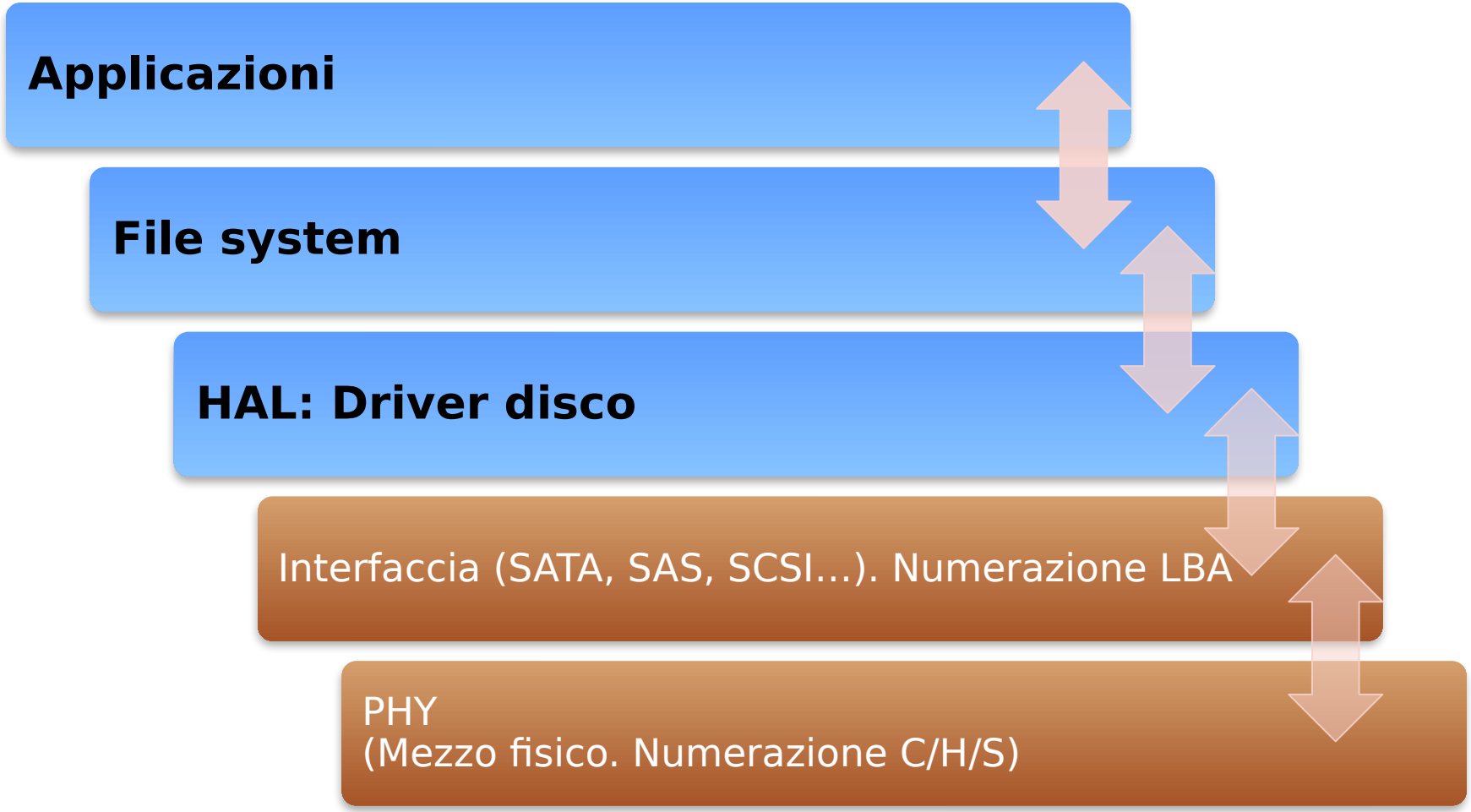
I File System

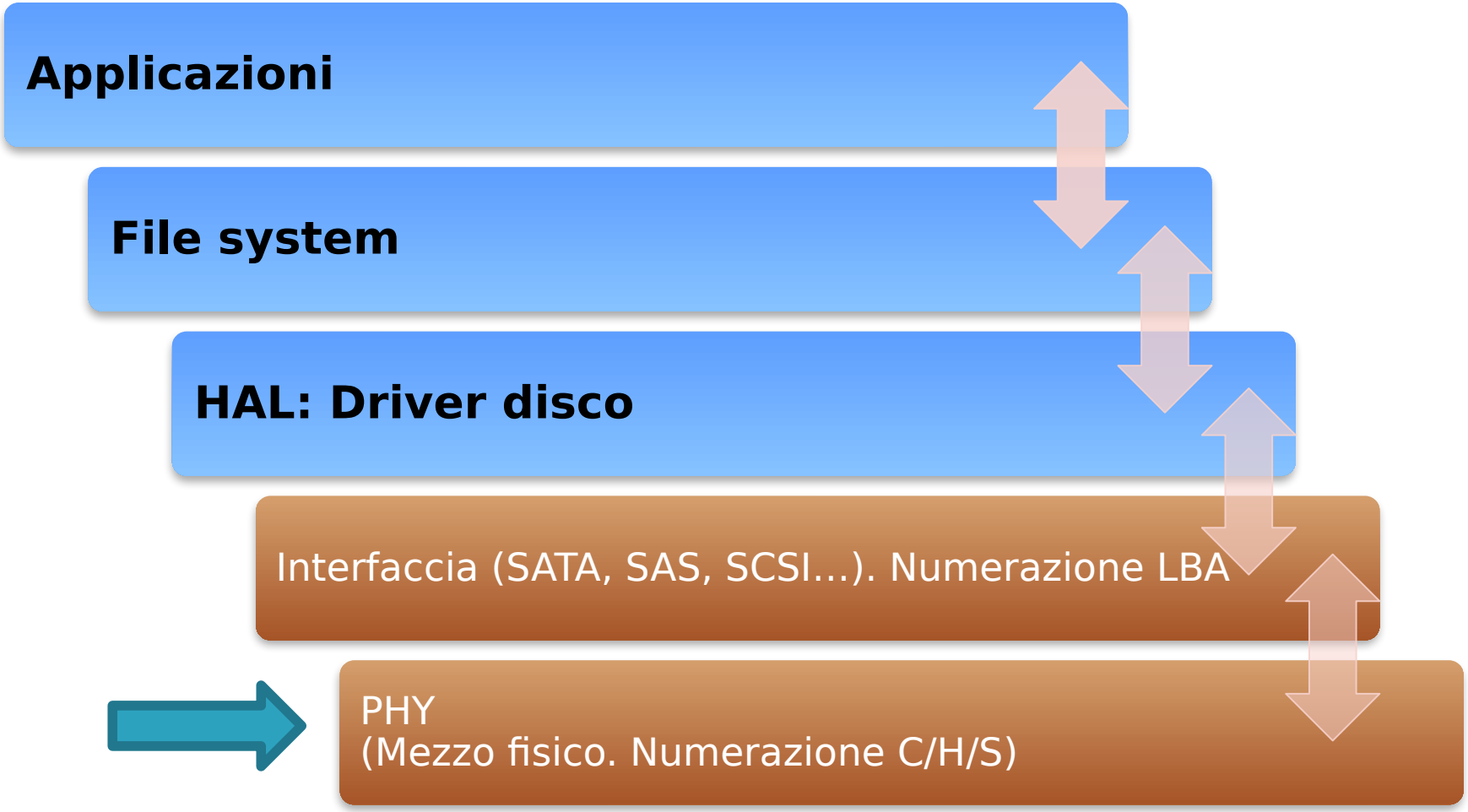
Le memorie di massa

- Forse la *periferica* più importante di un elaboratore
- File system:
  - Un insieme di funzionalità per astrarre i dati grezzi presenti in memoria di massa e interpretare questi ultimi in termini di *files* e *cartelle*
  - Principalmente concepiti per gestire i dischi fissi
  - *Altre memorie di massa importanti:* SSD, CD, DVD…

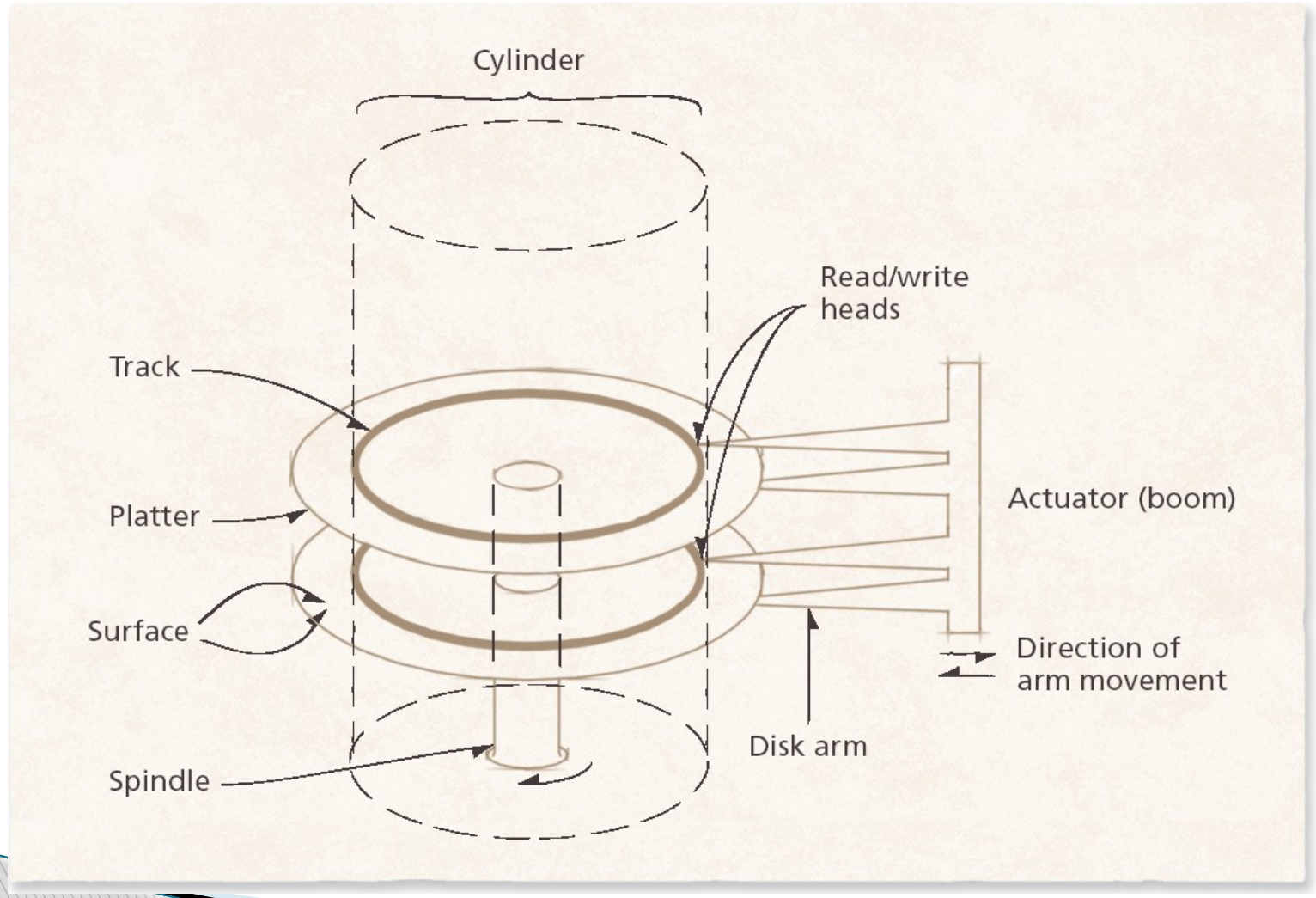
Dalle applicazioni alle m. di massa



Dalle applicazioni alle m. di massa



Come è fatto un Hard disk



Parametri prestazionali

- Latenza di rotazione (in ms)
  - Tempo che ci mettono i dati richiesti ad arrivare sotto la testina (in media 1/ (RPM/60*2))
- Seek time (in ms)
  - Tempo che ci mettono le testine ad arrivare su un dato cilindro (dipende da fattori costruttivi)
- Tempo di trasmissione (in bit/sec)
  - Tempo che ci mettono tutti i dati richiesti (sequenze di bit adiacenti) ad essere letti = RPM/60 * bit per cilindro.

Alcuni valori plausibili

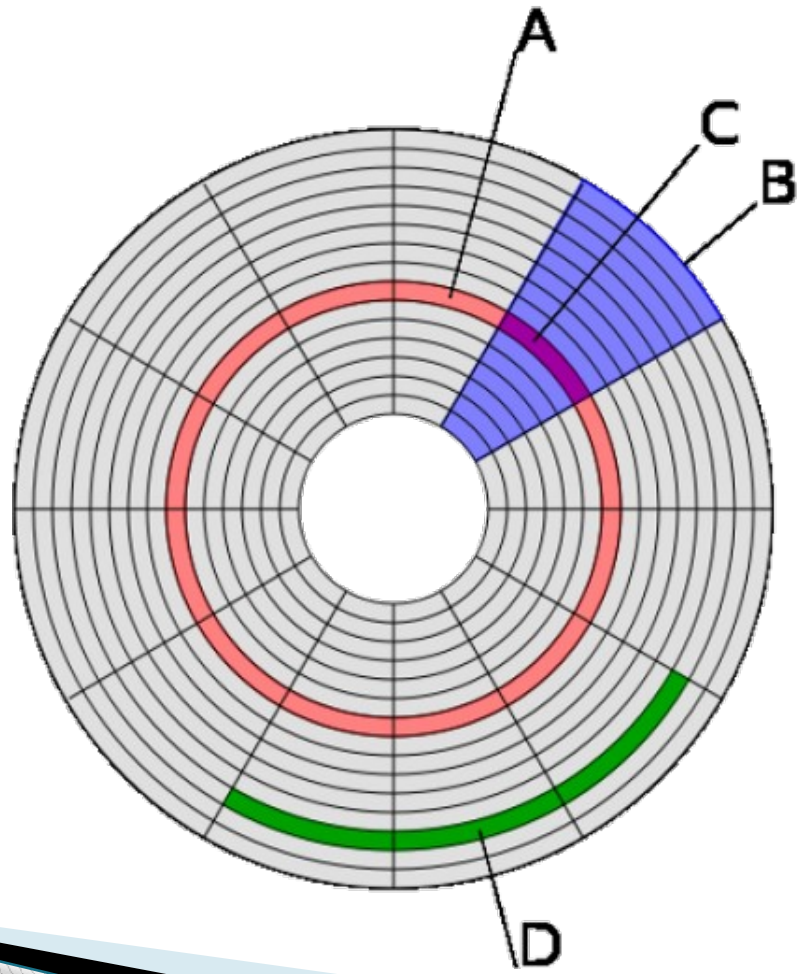
Model (Environment)	Average Seek Time (ms)	Average Rotational Latency (ms)
Maxtor DiamondMax Plus 9 (High-end desktop)	9.3	4.2
WD Caviar (High-end desktop)	8.9	4.2
Toshiba MK8025GAS (Laptop)	12.0	7.14
WD Raptor (Enterprise)	5.2	2.99
Cheetah 15K.3 (Enterprise)	3.6	2.0

Solid State Disk (SSD)

- Soggetti a wearing.
- Necessità di ‘trimming’
- Seek Time Irrisorio
  - Valori Tipici (Samsung 840 EVO)
    - 4KB Random Read (QD1): Max. 9,900 IOPS
    - Sequential Read/Write: >500 MB/s

Cosa c’è su un singolo piattello

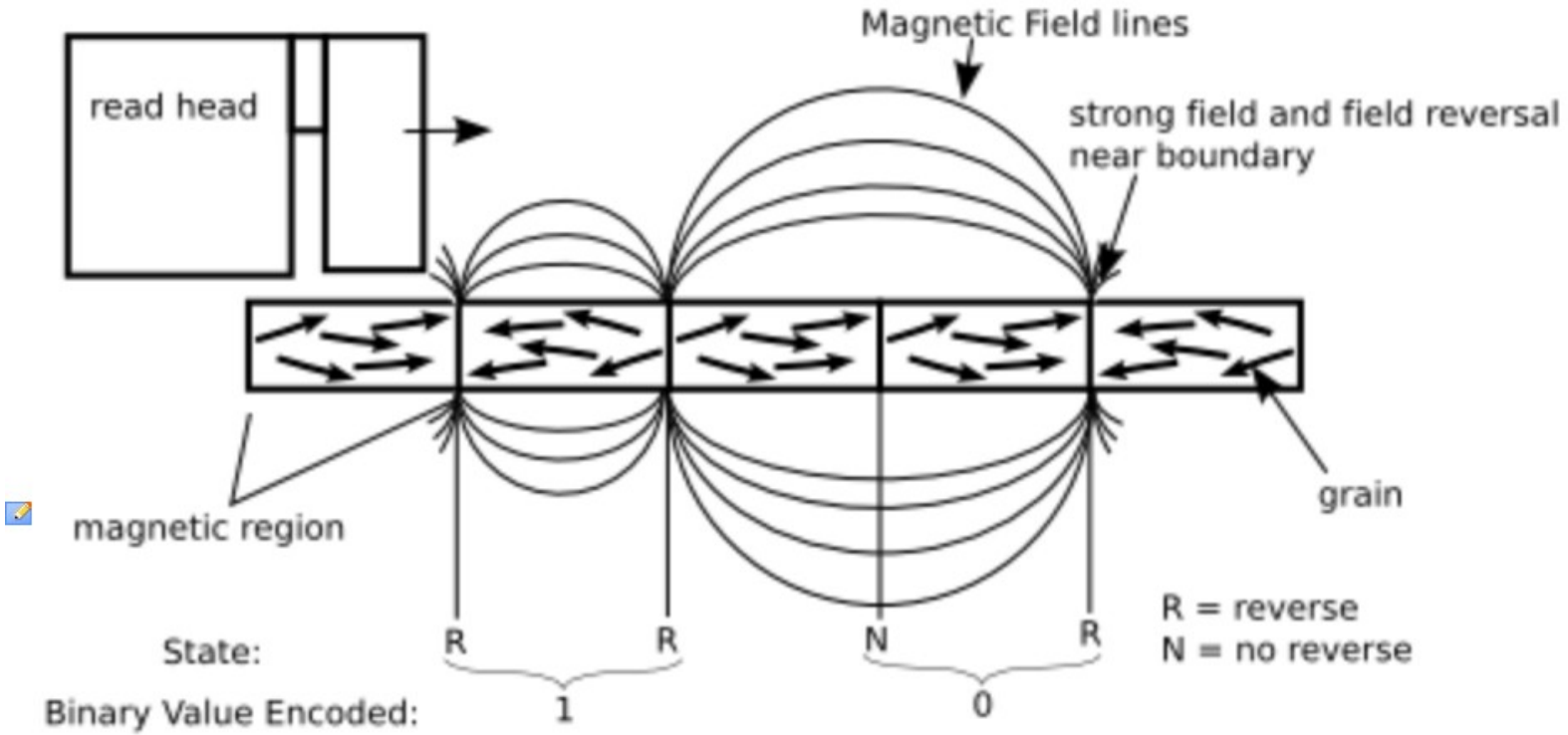
- Ogni traccia è usualmente divisa in settori di 512 byte



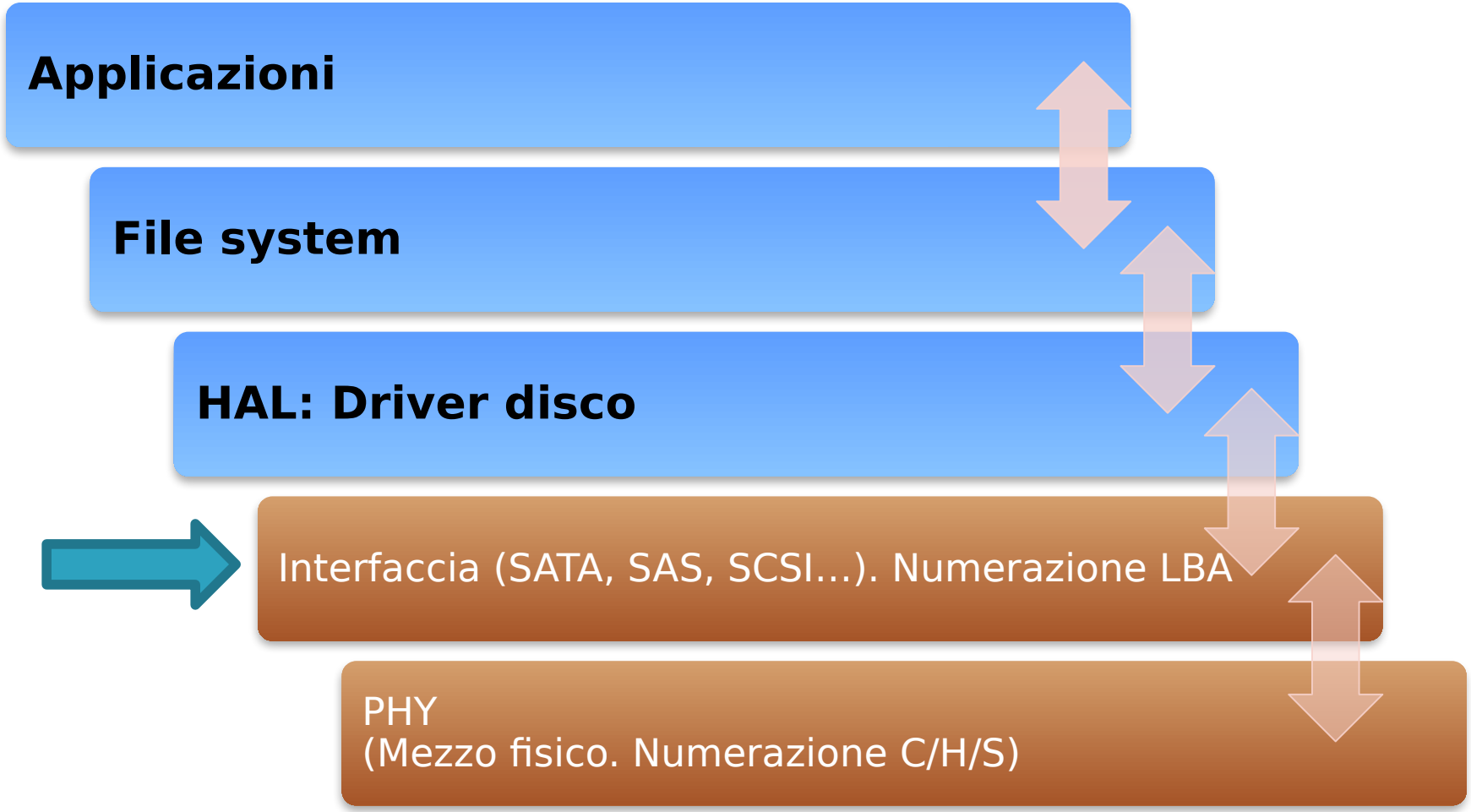
Hard Drive Structure:

A = track
B = sector
C = sector of a track
D = cluster

Memorizzazione magnetica



Dalle applicazioni alle m. di massa



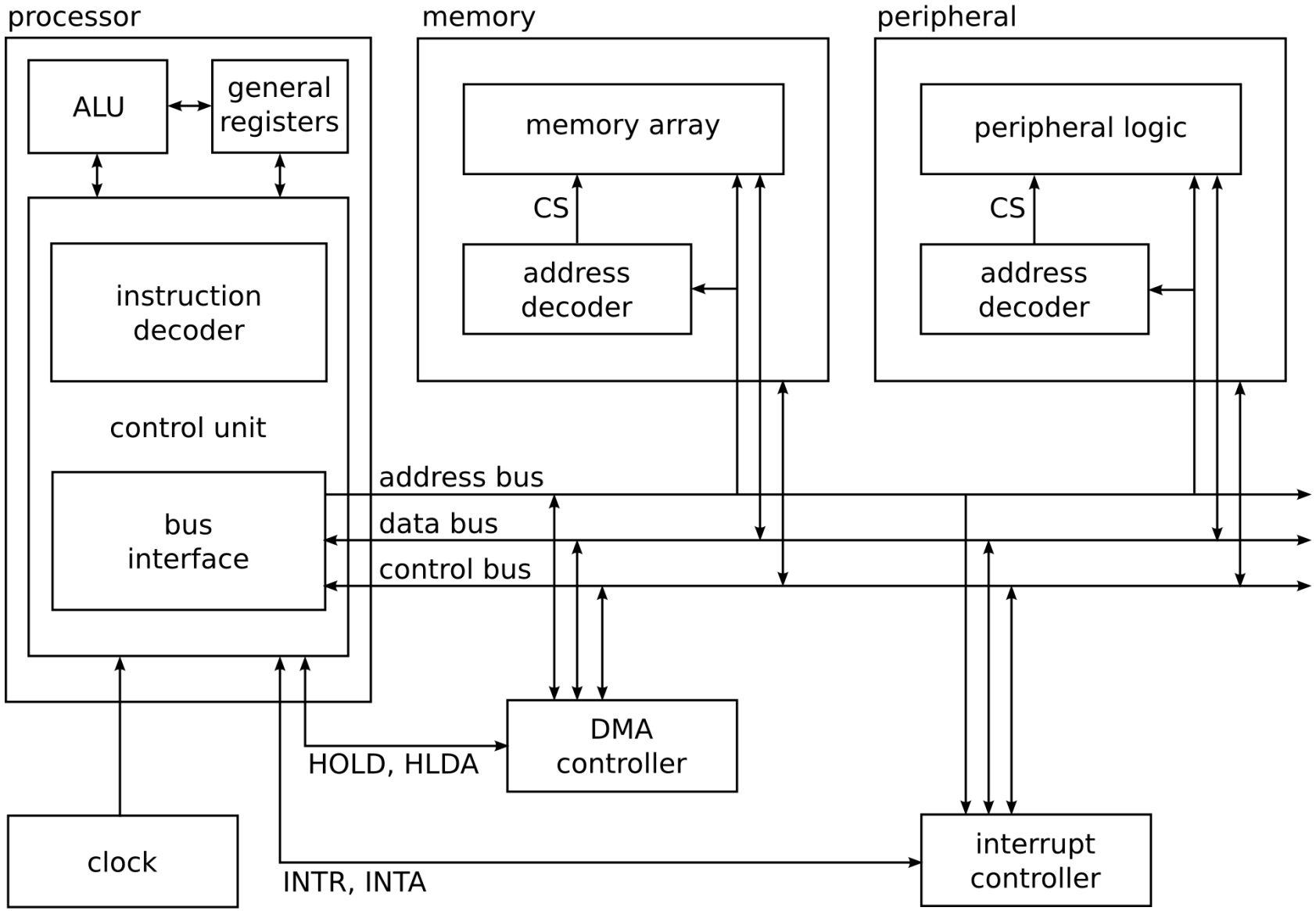
Che comandi posso dare a un HD?

Comandi di basso livello:

- *Comandi di lettura*
  - (es. READ Sector, Num READ C/H/S)
- *Comandi di scrittura*
  - (es. WRITE Sector, Num WRITE C/H/S)
- Si tratta di comandi di basso livello che consentono di leggere/scrivere 1 o più settori per volta
- Su questo livello di astrazione non esiste il concetto di file, directory, etc. etc.
- Piano di numerazione interno dei settori a 3 coordinate:
  - Cilindro (Cylinder), Testina (Head), Settore (Sector)
  - Coordinate CHS

Con che modalità i comandi vengono impartiti?

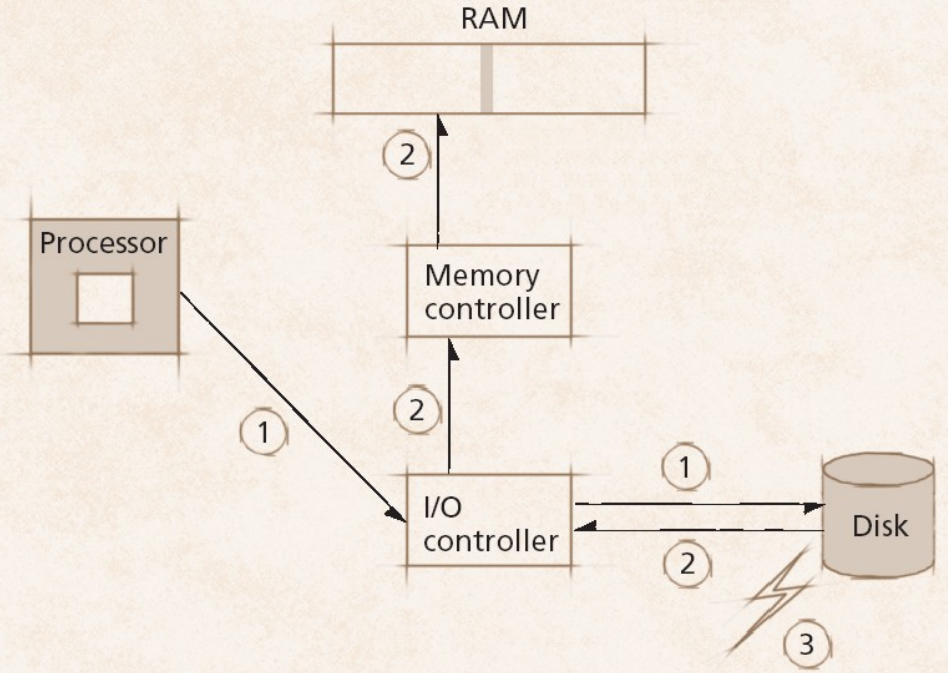
- Tecnica mista DMA/Interrupt
- Traduzione automatica da LBA a CHS
  - LBA: Numerazione logica da 0 a N



Cos’ è il DMA

- DMA consente accesso diretto alla memoria da parte del disco con intervento minimo della CPU
  - I dati sono trasferiti direttamente dal dispositivo alla memoria e viceversa
  - Nel frattempo il processore è libero
  - C’è un chip I/O che gestisce il trasferimento al posto della CPU
    - La CPU viene notificata quando il trasferimento termina
  - Enorme miglioramento della performance per sistemi multitasking con molti accessi al disco

DIRECT MEMORY ACCESS



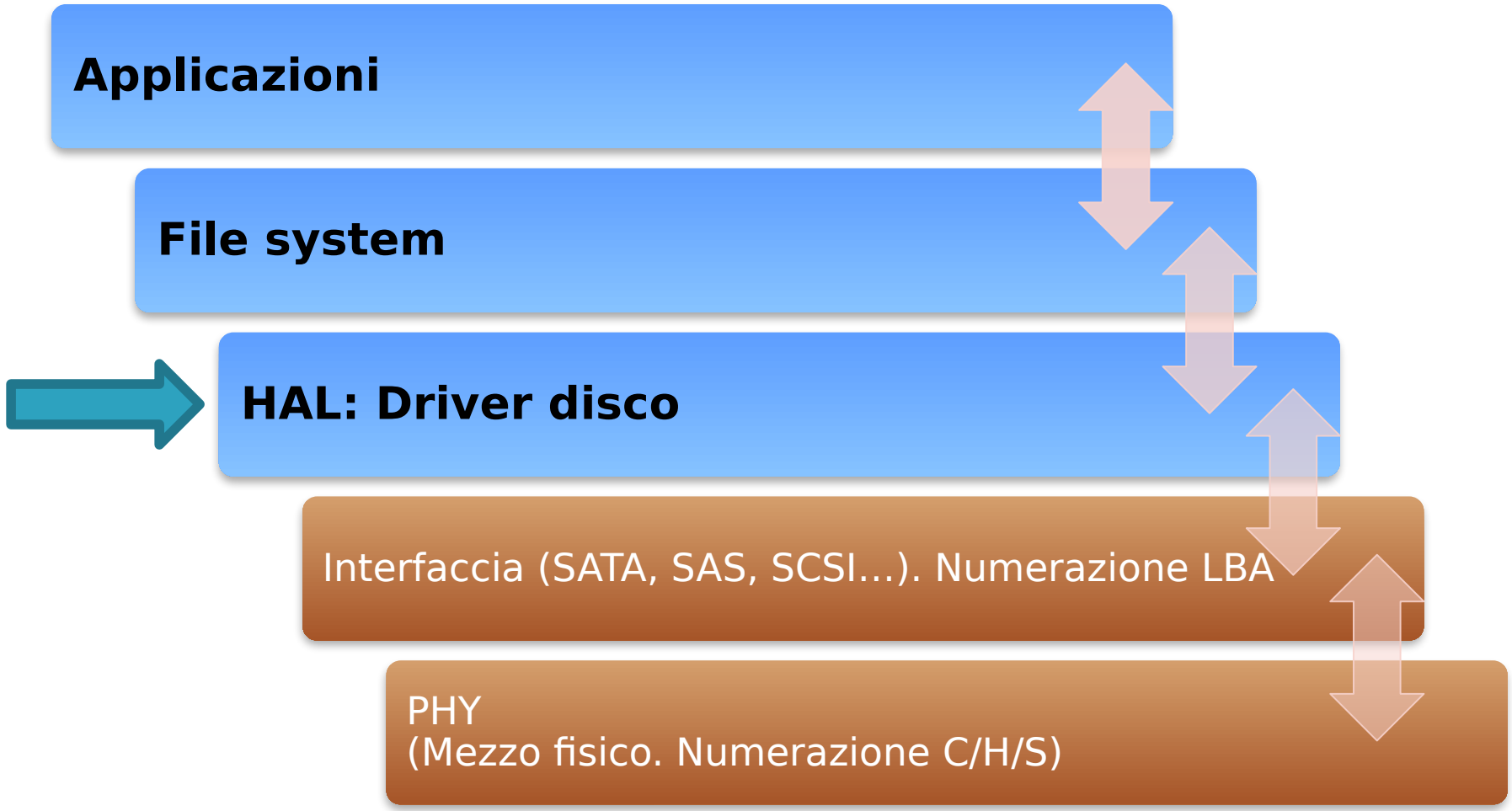
1. A processor sends an I/O request to the I/O controller, which sends the request to the disk. The processor continues executing instructions.
2. The disk sends data to the I/O controller; the data is placed at the memory address specified by the DMA command.
3. The disk sends an interrupt to the processor to indicate that the I/O is done.

Come avvengono le notifiche alla CPU?

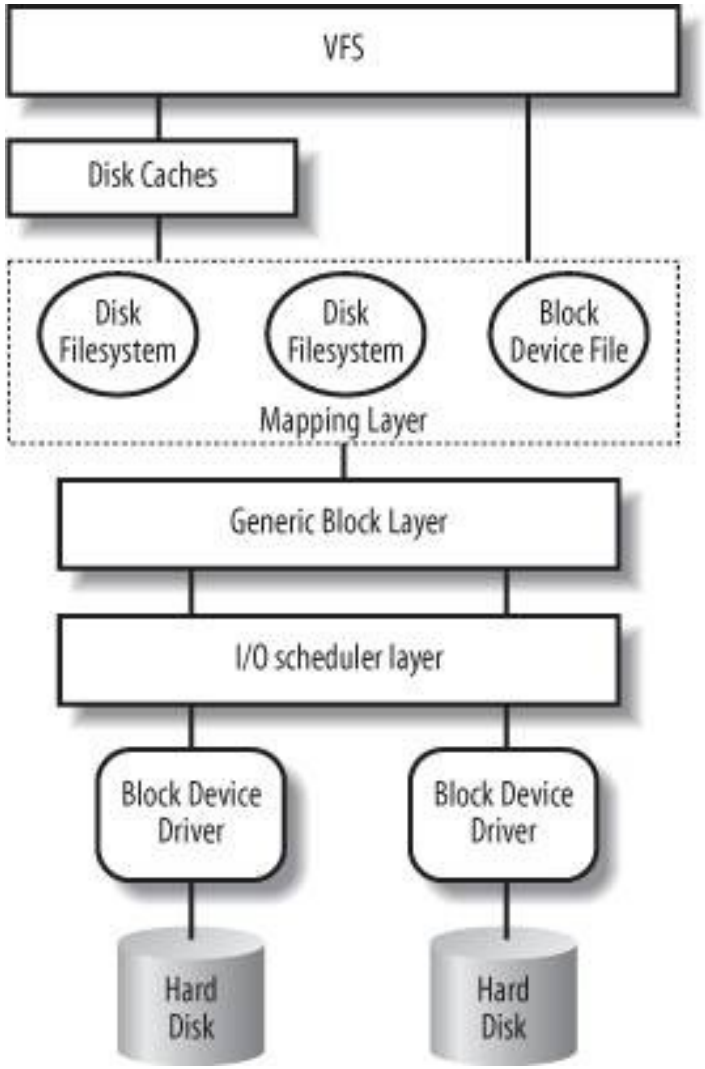
- Gli eventi hardware possono essere catturati e gestiti tramite gli interrupt
  - Ad esempio possono essere generati da dei processi
    - A causa di una divisione per zero
    - A causa di un tentativo di accesso a un area di memoria protetta
  - Ma anche, possono nascere da eventi esterni
    - Ad esempio un interrupt è generato se il mouse viene mosso
    - O se qualcuno preme un tasto sulla tastiera

- La scomoda alternativa è il *polling* continuo
  - Il processore controlla continuamente tutti i dispositivi

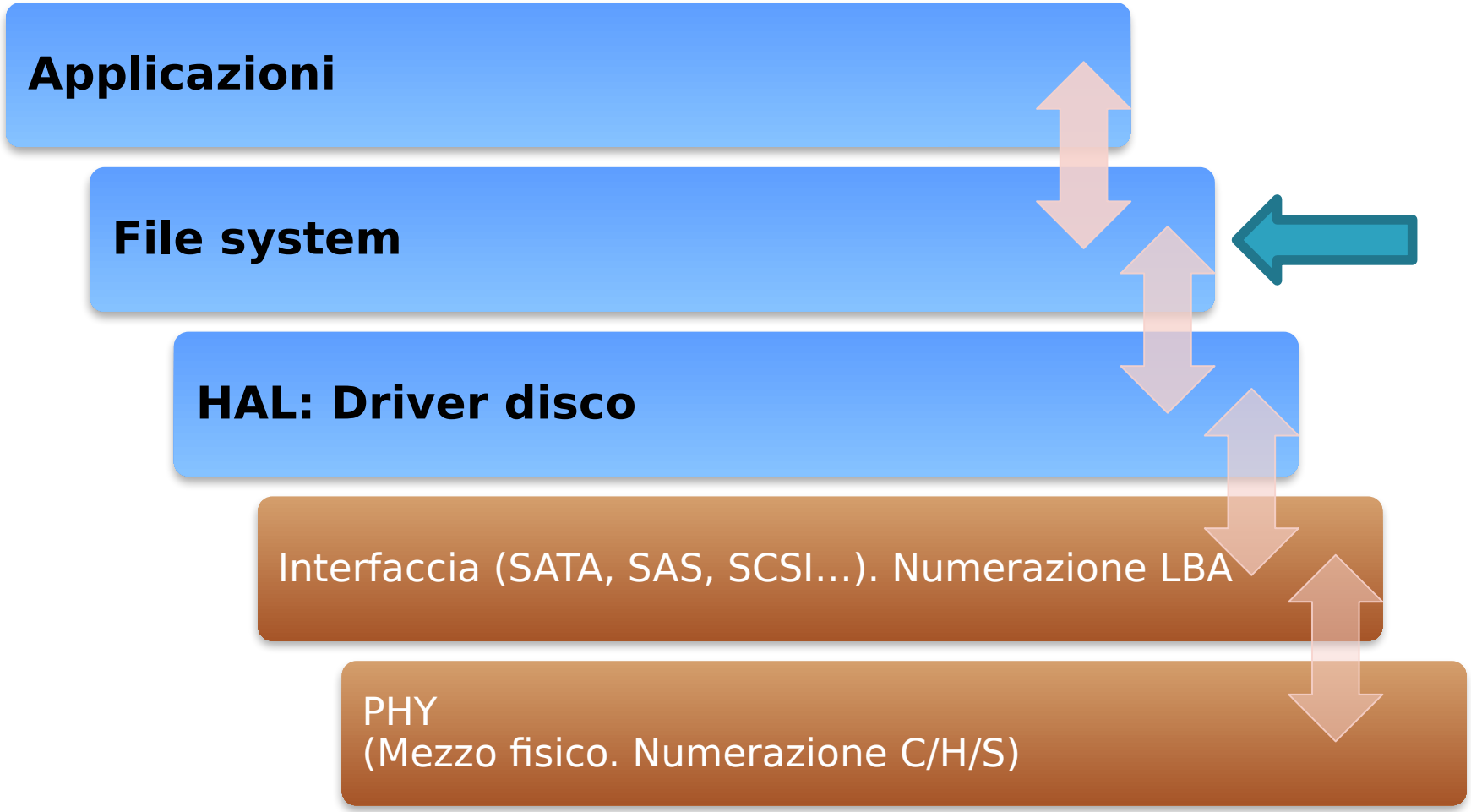
Dalle applicazioni alle m. di massa



Block device driver & scheduler



Dalle applicazioni alle m. di massa



I file system

- Sono composti da codice e speciali strutture dati
  - Le **strutture dati** sono contenute in speciali settori della partizione, riservate a questi scopi. Ad esempio ci può essere una tabella dei cluster liberi.
  - Il **codice** è parte del sistema operativo e si occupa di gestire tali strutture dati, e di fornire ai programmi utente tutte le funzionalità per gestire file e cartelle

- Il file system è responsabile della gestione dei file, della loro integrità, delle modalità di accesso.

Cos’è un file system

- Numerazione lineare dei settori: sistema a 1 coordinata.
- Partizione: un blocco di settori consecutivi nel sistema di numerazione lineare
  - Ogni partizione viene di solito ‘formattata’ con un certo file system a scelta: FAT16, FAT32, NTFS, EXT3, ecc.
- I file system consentono di gestire lo spazio su disco organizzando logicamente i dati
- Files
  - Un gruppo di *cluster* a cui è associato un nome e che contiene dati tra loro correlati (esempio un immagine)
- Directory
  - Un ‘raccoglitore’ che raggruppa più file e possibili sottodirectory in un elenco comune

Gerarchia dei dati

- Al più basso livello di astrazione, ci sono dei semplici bit, memorizzati sulla superficie del disco.
- Questi sono raggruppati in byte, quindi in settori di 512 byte
- Ogni file system raggruppa i settori in cluster (cluster da 8k = 16 settori)
  - Un file da 10 byte occupa ALMENO un cluster!!!
- Ogni file ha un piano di numerazione interno (a partire dal byte 0) e una organizzazione dipendente dal suo formato.
- Non è detto che un file sia FISICAMENTE memorizzato su cluster consecutivi, nonostante il suo piano di numerazione interno lo faccia credere

Operazioni sui contenuti

- Il contenuto di un file può essere manipolato con operazioni come:
  - Open/Close/Locking
  - Read
  - Write
  - Update
  - Insert
  - Delete

```
C++

HANDLE WINAPI CreateFile(
  _In_      LPCTSTR lpFileName,
  _In_      DWORD dwDesiredAccess,
  _In_      DWORD dwShareMode,
  _In_opt_  LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttributes,
  _In_      DWORD dwCreationDisposition,
  _In_      DWORD dwFlagsAndAttributes,
  _In_opt_  HANDLE hTemplateFile
);
```

```
int open(const char *path,
         int oflag, ... );
```

Operazioni sugli attributi di file e cartelle (metadati)

- Open
- Close
- Create
- Destroy
- Copy
- Rename
- List (fstat)

Caratteristiche dei file system

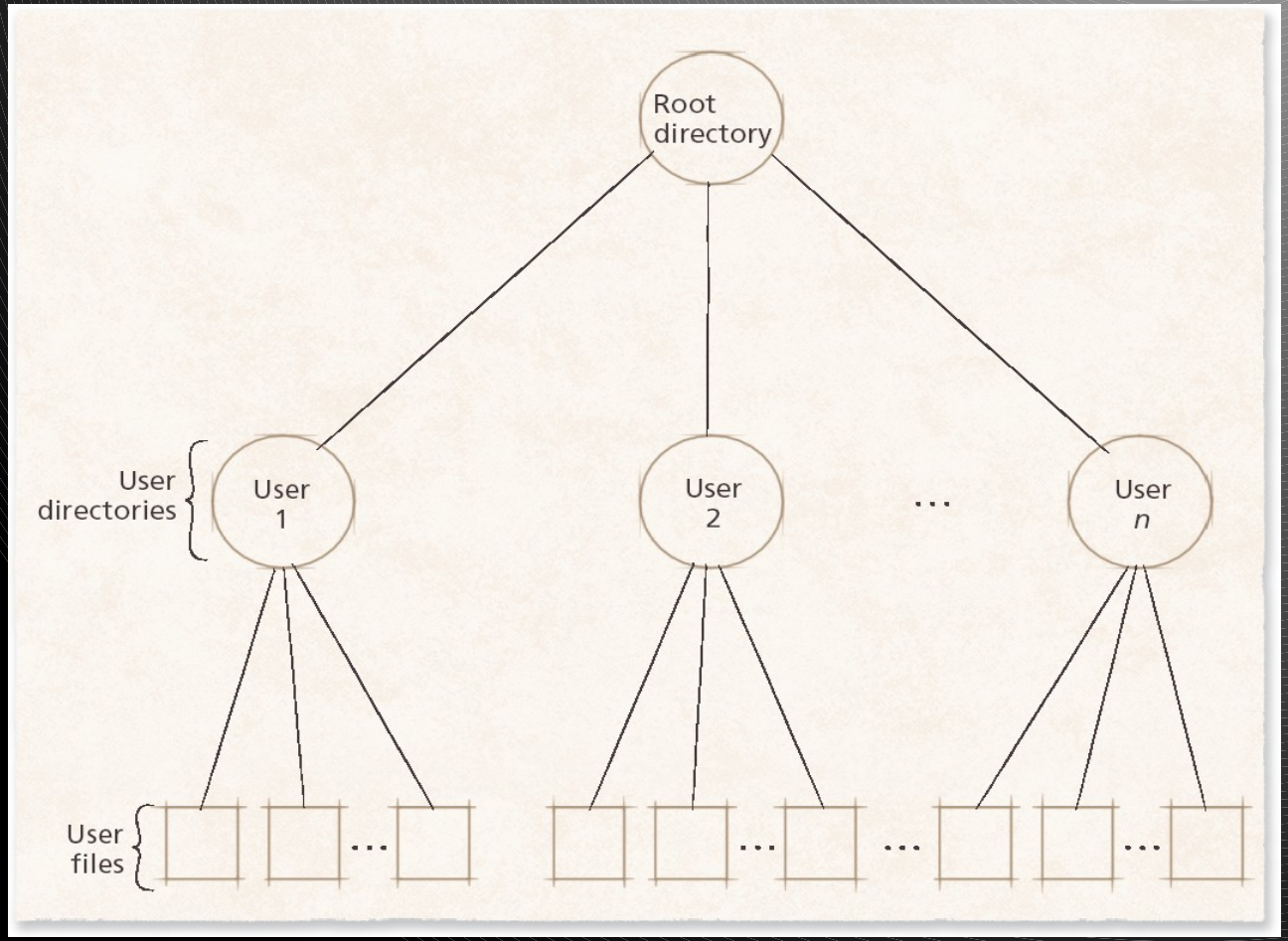
- **Indipendenti dal dispositivo**:
  - Che si tratti di una penna USB, di un dischetto o di un disco fisso, l'interfaccia esposta al programmatore è comune. I dettagli implementativi sono nascosti.
- Dovrebbero fornire **funzionalità di backup e/o recovery** per contrastare le possibili perdite di dati
- Possono fornire funzionalità di **compressione e crittografia**
- Forniscono la possibilità di associare a file e directory attributi quali **diritti di accesso, data/ora di creazione/modifica**, ecc.
- Forniscono meccanismi di **file locking**

Directory e link

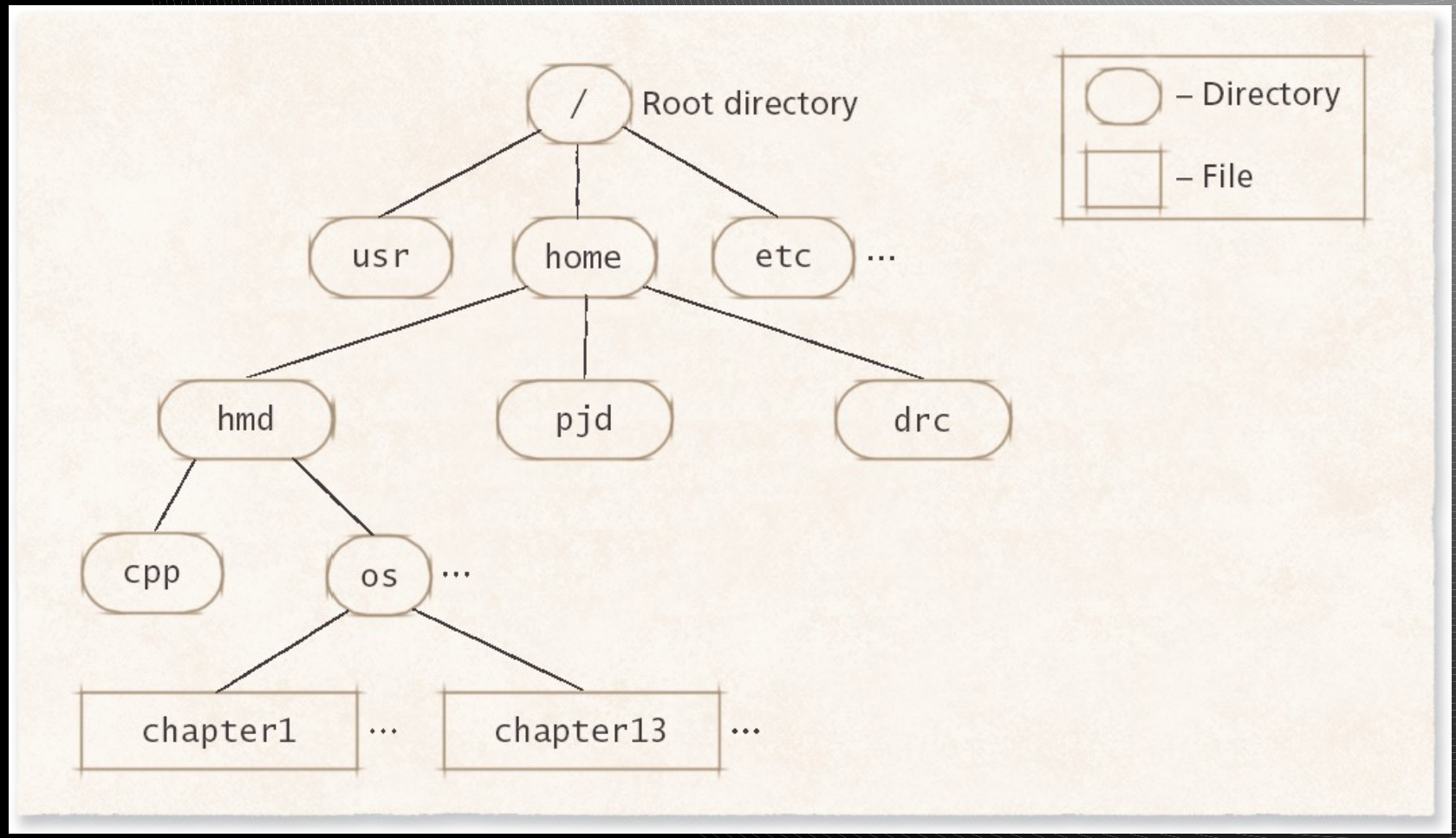
- Directories:
  - Sono ‘file’ speciali che in realtà costituiscono dei raccoglitori che elencano altri file

- Link
  - Un voce che sta in una directory che fa riferimento a un file logicamente raggruppato in un altra

Directory gerarchiche

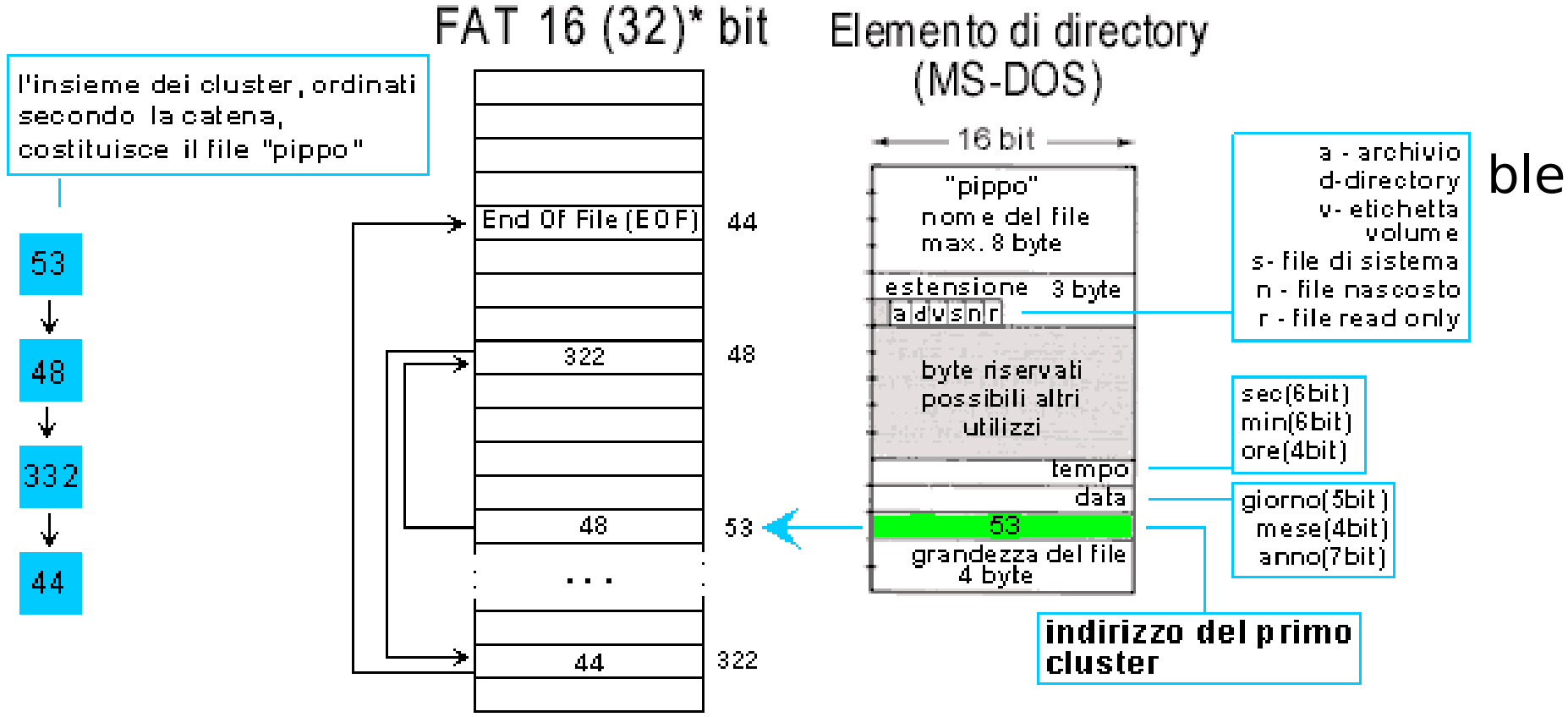


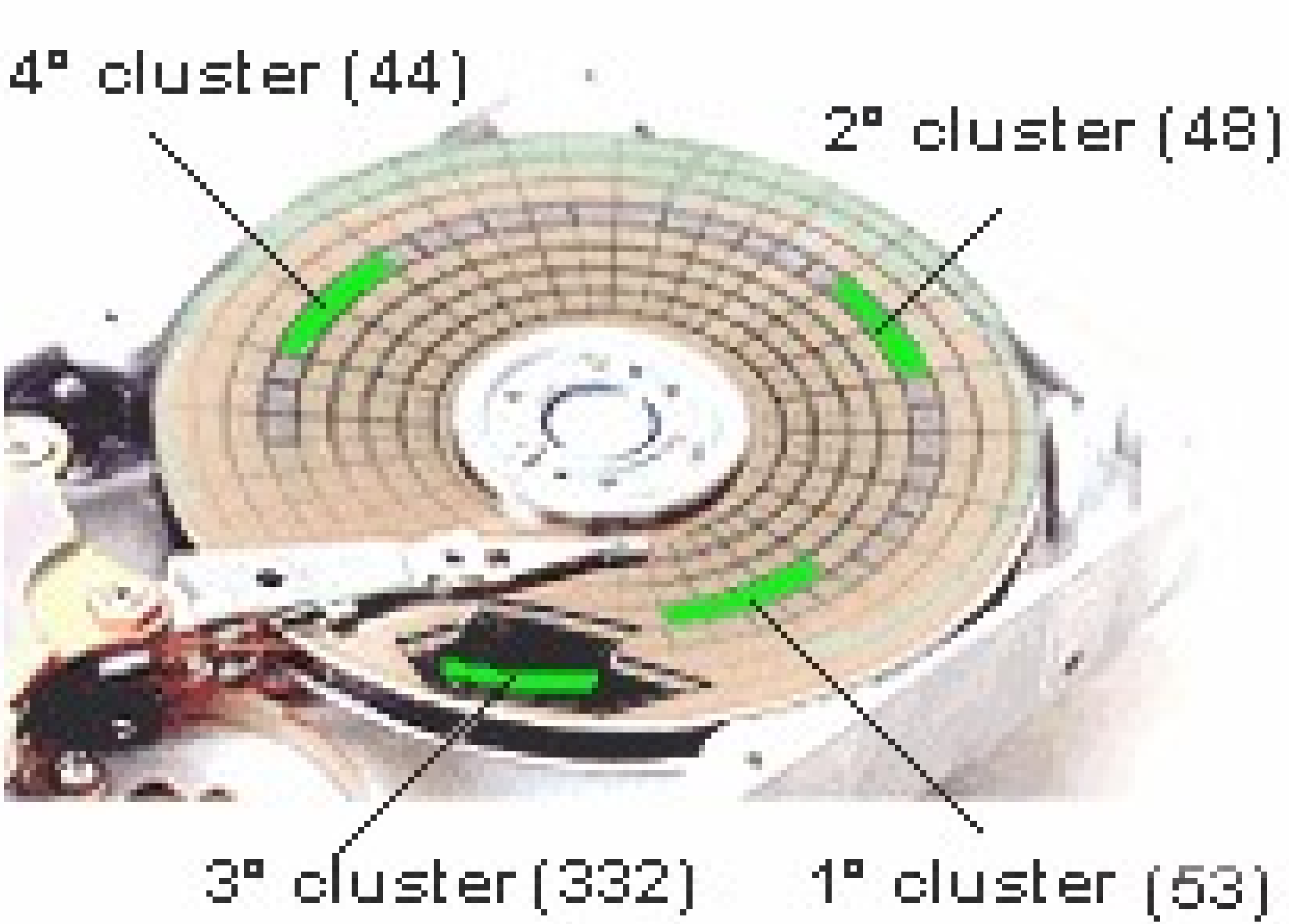
Directories



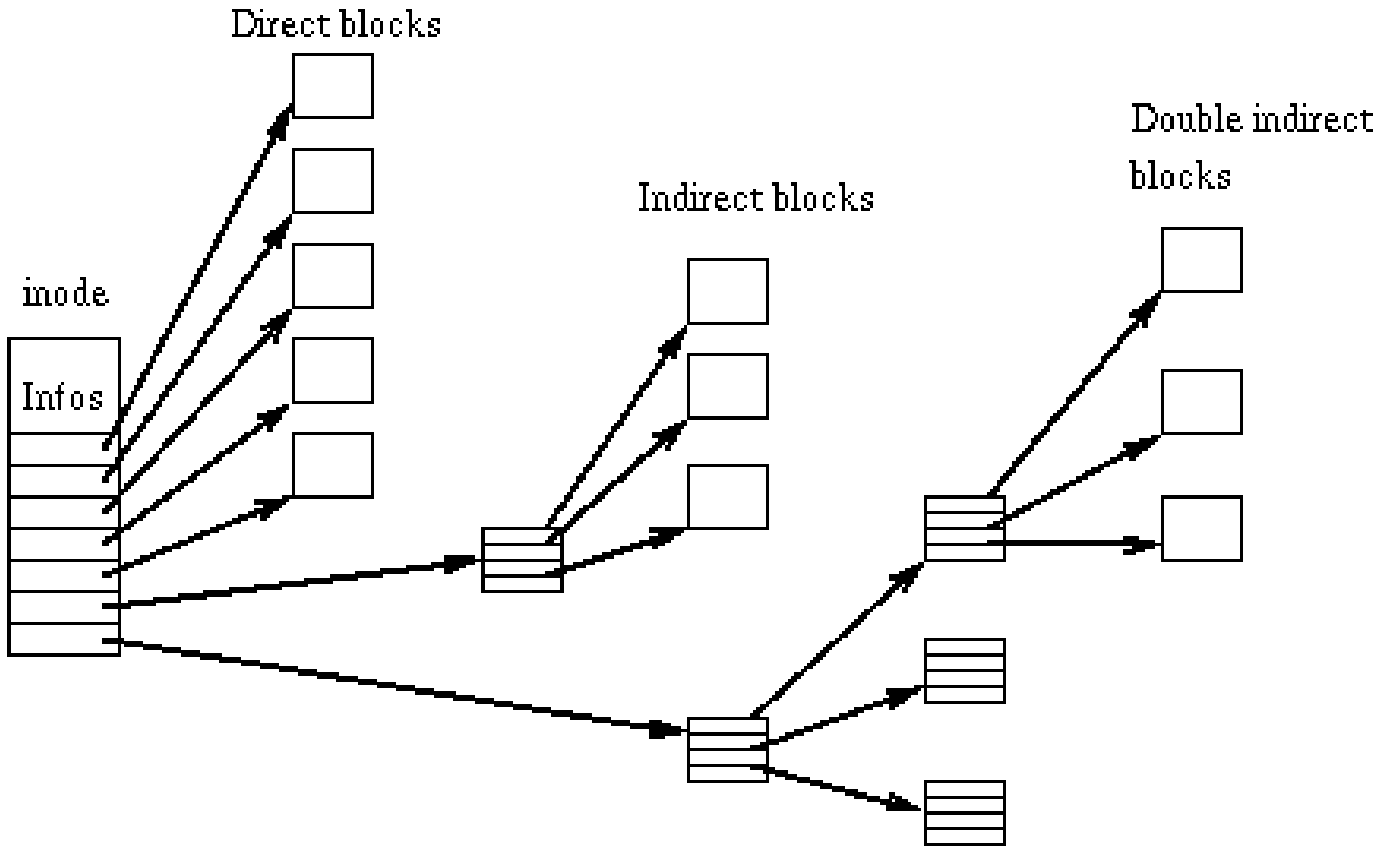
FAT32

- Molt
  - Cos ble





Linux – Unix: Inodes



NTFS & Ext4

- NTFS
  - Molto robusto
  - Remapping automatico dei cluster deboli
  - Compressione
  - Crittografia
  - Diritti di accesso sofisticati
  - Transazionale (sempre consistente)
- Ext4
  - journaled (transazionale)
  - Ottima politica anti-frammentazione

Altri Filesystem: http://goo.gl/i04q

File locking

- Windows
  - Possibilità di aprire un file in modalità SHARED_READ, SHARED_WRITE, SHARED_DELETE
  - Possibilità di mettere lock su porzioni di file

- Linux
  - Assenza di lock esplicito
  - I programmi devono *volontariamente* usare lockf
  - Possibilità di montare file systems con lock obbligatorio

Il concetto di “mounting”

- Operazione di mount:
  - Combina più file system in un unica gerarchia
  - Assegna una cartella, chiamata “mount point” nel file system nativo. Al mount point viene “agganciata” la radice del file system “montato”.
- Le “mount tables” memorizzano le informazioni sui punti di mount:
- La tabella è usata dal SO per capire che formato hanno i dati e che dispositivo deve essere montato per ciascun mount point

Esempi

Figure 13.5 Mounting a file system.