

SPACCATO DI HARD DISK

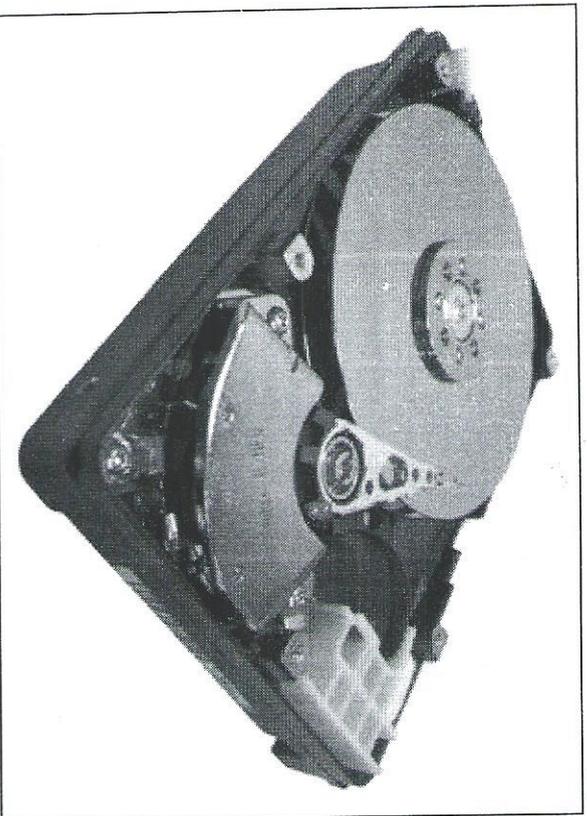


Figura 2: interno di un Hard Disk Driver

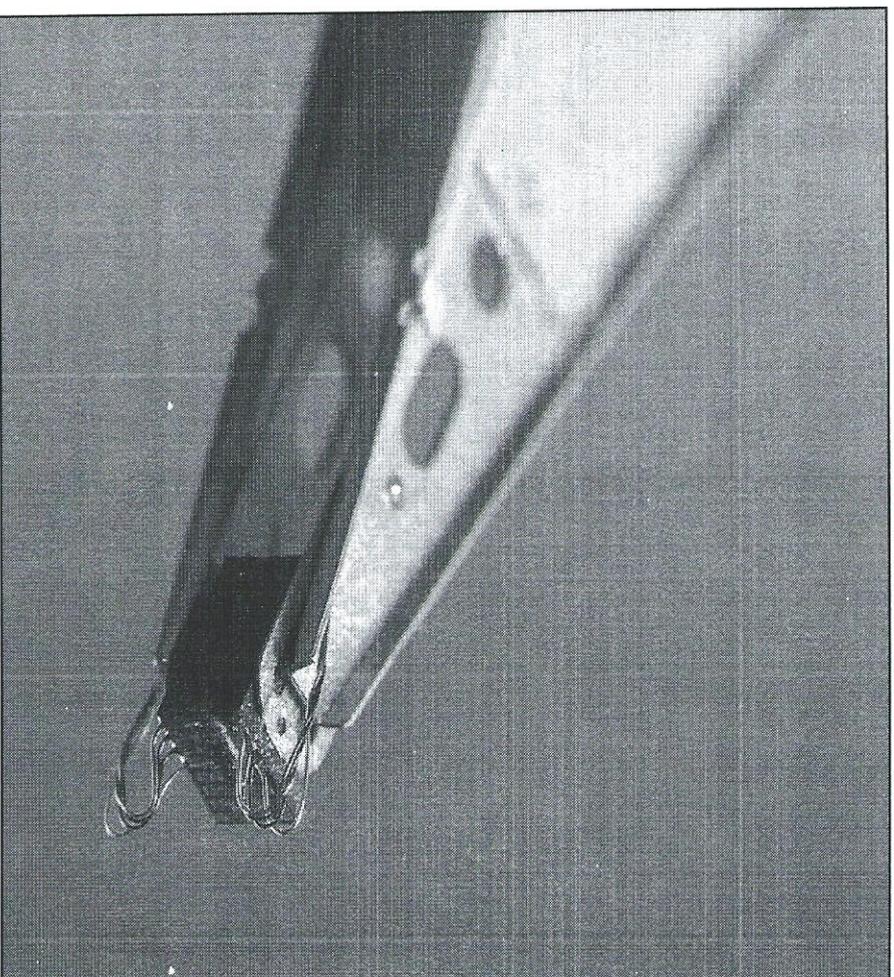


Figura 1: Testine di un HD

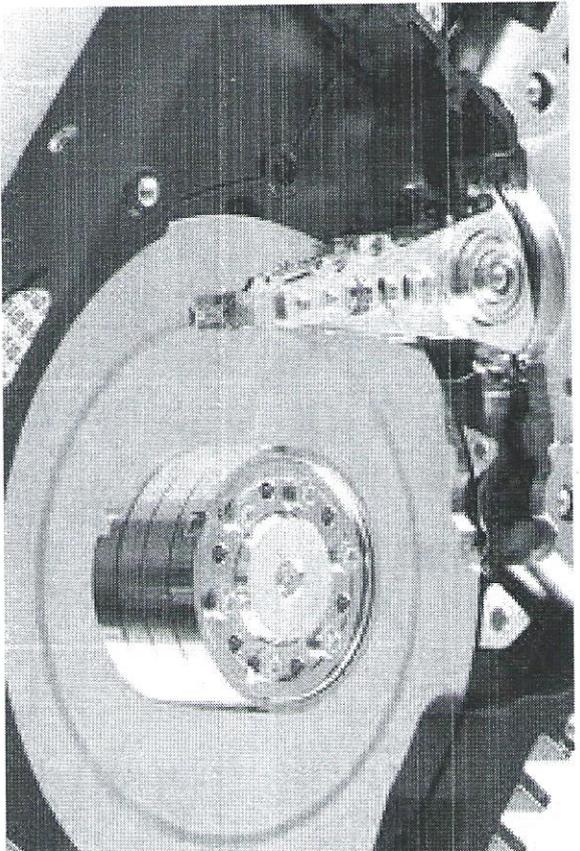


Figura 4: piatti interni

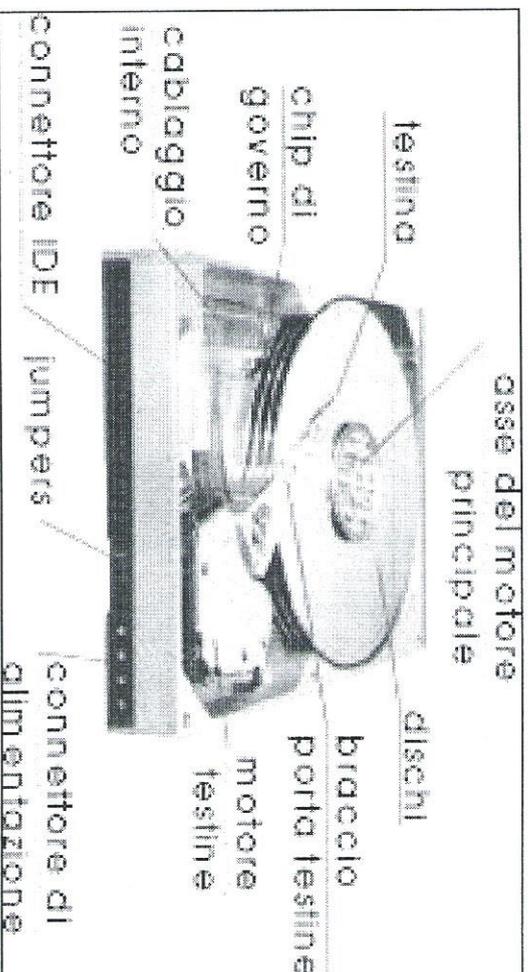
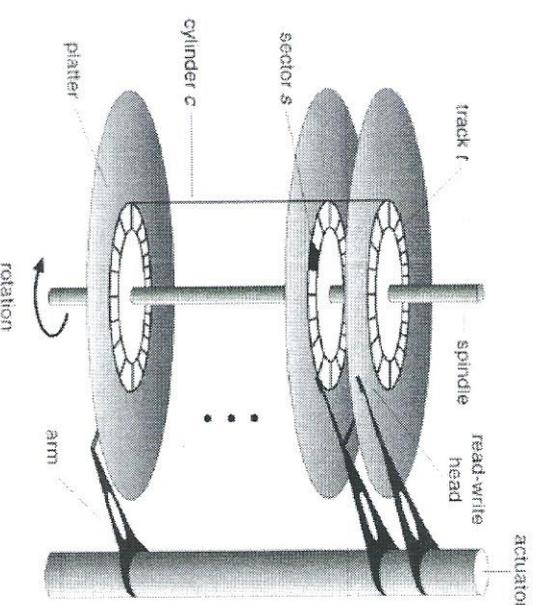


Figura 3: struttura

STRUTTURA LOGICA

- Un HD è composto da una serie di "dischi" o **piatti** (platter) sovrapposti
- ogni platter è suddiviso in una serie di **traccie** (track) circolari concentriche
- ogni traccia è suddivisa in una serie di **settori** (sector)
- L'insieme delle traccie nella stessa posizione sui diversi piatti prende il nome di **cilindro** (cylinder)
- Un braccio mobile supporta una testina di lettura e scrittura per ogni piatto



L'intera struttura è in continua rotazione

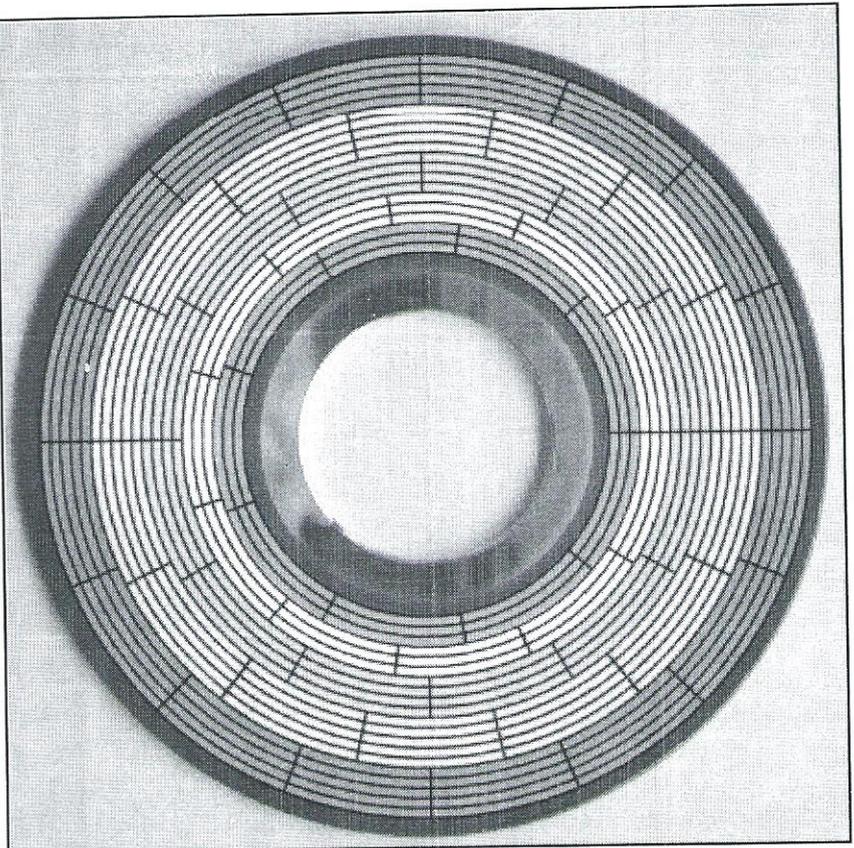


Figura 5: Zoned Bit Recording

Negli hard disk di vecchia generazione ogni traccia presenta lo stesso numero di settori. La densità decresce dal centro alla periferia del piatto. Le tracce sono raggruppate in zone in base alla loro distanza dal centro, e a ogni zona corrisponde un certo numero di settori per traccia. Muovendosi dal centro verso la periferia le zone contengono un maggior numero di settori per traccia. Ciò consente un'utilizzazione migliore dello spazio. La velocità di trasferimento dati è più elevata nelle zone più esterne. In generale, la densità presenta ancora valori più elevati al centro.

Cluster

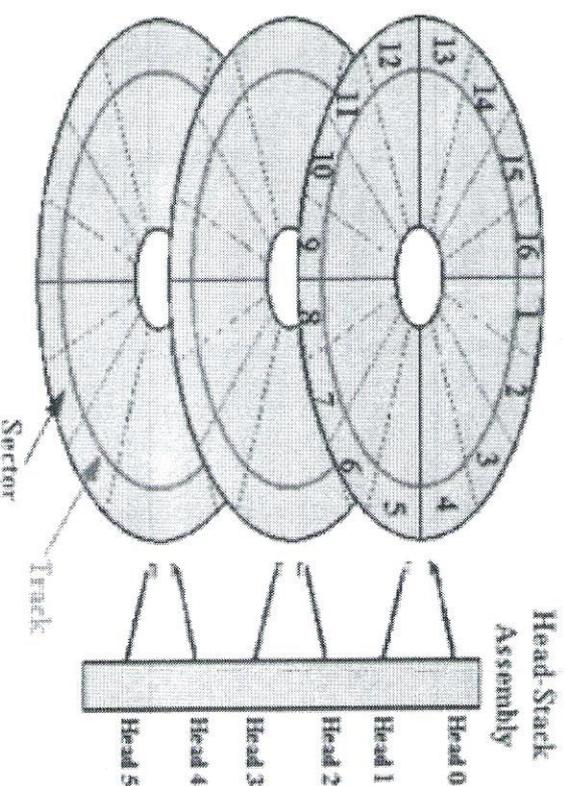
raggruppamento di settori contigui

Questa struttura introduce una geometria del disco che consta in una serie di "coordinate" CHS, esprimibili indicando cilindro, testina, settore. In questo modo è possibile indirizzare ciascun blocco di dati presente sul disco. Ad esempio, se un hard disk si compone di 2 dischi (o equivalentemente 4 piatti), 16384 cilindri (o equivalentemente 16384 tracce per piatto) e 16 settori di 4096 bytes per traccia, allora la capacità del disco sarà di $4 \times 16384 \times 16 \times 4096$ bytes, ovvero 4 Gb.

Il numero di settori e tracce determinano la capacità del disco.

Il cluster è l'unità minima utilizzata dal S.O. per la memorizzazione di un dato: anche se il dato è costituito da 1 solo byte, verrà utilizzato un intero cluster. Nel settore zero del disco il S.O. memorizza un file speciale detto FAT (File allocation table) per il vecchio DOS e VFAT (virtual fat) per i sistemi Windows. Questo file è una grande tabella che mette in corrispondenza un nome di file o directory con una sequenza di cluster, non necessariamente contigui. Se la contiguità è molto bassa si dice che il disco è frammentato; ciò rende la ricerca lenta, quindi occorrerà deframmentarlo

Drive Physical and Logical Organization



TERMINI TECNICI

Piatto

un disco rigido si compone di uno o più dischi paralleli, di cui ogni superficie, detta "piatto" e identificata da un numero univoco, è destinata alla memorizzazione dei dati.

Traccia

ogni piatto si compone di numerosi anelli concentrici numerati, detti tracce, ciascuna identificata da un numero univoco.

Cilindro

l'insieme di tracce alla stessa distanza dal centro presenti su tutti i dischi è detto cilindro. Corrisponde a tutte le tracce aventi il medesimo numero, ma diverso piatto.

Settore

ogni piatto è suddiviso in settori circolari, ovvero in "spicchi" radiali uguali ciascuno identificato da un numero univoco.

Blocco

L'insieme di settori posti nella stessa posizione in tutti i piatti.

Testina

Su ogni piatto è presente una testina per accedere in scrittura o in lettura ai dati memorizzati sul piatto; la posizione di tale testina è solidale con tutte le altre sugli altri piatti. In altre parole, se una testina è posizionata sopra una traccia, tutte le testine saranno posizionate nel cilindro a cui la traccia appartiene.

attraverso software opportuni. Questa operazione deve essere svolta periodicamente e può protrarsi anche per diverse ore.

Hard Disk Structure

Physically, the hard disk consists of several metallic platters that are permanently sealed into a disk drive container. The disk drive includes an access arm assembly "rack" with read / write heads for each disk surface, as well as a motor which can rotate the disks at speeds of up to 10,000 rpm. Binary data on a hard disk is recorded magnetically on invisible, closed concentric circles called "tracks". To access a particular part of the disk, the read / write heads must first be positioned over the correct track (a seek operation), then they must wait until the required data rotates directly under the read / write heads (a *search* operation).

Sectors and Clusters

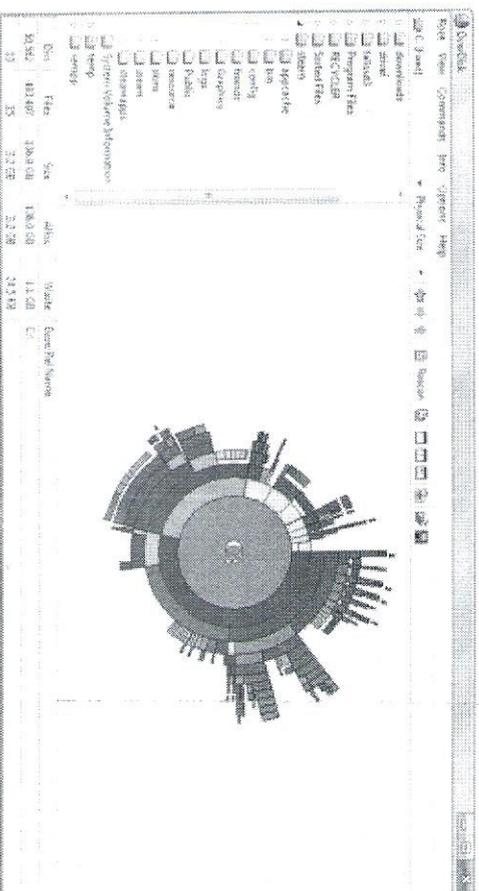
Each track on the disk is further divided into smaller, more manageable units called "sectors". A sector is the smallest addressable unit on a disk, and is exactly 512 bytes in size. However, because a sector is relative small, there are too many sectors on a hard disk for the operating system to keep track of. (A 500 GB hard disk has over 1 billion sectors!). To solve this problem, the operating system will logically group the sectors in multiples of 2 (eg, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 or 128). These groupings are known as "clusters", and the number of sectors in each cluster is known as the "cluster size" of the disk. Therefore, if a hard disk has a cluster size of 128, each cluster will be $128 \times 512 = 65,536$ bytes. (A 500 GB hard disk with a cluster size of 128 will then have just over 8 million clusters).

Cluster Size and Performance

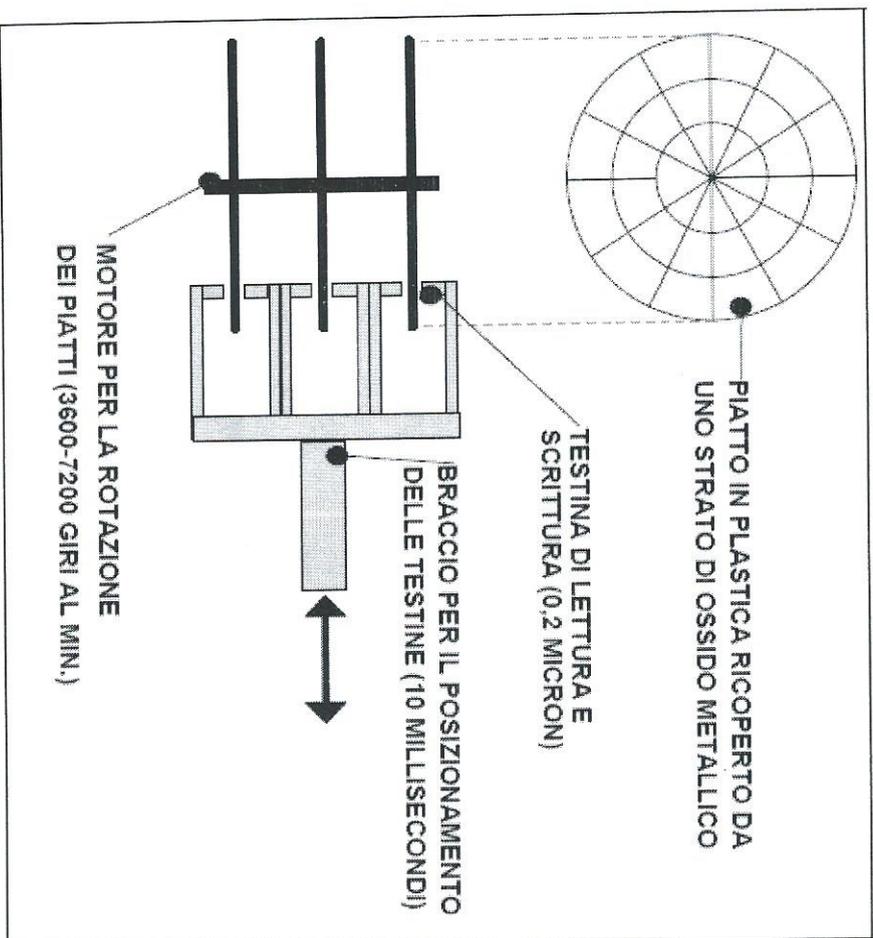
When a user wants to save a file, the operating system will allocate disk space in clusters. In other words, when a user wants to save a file, the operating system will use the smallest number of clusters that will hold the file. Therefore, if the cluster size is 2, a 1 MB file would use 1024 clusters; if the cluster size was 64, the same 1 MB file would only use 32 clusters.

The performance of a hard disk is directly related to the cluster size. In general, smaller cluster sizes result in a more efficient use of a hard disk's space, but can also lead to "fragmentation" in large files if the clusters are not stored contiguously (side-by-side) on the hard disk. Larger clusters allow files to grow significantly before another cluster is needed, but will result in large amounts of wasted disk space if files are small.

The chart displays the root level, the folders on that level and most of the subfolders with the size on the chart reflecting the percentage of disk usage on the selected hard drive. Additional information are displayed when hovering the mouse over one of the elements of the chart including the name of the folder.



HARD DISK: LA STRUTTURA FISICA



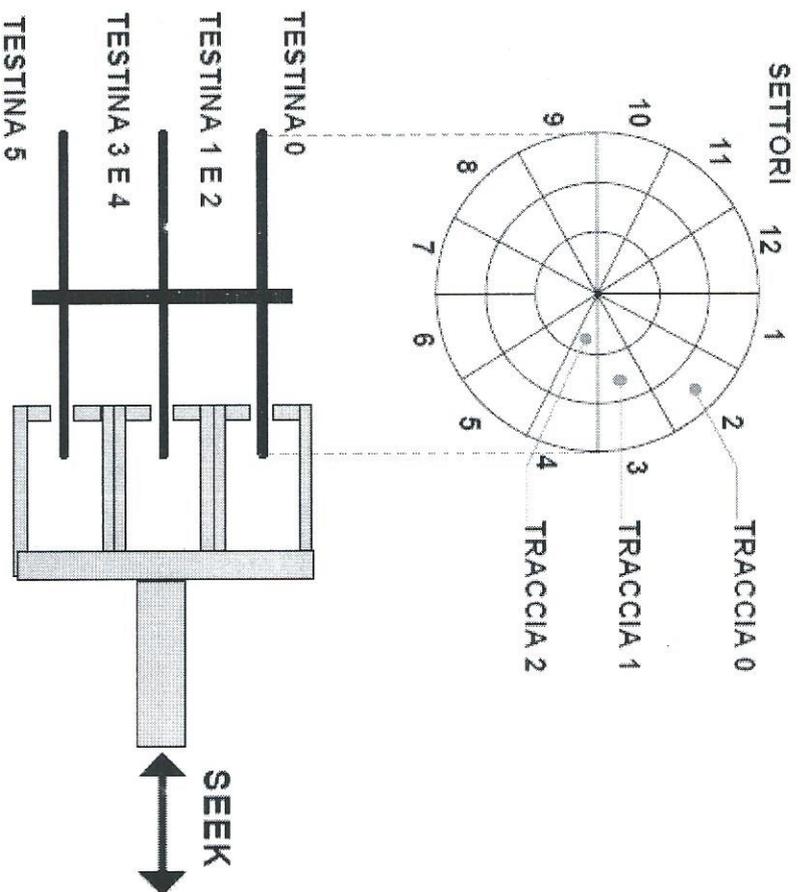
HARD DISK

LA STRUTTURA FISICA

La figura a fianco mostra schematicamente i principali componenti interni di un hard disk.

- ◆ Innanzitutto individuiamo uno o più piatti (per fornire una maggiore capacità) "rigidi", ricoperti di materiale magnetico: il nome "disco rigido" dato a questo tipo di dispositivo deriva proprio da questa caratteristica dei piatti. Tutti i piatti sono fissati su un perno centrale collegato ad un motore. Quando il dispositivo è acceso il motore fa girare i piatti ad una velocità costante, generalmente compresa tra 3600 e 7200 rpm (rotazioni per minuto).
- ◆ Il secondo elemento da evidenziare sono le testine di lettura/scrittura, una per ogni lato del piatto, tutte solidali con un braccio portatestine che ne permette lo spostamento in senso radiale rispetto al piatto. Questo braccio, a seguito di una richiesta di lettura/scrittura, esegue dei piccoli spostamenti, con tempi medi pari a circa 10 ms (millesimi di secondo), in modo da portare le testine sulla parte del disco voluta.
- ◆ Le testine hanno il compito di codificare (e decodificare) i dati binari sul disco, utilizzando il principio della polarizzazione magnetica. Esse devono posizionarsi quanto più possibile in vicinanza della superficie del disco (questo per ottenere una maggiore capacità di memorizzazione) senza però mai toccare la superficie. Praticamente le testine, sfruttando i principi dell'aerodinamica, "viaggiano" su un cuscinetto d'aria ad una distanza dalla superficie molto inferiore al diametro di un capello. Questo spiega il motivo per cui queste unità sono sigillate: anche una piccola particella di polvere, che penetrasse tra la testina e la superficie del disco, potrebbe rappresentare un ostacolo distruttivo e rendere inutilizzabile tutta l'unità. Bisogna anche fare molta attenzione agli spostamenti bruschi quando l'unità è in funzione. Quando il disco è spento, per evitare danni ai piatti, le testine vengono automaticamente "parcheeggiate" in una zona non utilizzata per i dati.
- ◆ Infine il terzo componente da esaminare è il "controller", quella speciale circuiteria dedicata al controllo delle operazioni del disco ed in grado di gestire la trasmissione dei dati verso la CPU.

HARD DISK: LA STRUTTURA LOGICA



CILINDRO: L'INSIEME DELLE TRACCE

LETTE CONTEMPORANEAMENTE

DA TUTTE LE TESTINE

HARD DISK: LA STRUTTURA LOGICA

Passiamo ora a descrivere il modo in cui sono organizzati i dati sull'hard disk. Lo scopo è quello di realizzare uno schema di indirizzamento che permetta di individuare una precisa porzione della superficie del disco su cui poi andare a leggere/scrivere. A tale fine la superficie del piatto viene divisa in:

❖ **TRACCE**, ovvero in cerchi concentrici di diametro crescente, a partire dal perno centrale del disco stesso. Il gruppo di tracce coincidenti, situate su più piatti e sulla faccia opposta dello stesso piatto, viene chiamata "cilindro"; in altre parole tutte le tracce che sono posizionate alla medesima distanza dal perno centrale del disco fanno parte dello stesso cilindro. Le tracce vengono numerate progressivamente a partire dalla traccia più esterna che è la traccia n. 0.

❖ **SETTORI**, la superficie del disco è suddivisa come gli spicchi di una torta. Anche in questo caso esiste un settore di partenza che viene definito come settore n. 0.

L'intersezione tra un settore e una traccia viene chiamata

"blocco" o "record fisico"⁷

Il record fisico o blocco è la minima porzione del disco direttamente indirizzabile (di norma, su un personal computer, un settore ha una dimensione pari 512 byte) ed è la minima unità di informazione che può essere letta o scritta⁸.

Un'ultima informazione necessaria per individuare correttamente la porzione del disco su cui leggere/scrivere è proprio la testina utilizzata (e quindi del piatto su cui si sta operando). Per tale scopo anche le testine sono numerate, partendo da 0 per la superficie esterna del piatto superiore.

Riassumendo possiamo dire che:

- il "blocco" o record fisico è l'unità minima di informazione che può essere indirizzata e quindi letta o scritta sul disco
- la posizione fisica di un blocco sul disco è individuata da tre parametri: n. traccia, n. settore e n. testina.

⁷ Ma spesso viene chiamato anche "settore", creando un po' di confusione con il settore appena visto

⁸ Attenzione: molto spesso, nei moderni PC, a causa di limitazioni proprie del sistema operativo, la minima unità d'informazione letta o scritta è il CLUSTER, ovvero un certo numero di record fisici.

HARD DISK: PRESTAZIONI

Tutti i blocchi hanno la stessa dimensione ed è ovvio che tanti più settori e tracce sono presenti su una unità, tanto maggiore sarà la sua capacità di memorizzazione.

Un inconveniente di questo schema è che, mentre il numero di blocchi registrato su ogni traccia è costante, la dimensione fisica della traccia diminuisce man mano che si passa dalle tracce esterne a quelle interne. Questo comporta due fatti:

- l'area centrale del disco non può essere utilizzata in quanto la lunghezza delle tracce, pur scrivendo con elevata densità, non permetterebbe di avere lo stesso numero di settori presenti sulle tracce esterne.
- sulle tracce esterne i dati sono memorizzati con minore densità rispetto alle tracce interne e quindi in maniera non ottimizzata: questo significa uno spreco dello spazio⁹.

Mentre nella memoria principale è possibile indirizzare e leggere un singolo byte di informazione, nelle memorie di massa si leggono e scrivono dei blocchi di informazione, la cui dimensione dipende dal tipo di memoria di massa utilizzato, da scelte progettuali e dalla necessità di rispettare eventuali standard presenti.

Il fatto che nelle memorie di massa si legga un blocco, e non un singolo byte, dipende da un insieme di considerazioni di tipo tecnologico e architetturale:

- il tempo per posizionare la testina di lettura sul dato, dipendendo da servomeccanismi di tipo elettromeccanico, è molto più alto del tempo di lettura del dato stesso: un volta effettuato il posizionamento risulta molto più efficiente leggere i dati in blocchi più grandi;
- le memorie di massa hanno una elevata capacità: per leggere/scrivere il singolo byte sarebbe necessario predisporre una lunghezza degli indirizzi troppo elevata (lo "spazio di indirizzamento" dovrebbe arrivare ai terabyte);
- l'uso che normalmente si fa della memoria di massa è quello di leggere/scrivere grosse quantità di dati e quindi è più efficiente leggere grossi blocchi di dati alla volta piuttosto che effettuare tante operazioni di lettura/scrivitura di un singolo byte.

La suddivisione del disco in tracce e settori viene realizzata con una particolare funzione chiamata "formattazione", eseguita in fase di inizializzazione del disco. Il numero di tracce, il numero dei settori e le informazioni di controllo registrate dipendono dal particolare dispositivo di memorizzazione utilizzato e dal tipo di sistema operativo.

⁹ Per ovviare a questi problemi alcune unità utilizzano una particolare mappatura che permette di inserire più settori nelle tracce esterne rispetto a quelle interne.

Le prestazioni di un hard disk dipendono principalmente dalle sue caratteristiche costruttive. Tre, in particolare, sono gli elementi che giocano un ruolo determinante nella definizione delle prestazioni:

- ❖ **Tempo di accesso (o seek time):** è il tempo necessario per posizionare la testina sulla traccia su cui effettuare un'operazione lettura/scrivitura di dati. Più questo tempo è basso e più rapidamente la testina si posizionerà sulla traccia contenente il blocco cercato. Per la sua misurazione viene convenzionalmente utilizzato il "tempo di accesso medio" che, per le attuali unità, è dell'ordine dei 10 ms (millisecondi). Un ridotto tempo di accesso è importante per applicazioni che effettuano numerosi accessi sul disco.
- ❖ **Velocità di rotazione/latenza:** dopo aver posizionato la testina sulla traccia è necessario localizzare il settore appropriato. La "latenza" è il tempo necessario perché il settore, a seguito della rotazione del disco, passi sotto la testina di lettura/scrivitura. Tanto più elevata è la velocità di rotazione dei piatti tanto più bassa sarà la latenza. Ormai i dischi normali operano a velocità di rotazione pari a 7200 rpm (rotazioni per minuto) mentre fino a pochi anni fa la velocità era di 3600 rpm. Nei modelli SCSI si arriva 10.000 rpm ed oltre.
- ❖ **Velocità di trasferimento:** dopo aver localizzato il blocco occorre leggere i dati e trasferirli verso la memoria centrale (stesso discorso per la scrittura). La velocità di trasferimento misura il numero di byte letti e trasferiti in un secondo, tra il disco e la memoria centrale. Nelle attuali unità la velocità di trasferimento è dell'ordine di 20 MB/sec. Questo fattore è particolarmente importante per quelle applicazioni che leggono/scrivono grossi volumi di dati.

UN APPROFONDIMENTO TECNICO

Benché le prestazioni di un hard disk dipendano principalmente dalle tre caratteristiche appena viste, purtroppo alcune tecniche software, normalmente utilizzate, permettono di incrementare le sue prestazioni globali.

- ❖ **Cache in lettura:** questo è la tecnica più usata per migliorare le prestazioni dei dischi rigidi. Infatti, indipendentemente dalla loro velocità, gli hard disk sono dei dispositivi elettromeccanici e di conseguenza enormemente più lenti rispetto alle memorie RAM (circa 106 volte). Per compensare in parte questa enorme differenza si utilizza una particolare tecnica che consiste nel riservare una porzione della normale RAM (chiamata appunto "cache del disco") per memorizzare temporaneamente i dati letti dal disco: specifici programmi di gestione della cache consentono di evitare l'accesso al disco tutte le volte che i dati siano già presenti nella cache.

Dove si richiedano particolari prestazioni, la cache ed il programma di gestione sono inglobati sulla scheda del controller del disco stesso.

L'uso della cache nelle normali applicazioni può fornire incrementi reali da 2 a 10 volte della velocità di accesso ai dati.

Interesting and unusual is the cluster information dialog that displays various cluster sizes and their implication on the used and wasted space on the hard drive.

C...	Cluster	Used space	Wasted space	Difference
	512	147,133,350,400	131,588,389	-1,092,931,072
	1K	147,273,385,984	271,623,973	-952,895,488
	2K	147,570,194,432	568,432,421	-856,087,040
>>	4K	148,226,281,472	1,224,519,461	+0
	8K	149,654,986,752	2,653,224,741	+1,428,705,280
	16K	152,733,433,856	5,731,671,845	+4,507,152,384
	32K	159,341,838,336	12,340,076,325	+11,115,556,864
	64K	173,636,665,920	26,633,903,909	+25,409,384,448

Partitions

A hard disk may be "split" into several smaller logical disks, called "partitions". Each partition on a hard disk is treated like a separate disk. This allows a single hard disk to store different operating systems, which can be selected when the computer is booted. For example, a hard disk could be divided up into partitions as shown on the right. Partitions can be set with special utility programs (eg, FDISK, Partition Magic, etc.). The user can specify the size of the partition (either in bytes, or as a percentage of the total disk space). The program then automatically chooses a cluster size for the partition so that the maximum amount of disk space is utilized. (http://www.cci-compeng.com/Unit_5_PC_Architecture/5707_HDD_Structure.htm)

