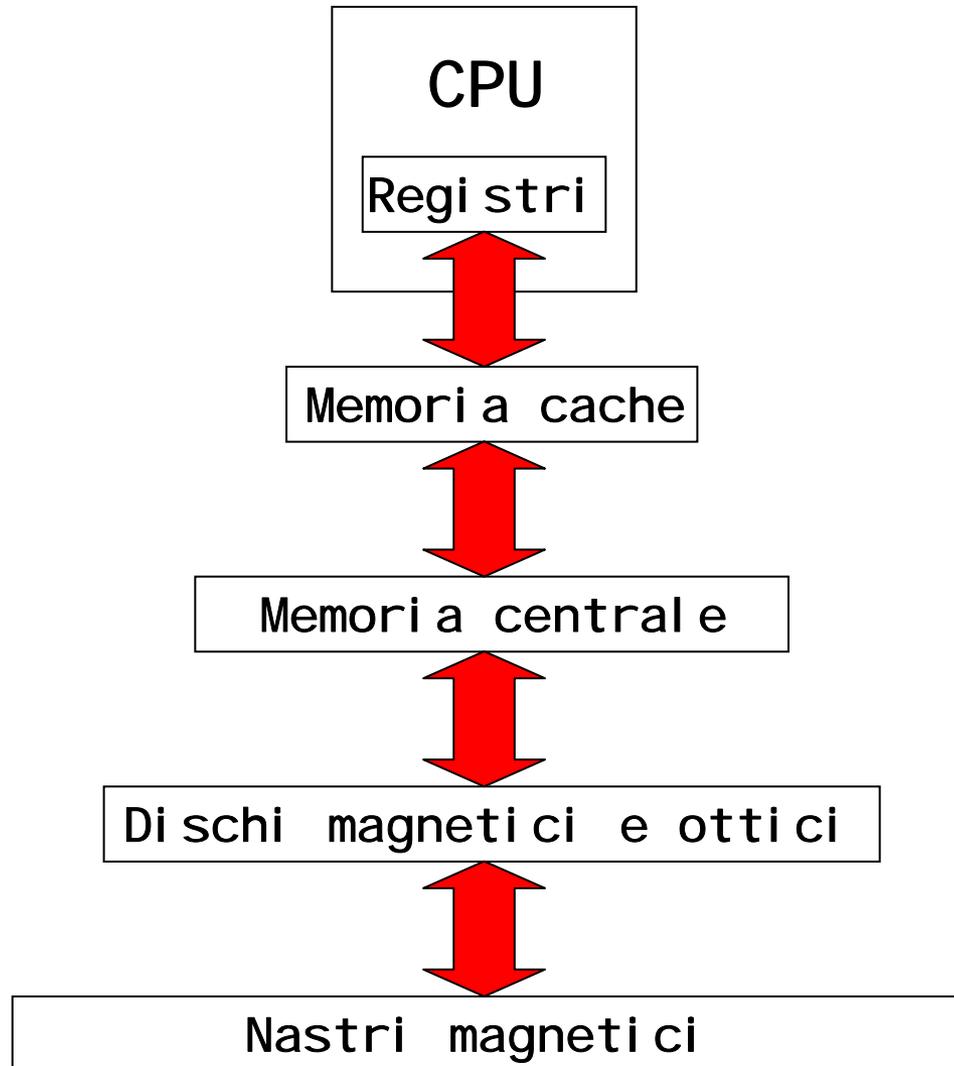


# GERARCHIA DI MEMORIA

- ◆ Obiettivi
  - Dimensione elevata
  - Velocità elevata
  - Costo limitato
- ◆ I dati prelevati dalla MGL vengono conservati il **più a lungo possibile**
- ◆ Quando si copia un dato dalla MGL si copiano anche i **dati vicini**
- ◆  $h = 0.99, T_1 = 1, T_2 = 10$   
 $T_{medio} = T_1 h + T_2 (1 - h) = 1.09!$



# GERARCHIA DI MEMORIA

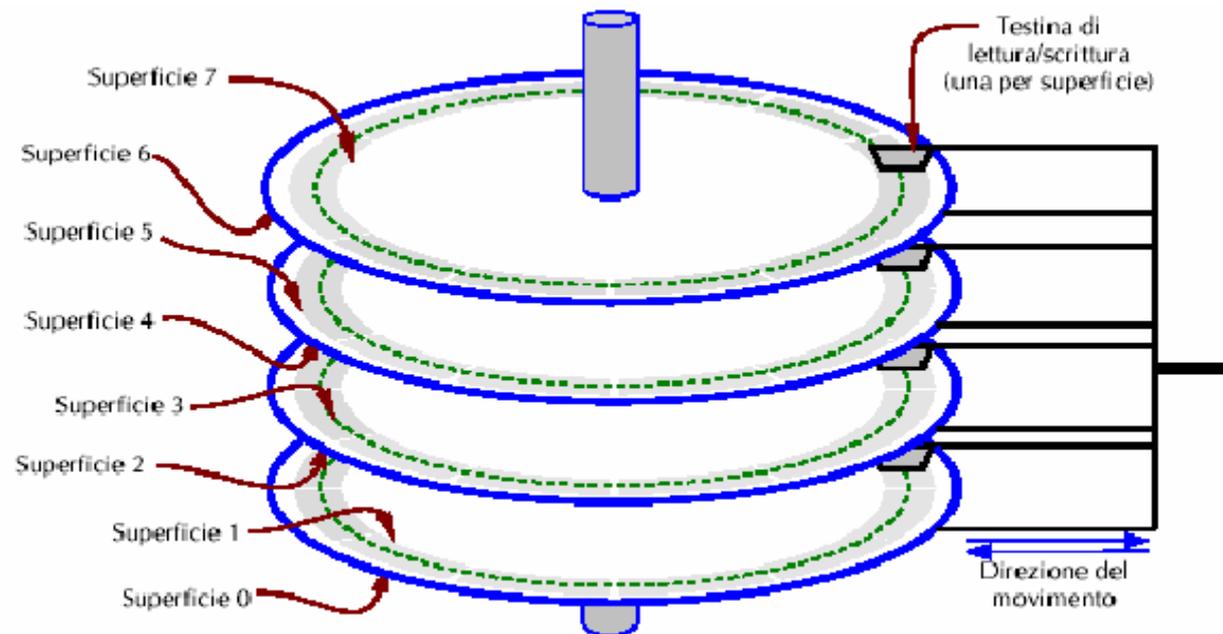


# GERARCHIA DI MEMORIA

	<b>Capacità</b>	<b>Velocità (TA)</b>	<b>€/MByte</b>
<b>registri</b>	<b>~1KB</b>	<b>~1ns</b>	<b>NA</b>
<b>cache</b>	<b>64 ÷ 1024 KB</b>	<b>~10ns</b>	<b>300</b>
<b>RAM</b>	<b>64 ÷ 2048 MB</b>	<b>~100ns</b>	<b>2</b>
<b>HD</b>	<b>8 ÷ 100 GB</b>	<b>~10ms</b>	<b>0.005</b>
<b>nastri/CD</b>	<b>~GB per unità</b>	<b>~100ms</b>	<b>0.005</b>

# DISCHI MAGNETICI: HARD DISK

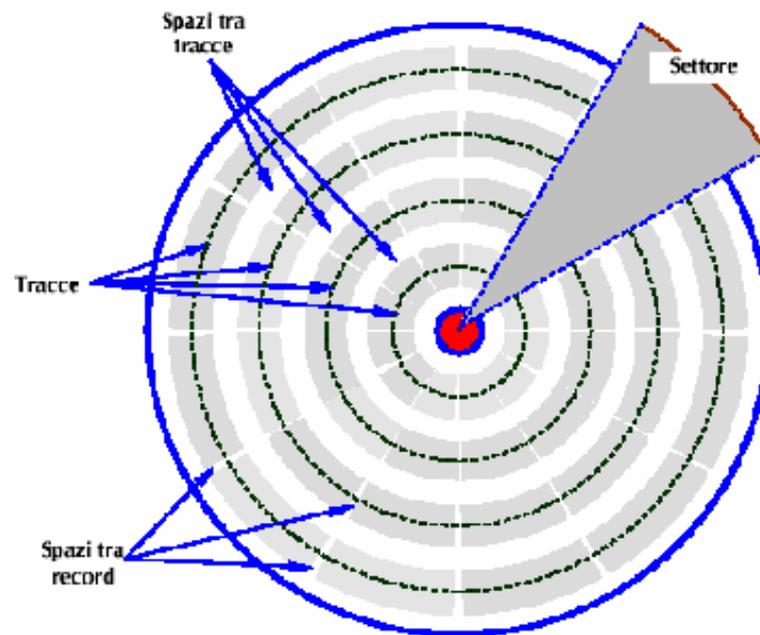
- ◆ Un hard disk consiste di un insieme di piatti con due superfici magnetizzabili
  - ogni superficie ha una propria testina di lettura/scrittura
  - i dischi ruotano attorno ad un perno centrale



# DISCHI MAGNETICI: HARD DISK

## ◆ Organizzazione fisica dei record

- le superfici sono organizzate in cerchi concentrici (**tracce**) e in spicchi di pari grandezza (**settori**) separati da parti vuote (**gap**)
- tutte le tracce equidistanti dal centro (su più piatti) forma un **cilindro**
- ogni traccia contiene lo stesso numero di bit (densità di memorizzazione variabile dalla periferia verso il centro)

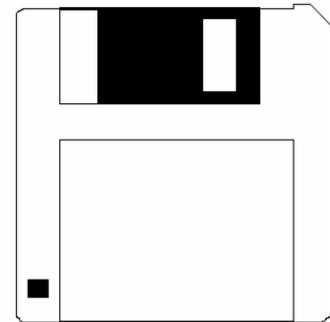


# PRESTAZIONI DEGLI HARD DISK

- ◆ Tempo di accesso
  - *Seek Time*: la testina deve arrivare alla traccia giusta
    - dipende dalla meccanica
    - misurato in millisecondi (10-100ms)
  - *Latency Time*: il disco deve ruotare fino a portare il record nella posizione giusta
    - dipende dalla velocità di rotazione, misurata in giri/min (RPM)
- ◆ Transfer Rate
  - Velocità di trasferimento del disco
    - dipende dalla densità e dalla velocità di rotazione
    - misurata in MB per secondo (MBps)
    - valore tipico: 5-80 MBps

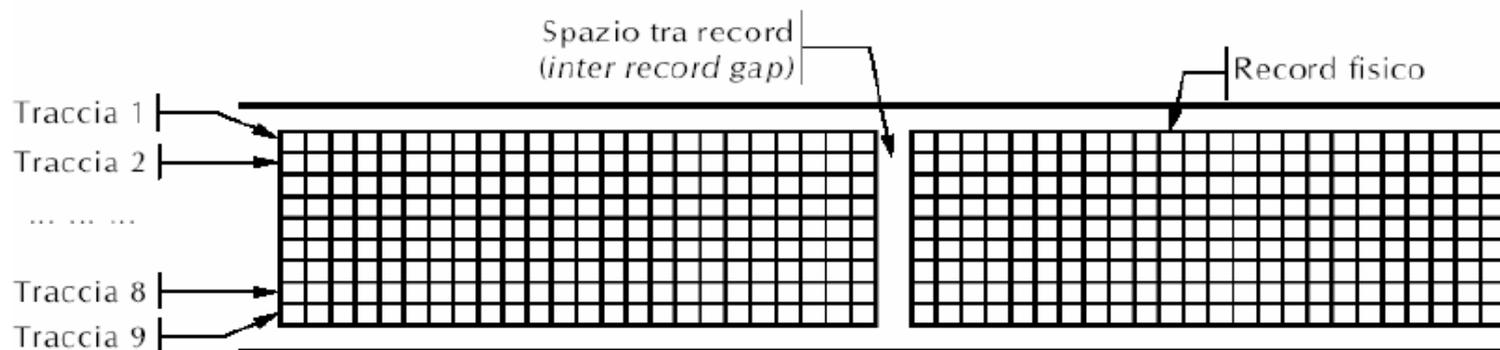
# DISCHI MAGNETICI: FLOPPY DISK

- ◆ Sono dischi magnetici:
  - di piccola capacità
  - portatili
  - usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi
- ◆ Sono costituiti da un unico disco con due superfici
- ◆ Si ferma quando non è acceduto (ritardo per avvio della rotazione 0.5sec)
- ◆ Storicamente ne sono stati creati vari tipi identificati dal loro diametro (3.5, 5.25 e 8 pollici).
  - oggi sopravvivono solo da 3.5" (1.4 Mbyte)



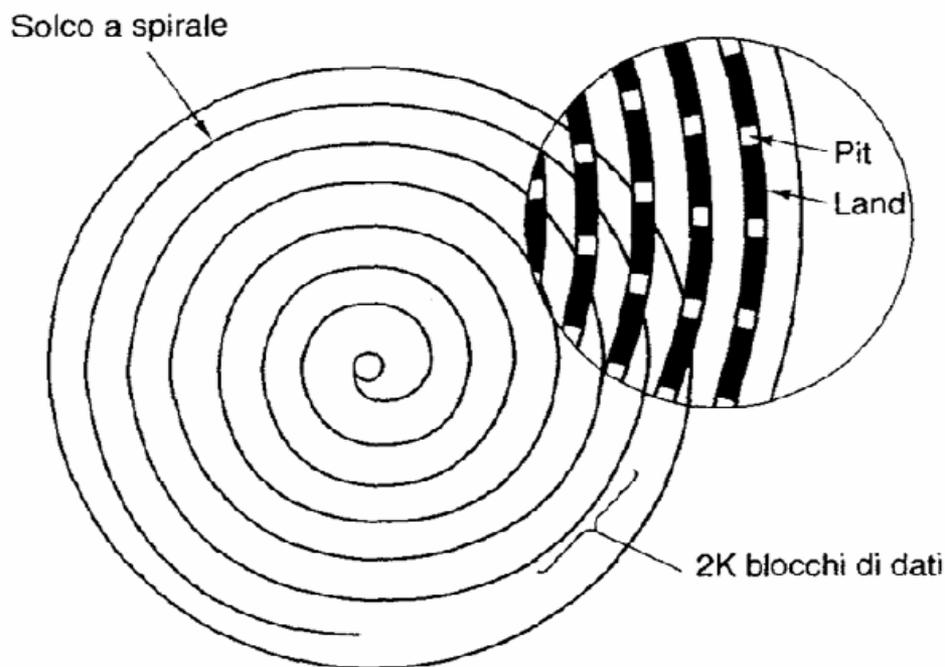
# NASTRI MAGNETICI

- ◆ Sono nastri di materiale magnetizzabile raccolti su supporti circolari, o in cassette (es.: DAT, *Digital Audio Tape*)
- ◆ Sul nastro sono tracciate piste orizzontali parallele (**tracce**)
  - di solito 9: un byte di dati + il bit di parità
- ◆ I dati sul nastro sono organizzati in zone contigue (**record**), separate da zone prive di informazione (**inter record gap**)
- ◆ Accesso sequenziale



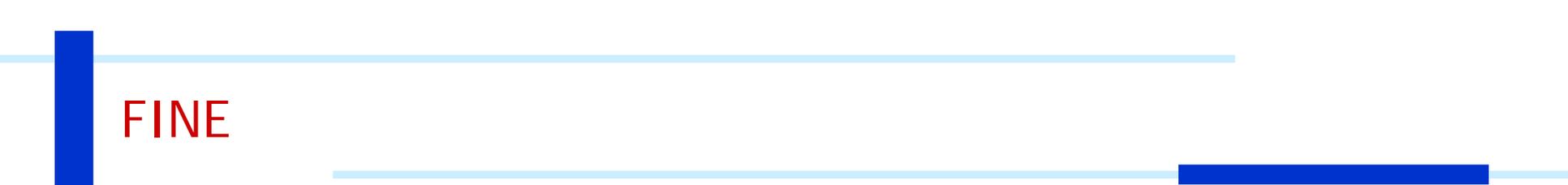
# DISCHI OTTICI

- ◆ La superficie di un disco presenta una successione di tratti disposti secondo un'unica traccia a spirale
    - **pit**: tratto di superficie avvallata
    - **land**: tratto di superficie liscia
- riflettono raggi luminosi in modo diverso**
- ◆ Il passaggio da pit a land (e viceversa) rappresenta 1 mentre l'assenza di variazione rappresenta 0



# DISPOSITIVI OTTICI

- ◆ 1984, CD-ROM (Compact-Disc Read-Only Memory)
  - Disco 12cm di diametro di alluminio e materiale plastico
  - Sola lettura
  - Capacità di oltre 650 Mbyte e costo inferiore a €1
  - Velocità di trasferimento:
    - originariamente 150 KByte / secondo ( “1X” )
    - OGGI: 12, 16, 24, 48 volte tanto...
  - CD-R (CD Recordable)
  - CD-RW (CD Rewritable)
- ◆ 1997, DVD (Digital Versatile Disc)
  - Evoluzione del CD-ROM
  - Capacità 4.7 - 17 GByte
  - Velocità di trasferimento paragonabile a quella dei CD-ROM



FINE