

9' Esercitazione 1' parte

<https://politecnicomilano.webex.com/meet/gianenrico.conti>

16 maggio 2022

Gian Enrico Conti  
File System

Architettura dei Calcolatori e Sistemi Operativi 2021-22

# Outline

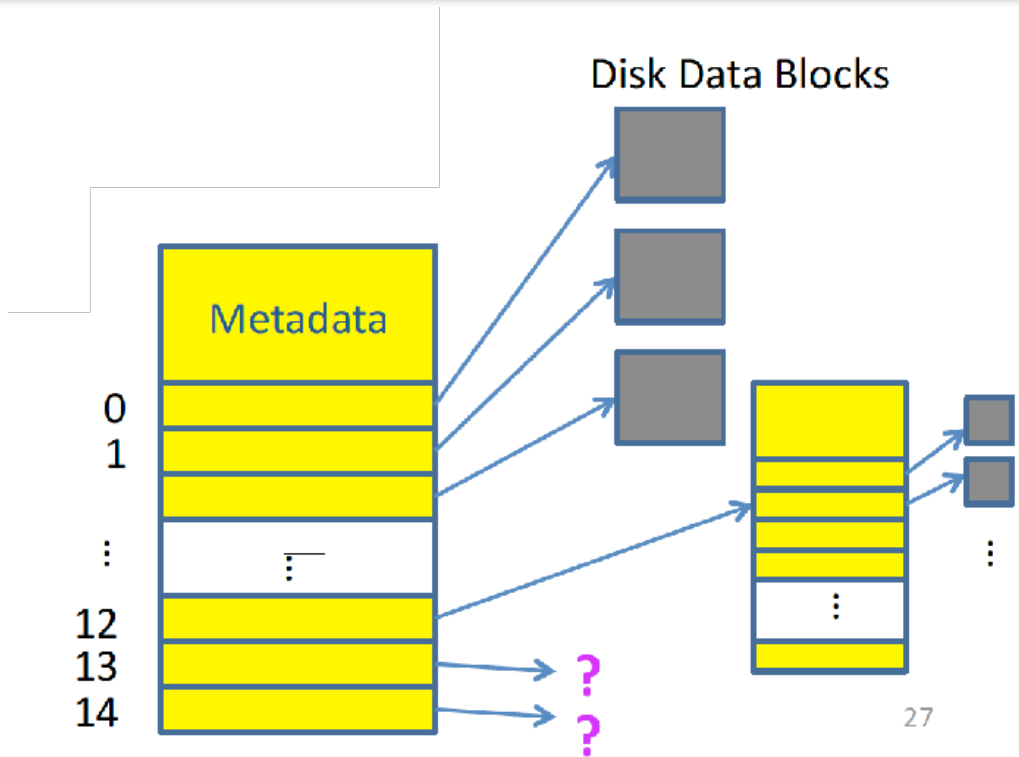
---

- **Filesystem**
  - Linux File System
  - Accesso al filesystem
  - Schemi di allocazione
    - Allocazione contigua
    - Allocazione concatenata
    - Allocazione indicizzata
  - Accessi sequenziali / accessi casuali

# Linux File system

## Unix Inodes

- An **inode** (index node) stores both **metadata** and the pointers to disk blocks
- Each inode contains 15 block pointers, first 12 are **direct** blocks
- Then single, double, triple indirect blocks

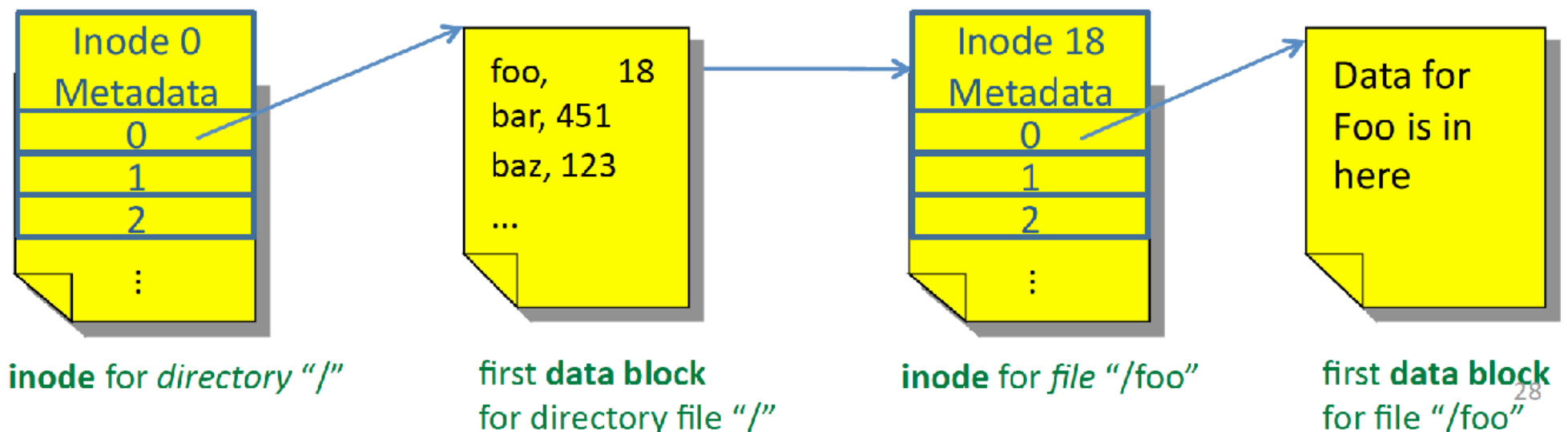


# Linux File system

## Unix Inodes

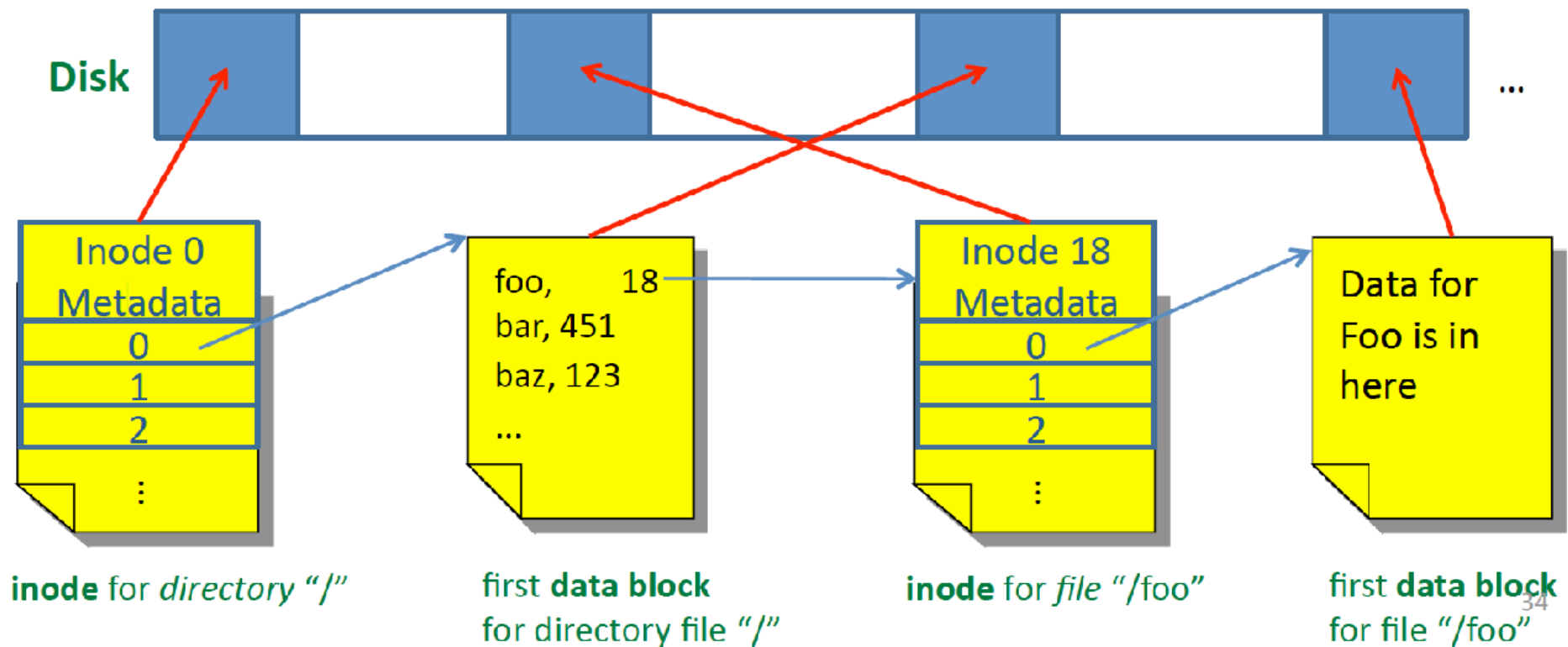
- Inodes describe where on disk the blocks for a file are placed
- Unix inodes are not directories
- Directories are represented internally as files
- Directory entries map **file names** to **inodes**

ES: voglio accedere al file “/foo”:



# Linux File system: frammentazione

Gli i-Node all INIZIO del Disco



# File system: es su blocchi

---

- I-node, cartelle e FS:

Nell ipotesi:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da 1 KB
- indirizzamento dei blocchi 32 bit

- Calcolare la max dimensione di un file.

# File system: es su blocchi

---

## ■ I-node, cartelle e FS:

Nell ipotesi:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da 1 KB
- indirizzamento dei blocchi 32 bit

**Max** dimensione di un file:

- all'inizio si riempie il blocco **diretto**: 1 KB contiene i primi indirizzi
- essendo 32bit 1 indirizzo 4 Byte quindi nel 1° blocco =  $1\text{KB} / 32 \text{ bit}$
- mappa 256 blocchi max
- quindi 256 blocchi da 1 K = 256 KB

..

■

# File system: es su blocchi

---

## ■ I-node, cartelle e FS:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da 1 KB - indirizzamento dei blocchi 32 bit

**Max** dimensione di un file:

- all'inizio si riempie il blocco diretto: 256 blocchi da 1 K = 256 KB
- **doppio indiretto**: 1 blocco contiene (come prima..) 256 indirizzi dei altri blocchi..
- ognuno a sua volta da 1 KB contiene indirizzi altri 256...

$256 * 256 * 1 \text{ KB} = 64 \text{ MB}$

...



# File system: es su blocchi

---

## ■ I-node, cartelle e FS:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da 1 KB - indirizzamento dei blocchi 32 bit

**Max** dimensione di un file:

- blocco diretto: 256 blocchi da 1 K = 256 KB
- doppio indiretto:  $256 * 256 * 1 \text{ KB} = 64 \text{ MB}$
- triplo indiretto:  $256 * 256 * 256 * 1 \text{ KB} = 16 \text{ GB}$

Totale ~16 GB

# File system: es su blocchi

---

## ■ I-node, cartelle e FS:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da **4 KB** - indirizzamento dei blocchi 32 bit

**Max** dimensione di un file? Basta moltiplicare x 4??

# File system: es su blocchi

---

## ■ I-node, cartelle e FS:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da **4 KB** - indirizzamento dei blocchi 32 bit

**NO !**

- blocco diretto: contiene 4KB / 32 bit addr = 1K indirizzi (1024)
  - doppio indiretto = 1024 blocchi puntano a 1024 blocchi
  - triplo indiretto = 1024 blocchi puntano a 1024 blocchi puntano a 1024 blocchi
- Quindi puntiamo a  $1024 + 1024 * 1024 + 1024 * 1024 * 1024$  circa 1 milioni di blocchi
- Ogni blocco 4 K quindi  $4k * 1 \text{ MB} = 4 \text{ TB}$

Serve x  $\mu$ P con arch. A 32 bit?

# File system: es su blocchi

---

## ■ I-node, cartelle e FS:

- 12 "direct blocks"
- 1 "indirect block", 1 "double indirect block"
- 1 "triple indirect block"
- blocchi da **4 KB** - indirizzamento dei blocchi 32 bit

## Max dimensione di un file

- blocco diretto: 1024 blocchi da 4 K = 256 KB
- doppio indiretto:  $256 * 256 * 1 \text{ KB} = 64 \text{ MB}$
- triplo indiretto:  $256 * 256 * 256 * 1 \text{ KB} = 16 \text{ GB}$

Totale ~16 GB

# Accesso al File system

## ■ I-node, cartelle e FS:

In Linux la struttura del file system ha una notazione semplificata:

- gli **i-node** sono rappresentati da una tripla <i-node, tipo file, {blocchi}>
- i blocchi da una coppia <i-node, nome\_file>. (*O nome dir.*)

ES:

/etc/config/mydir/myfile

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ... <200, usr> ...
```

```
Blocco 12: ...<9.XYZ>...<11,config>...
```

```
Blocco 13:...<40,myfile>...
```

```
Blocco 19:...<21,mydir>... <222, dir3>
```

```
Blocco 51: BLOCCO1_myfile
```

```
Blocco 52: BLOCCO2_myfile
```

```
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

# Accesso al File system

---

## ■ Esercizio 1

Computer con sistema operativo linux:

si vuole accedere ad un file attraverso il seguente path:

`/etc/config/mydir/myfile`

Data la tabella precedente.

**Indicare la sequenza di accessi agli i-node e ai blocchi**

# Accesso al File system

## ■ Esercizio 1

path: /etc/config/mydir/myfile

i-node: tripla <i-node, tipo file, {blocchi}>

i blocchi: coppia <i-node, nome\_file>. (O nome dir..)

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ... <200,usr> ...
```

```
Blocco 12: ...<9.XYZ>...<11,config>...
```

```
Blocco 13:...<40,myfile>...
```

```
Blocco 19:...<21,mydir>... <222,dir3>
```

```
Blocco 51: BLOCCO1_myfile
```

```
Blocco 52: BLOCCO2_myfile
```

```
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

**sequenza di accessi agli i-node e ai blocchi:**

A) si parte dall i-node 0 (inode 0 == root)

B) cerco le "parti" del path. Quindi "etc"

**C) "etc" trovato nel blocco 1, e mi dice che l' i-node e' 4**

...

# Accesso al File system

## ■ Esercizio 1

path: /etc/config/mydir/myfile

i-node: tripla <i-node, tipo file, {blocchi}>

i blocchi: coppia <i-node, nome\_file>. (O nome dir..)

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ... <200,usr> ...
```

```
Blocco 12: ...<9.XYZ>...<11,config>...
```

```
Blocco 13:...<40,myfile>...
```

```
Blocco 19:...<21,mydir>... <222,dir3>
```

```
Blocco 51: BLOCCO1_myfile
```

```
Blocco 52: BLOCCO2_myfile
```

```
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

**sequenza di accessi agli i-node e ai blocchi:**

A) si parte dall i-node 0

B) cerco le "parti" del path. Quindi "etc"

C) "etc" trovato nel blocco 1, e mi dice che l' i-node e' 4

D) nella "inode list" <4,dir,12> dir, ok... mi manda al blocco 12, che e' una dir..  
cerco "config" quindi inode 11...



# Accesso al File system

## ■ Esercizio 1

path: /etc/config/mydir/myfile

i-node: tripla <i-node, tipo file, {blocchi}>

i blocchi: coppia <i-node, nome\_file>. (O nome dir..)

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ... <200,usr> ...
```

```
Blocco 12: ...<9.XYZ>...<11,config>...
```

```
Blocco 13:...<40,myfile>...
```

```
Blocco 19:...<21,mydir>... <222,dir3>
```

```
Blocco 51: BLOCCO1_myfile
```

```
Blocco 52: BLOCCO2_myfile
```

```
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

**sequenza di accessi agli i-node e ai blocchi:**

..

C) "etc" trovato nel blocco 1, e mi dice che l' i-node e' 4

D) nella "inode list" <4,dir,12> dir, ok... mi manda al blocco 12, che e' una dir..  
cerco "config" quindi inode 11...

**E) 11 -> dir -> blocco 19... cerco mydir.. c'e.. mi manda 21**

..

# Accesso al File system

## ■ Esercizio 1

path: /etc/config/mydir/myfile

i-node: tripla <i-node, tipo file, {blocchi}>

i blocchi: coppia <i-node, nome\_file>. (O nome dir..)

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ... <200,usr> ...
```

```
Blocco 12: ...<9.XYZ>...<11,config>...
```

```
Blocco 13:...<40,myfile>...
```

```
Blocco 19:...<21,mydir>... <222,dir3>
```

```
Blocco 51: BLOCCO1_myfile
```

```
Blocco 52: BLOCCO2_myfile
```

```
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

**sequenza di accessi agli i-node e ai blocchi:**

..

C) "etc" trovato nel blocco 1, e mi dice che l' i-node e' 4

D) nella "inode list" <4,dir,12> dir, ok... mi manda al blocco 12, che e' una dir..  
cerco "config" quindi inode 11...

E) 11 -> dir -> blocco 19... cerco mydir.. c'e.. mi manda 21

**F)a 21 dir.. ok...blocco 13 trovo myfile -> inode 40**

# Accesso al File system

## ■ Esercizio 1

path: /etc/config/mydir/myfile

i-node: tripla <i-node, tipo file, {blocchi}>

i blocchi: coppia <i-node, nome\_file>. (O nome dir..)

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ... <200,usr> ...
```

```
Blocco 12: ...<9.XYZ>...<11,config>...
```

```
Blocco 13:...<40,myfile>...
```

```
Blocco 19:...<21,mydir>... <222,dir3>
```

```
Blocco 51: BLOCCO1_myfile
```

```
Blocco 52: BLOCCO2_myfile
```

```
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

**sequenza di accessi agli i-node e ai blocchi:**

..

cerco "config" quindi inode 11...

E) 11 -> dir -> blocco 19... cerco mydir.. c'e.. mi manda 21

F)a 21 dir.. ok...blocco 13 trovo myfile -> inode 40

G) NON e' dir, ma elenco di blocchi 51 52 e 53

# Accesso al File system

## ■ Esercizio 1: quindi

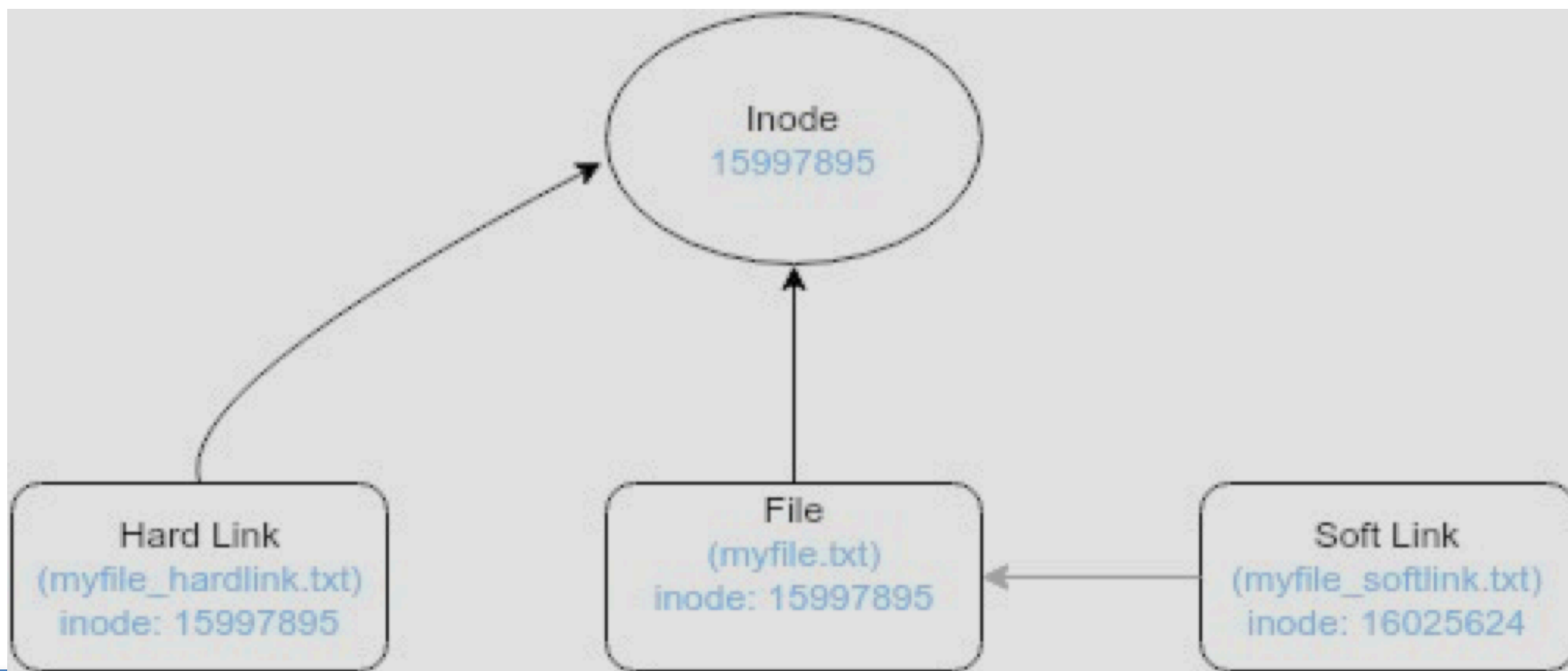
Soluzione –sequenza accessi

I-node 0	Blocco 1	I-node 4	Blocco 12	I-node 11	Blocco 19	I-node 21	Blocco 13	I-node 40	Blk 51	Blk 52	Blk 53
<0,dir,1>	... <4,etc> ...	<4,dir,12>	.... <11,config> ....	<11,dir,19>	... <21,mydir> ....	<21,dir,13>	... <40,myfile> ....	<40, norm, {51,52,53}>	my file 1	my file 2	my file 3

# Accesso al File system: Hard / Soft links

A **hard link** is a direct reference to a file via its inode  
(Se cambio file originale, l' HL punta ancora al suo vecchio contenuto)  
(NON riferenzia il file, ma la catena inode/blocchi)

Symbolic links are essentially shortcuts that reference to a file instead of its inode value.



# Accesso al File system

---

2. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln myfile newfile
```

- A) Che tipo di link viene stabilito tra newfile e myfile?
- B) Viene creato un i-node per newfile?
- C) Come cambia lo stato del file system rispetto al punto 1?
- D) Come cambia la sequenza di accesso accedendo a newfile?

# Accesso al File system

---

2. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln myfile newfile
```

- Che tipo di link viene stabilito tra newfile e myfile?

hard-link

Viene creato un i-node per newfile?

No, un hard link ha lo stesso inode del file target,  
in questo caso di myfile.

Inoltre, il link number dell'i-node viene incrementato

# Accesso al File system

2. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln myfile newfile
```

- Come cambia lo stato del file system rispetto al punto 1?

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ...  
Blocco 12: ...<11,config>...  
Blocco 13:...<40,myfile>...  
Blocco 19:...<21,mydir>...  
Blocco 51: BLOCCO1_myfile  
Blocco 52: BLOCCO2_myfile  
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

```
I-node list: <0,dir,1>, <4,dir,12>, <11,dir,19>, <21,dir,13>, <40,norm,{51,52,53}>
```

```
Blocco 1: ... <4,etc> ...  
Blocco 12: ...<11,config>...  
Blocco 13:...<40,myfile>...<40,newfile>  
Blocco 19:...<21,mydir>...  
Blocco 51: BLOCCO1_myfile  
Blocco 52: BLOCCO2_myfile  
Blocco 53: BLOCCO3_myfile
```

NEW





# Accesso al File system

2. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln myfile newfile
```

- Come cambia la sequenza di accesso accedendo a newfile?

I-node 0	Blocco 1	I-node 4	Blocco 12	I-node 11	Blocco 19	I-node 21	Blocco 13	I-node 40	Blk 51	Blk 52	Blk 53
<0,dir,1>	... <4,etc> ...	<4,dir,12>	.... <11,config> ....	<11,dir,19>	... <21,mydir> ....	<21,dir,13>	... <40,myfile> ....	<40, norm, {51,52,53}>	my file 1	my file 2	my file 3

...Come prima....	Blocco 13	...Come prima....
	.... <40,newfile> ....	

# Accesso al File system

---

3. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln -s myfile newfile
```

- Che tipo di link viene stabilito tra newfile e myfile?
- Viene creato un i-node per newfile?
- Se sí, Cosa conterrà il blocco creato?
- Come cambia la sequenza di accesso?

# Accesso al File system

---

3. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln -s myfile newfile
```

- Che tipo di link viene stabilito tra newfile e myfile?

soft-link

- Viene creato un i-node per newfile?

Sì, ipotizziamo che venga creato il seguente i-node <15,norm,{57}>

# Accesso al File system

---

3. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln -s myfile newfile
```

- Cosa conterrà il blocco 57?

Il path completo di myfile

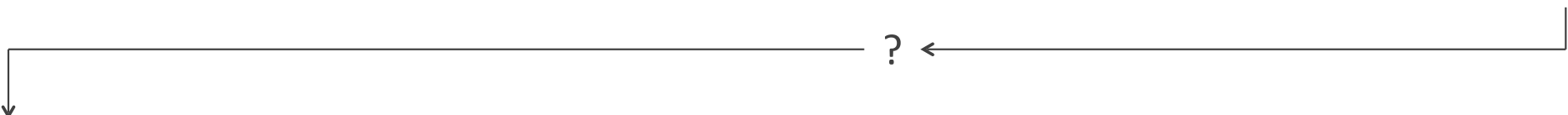
# Accesso al File system

3. Si supponga di essere nella directory “mydir” e di digitare il seguente comando:

```
ln -s myfile newfile
```

- Come cambia la sequenza di accesso?

I-node 0	Blocco 1	I-node 4	Blocco 12	I-node 11	Blocco 19	I-node 21	Blocco 13	I-node 15	Blk 57
<0,dir,1>	... <4,etc> ...	<4,dir,12>	.... <11,config> ....	<11,dir,19>	.... <21,mydir> ....	<21,dir,13>	.... <15,newfile> ....	<15, norm, {57}>	/etc/config/ mydir/myfile



I-node 0	Blocco 1	I-node 4	Blocco 12	I-node 11	Blocco 19	I-node 21	Blocco 13	I-node 40	Blk 51	Blk 52	Blk 53
<0,dir,1>	... <4,etc> ...	<4,dir,12>	.... <11,config> ....	<11,dir,19>	.... <21,mydir> ....	<21,dir,13>	.... <40,myfile> ....	<40, norm, {51,52,53}>	my file 1	my file 2	my file 3

# Allocazione Contigua

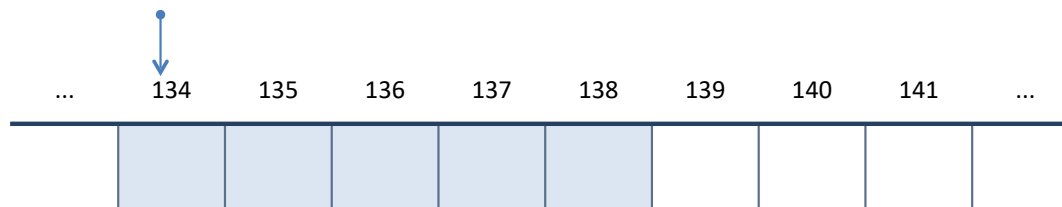
## ■ I blocchi di un file sono adiacenti

- Un file di  $n$  blocchi è memorizzato nelle posizioni adiacenti  $b, b+1, \dots, b+n-2, b+n-1$
- Un descrittore deve indicare solo la coppia  $(b,n)$
- I tempi d'accesso sono contenuti poichè
  - Accesso a due blocchi successivi  $b$  e  $b+1$  raramente richiede lo spostamento della testina in quanto hanno una probabilità elevata di trovarsi sulla stessa traccia
  - L'accesso al blocco logico  $i$ -esimo comporta l'accesso diretto al blocco fisico  $b+i$

## ■ Problema

- Allocazione spazio per un nuovo file

...
data (134,5)
...
...



# Allocazione Contigua

---

- **Dovendo creare un nuovo file di  $m$  blocchi**
    - E' necessario individuare una porzione di disco costituita da almeno  $m$  blocchi contigui
  - **Si usano tre politiche:**
    - First-Fit
      - La prima zona, di almeno  $m$  blocchi, viene usata
    - Best-Fit
      - La zona più piccola, di almeno  $m$  blocchi, viene usata
    - Worst-Fit
      - La zona più grande, di almeno  $m$  blocchi, viene usata
  - **Le tecniche migliori**
    - Sono le prime due
    - In particolare il metodo first-fit risulta più veloce
  - **L'allocazione contigua**
    - Crea, nel tempo, zone inutilizzate di piccole dimensioni
    - Tali zone hanno una bassa probabilità di contenere un file
    - Questo fenomeno viene detto frammentazione esterna
-

# Allocazione Contigua

---

- **Una soluzione consiste nella compattazione dei dischi**
    - I file su un disco vengono letti e memorizzati temporaneamente altrove
      - Su un secondo disco, in una porzione libera del disco in esame o in memoria centrale
  - **Si procede come segue**
    - Il disco originale viene cancellato
      - Completamente, o più spesso una porzione alla volta
    - I file vengono riscritti in sequenza, eliminando gli spazi vuoti
  - **Questa operazione**
    - È molto costosa in termini di tempo
    - Deve essere compiuta con una certa frequenza
  - **Una soluzione migliore**
    - Memorizzazione di un file in due zone differenti
    - Ogni zona formata da blocchi contigui
    - La zona aggiuntiva prende il nome di "extent"
    - Ancora necessari algoritmi per la ricerca di spazio disponibile
-

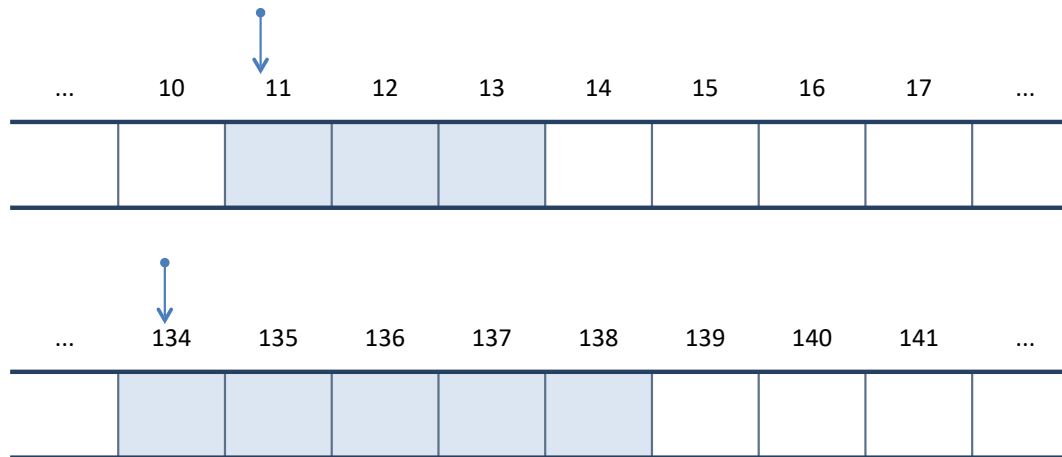


# Allocazione Contigua

## ■ Un descrittore di file indica (b, n1, e, n2):

- b base della sezione principale
- n1 dimensioni della sezione principale
- e base dell'extent
- n2 dimensione dell'extent

...
data (134,5,11,3)
...
...



# Allocazione Concatenata

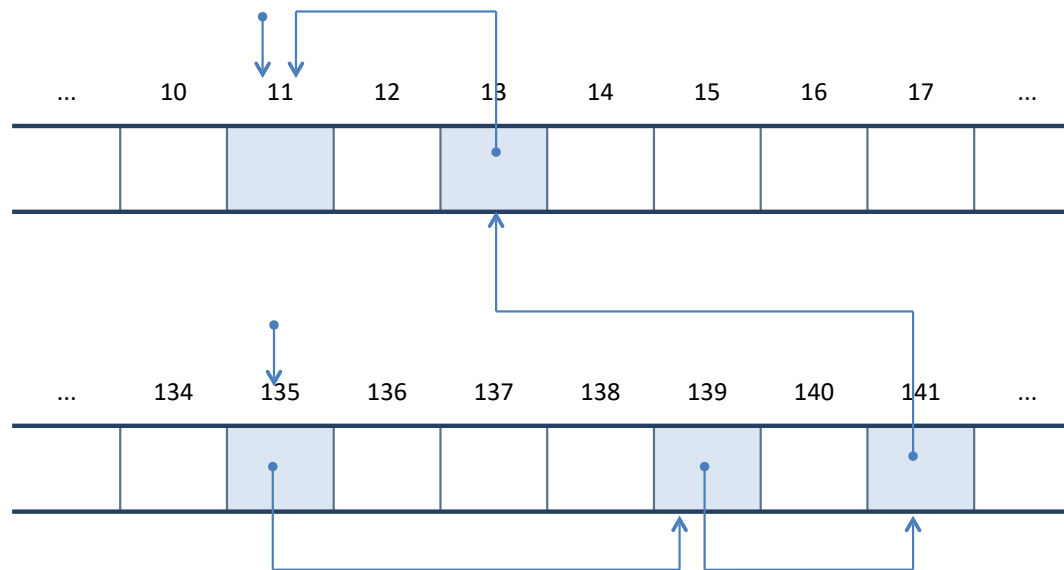
## ■ L'idea dell'uso di un extent

- Può essere estesa a ad un numero maggiore di estensioni

## ■ In questo modo

- Un file è costituito da una sequenza di blocchi in cui:
- Il descrittore contiene il riferimento al primo ed all'ultimo blocco
- Ogni blocco contiene
  - I dati
  - Un riferimento al blocco successivo

...
data (135,11)
...
...



# Allocazione Concatenata

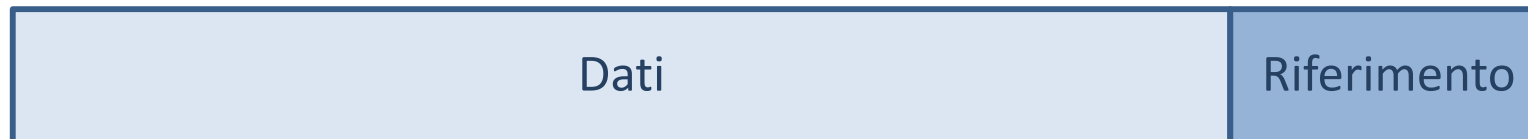
---

- **Questa soluzione**

- Risolve tutti i problemi tipici della allocazione contigua
- Non si ha frammentazione esterna

- **In ogni blocco**

- Una parte è dedicata a contenere i dati
- Una parte è dedicata a contenere un riferimento al blocco successivo



- **La memorizzazione dei riferimenti**

- Riduce lo spazio disponibile per i dati
- Consideriamo un esempio
  - Blocchi di 512 byte e riferimenti di 4 byte
  - Dimensione del disco  $512 \times 2^{32} = 2\text{Tbyte}$
  - Spreco di spazio pari allo 0.78% del disco, ovvero circa 16Gbyte

# Allocazione Concatenata

---

- **Anche questo metodo presenta alcuni svantaggi**
    - Per l'accesso casuale è necessario scorrere il file dall'inizio fino al blocco desiderato
    - L'accesso ad un file è meno efficiente
      - In generale comporta molti riposizionamenti della testina
  - **Una soluzione consiste**
    - Nel raggruppare più blocchi in un "cluster"
    - Prevedere l'accesso ai tali gruppi, piuttosto che ai singoli blocchi
  - **In questo modo si ha**
    - Miglioramento delle prestazioni
      - Minor numero di riposizionamenti della testina
    - Riduzione dello spazio utilizzato per i riferimenti
      - Uno per cluster invece di uno per blocco
    - Maggiore frammentazione interna
      - L'unità di allocazione è un cluster, che è più grande di un blocco
  - **Questo approccio è utilizzato in molti sistemi operativi**
-

# Allocazione Concatenata

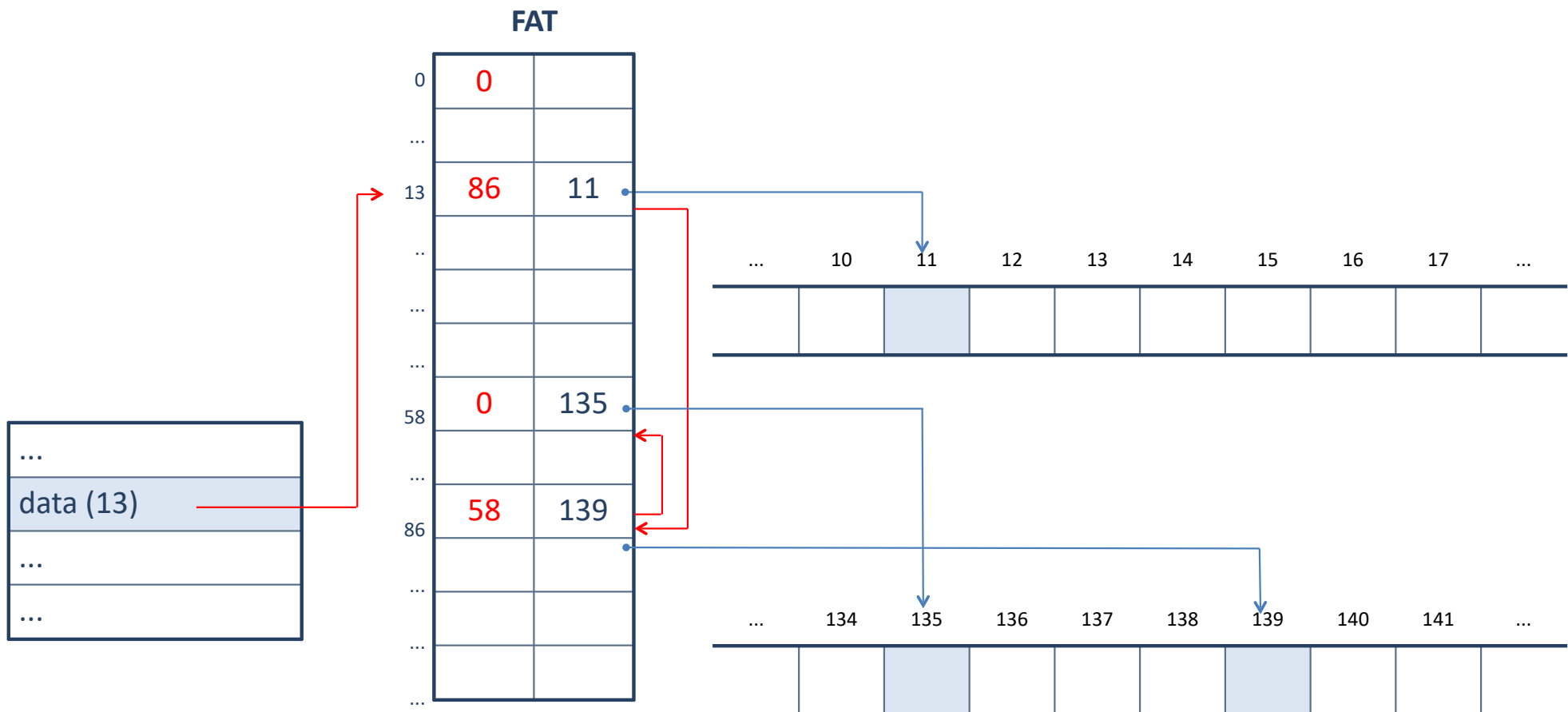
---

- **Le liste di blocchi dell'allocazione concatenata sono fragili**
    - La perdita di un solo riferimento può rendere inaccessibili grandi quantità di dati
  - **Una soluzione consiste nella costruzione di un indice per ogni partizione**
    - Detto File Allocation Table o FAT
  - **La FAT**
    - Contiene tanti elementi quanti sono i blocchi del disco
      - Un blocco disponibile è indicato da uno 0 nella tabella
      - L'ultimo blocco di un file è indicato da uno speciale valore EOF
    - Ogni elemento della tabella contiene l'indice dell'elemento della FAT che contiene il blocco successivo
    - La robustezza può essere facilmente aumentata mediante
      - Tecniche di codifica dei dati della FAT
      - Ridondanza
  - **Questo metodo**
    - Comporta un tempo di accesso mediamente maggiore dell'allocazione concatenata
    - E' stato adottato da MS-DOS, OS/2 e diversi file system per memorie Flash
-

# Allocazione Concatenata

## ■ Utilizzando allocazione concatenata e FAT

- Un descrittore di file deve semplicemente indicare il numero del primo blocco del file
- Le informazioni sulla posizione dei blocchi successivi sono contenute nella FAT



# Allocazione Indicizzata

---

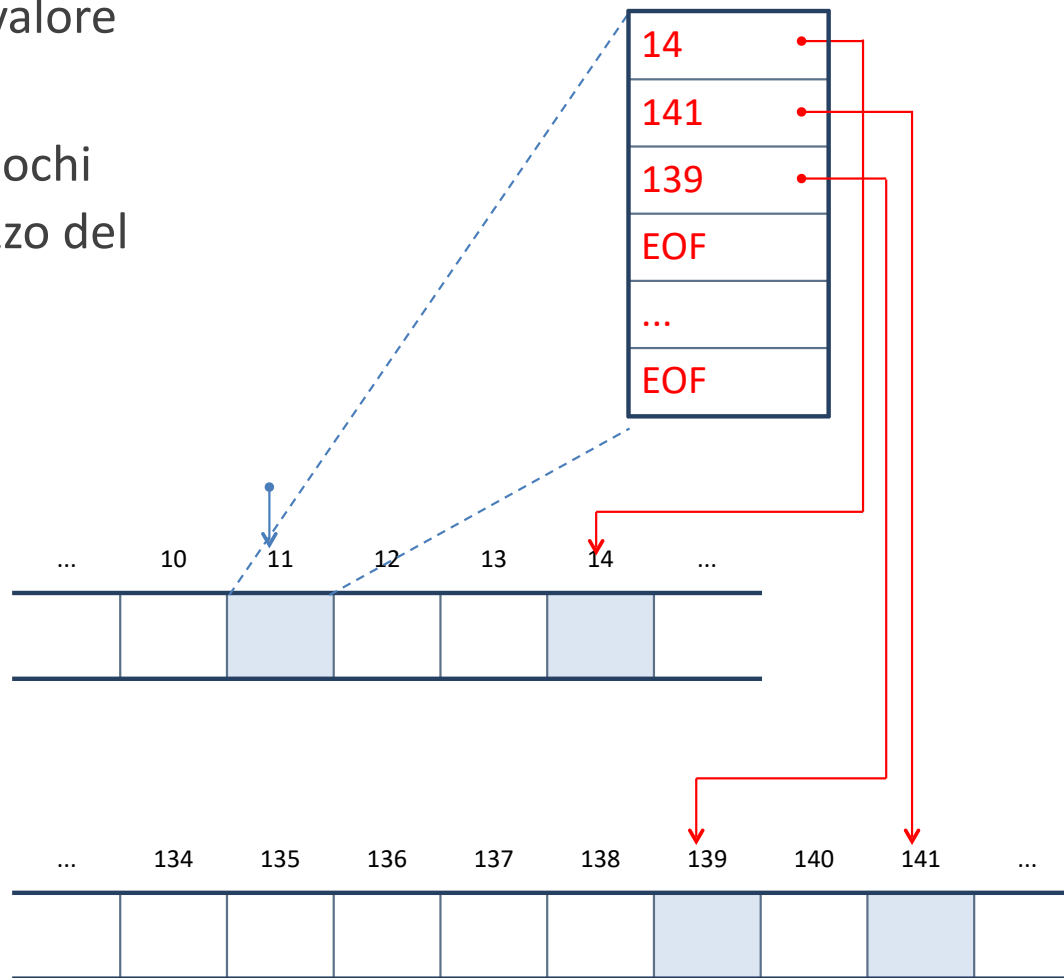
- **L'allocazione indicizzata**
    - Si basa sul raggruppamento di tutti i riferimenti
    - Risolve i problemi di scarsa efficienza della allocazione concatenata
  - **I riferimenti ai blocchi di un file sono memorizzati in un unico blocco speciale**
    - Detto blocco indice
    - Il blocco indice appartiene al file stesso
  - **Un blocco indice è quindi**
    - Un vettore di riferimenti ai blocchi del file
    - L'i-esimo elemento del vettore si riferisce all'i-esimo blocco del file
    - Il descrittore del file contiene il riferimento al blocco indice
  - **In questo modo si ottiene**
    - Eliminazione della frammentazione esterna
    - Accesso casuale ai blocchi molto efficiente
  - **Lo spazio richiesto per i riferimenti è in generale maggiore che nel caso di allocazione concatenata**
    - Per pochi riferimenti è comunque necessario un intero blocco
-

# Allocazione Indicizzata

## ■ Nel blocco indice

- Gli elementi che non si riferiscono a nessun blocco hanno il valore speciale "EOF"
- Se un file è costituito da pochi blocchi si ha un sottoutilizzo del blocco indice

...
data (11)
...
...





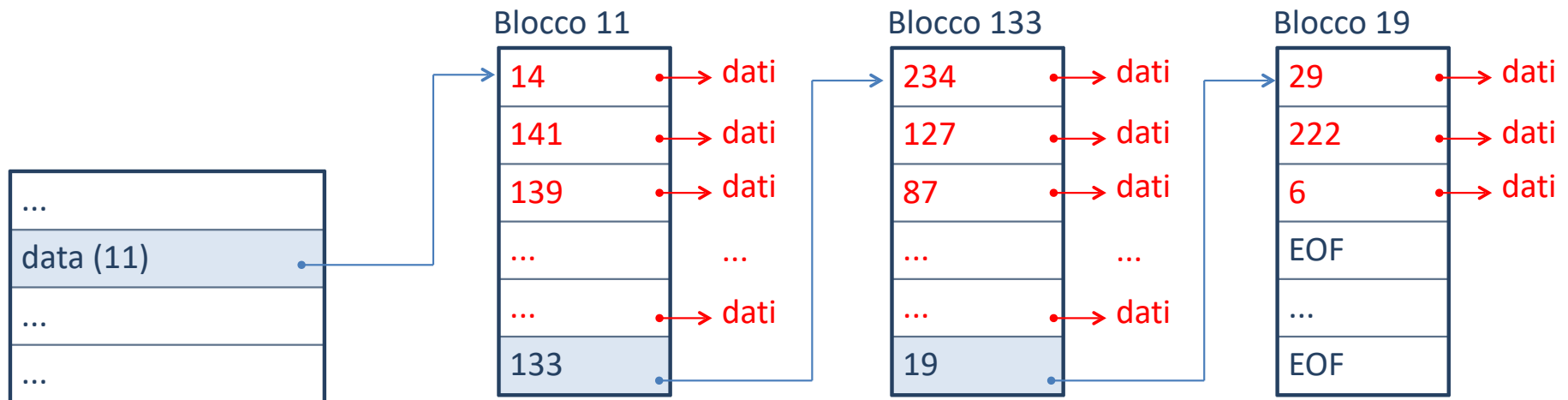
# Allocazione Indicizzata

---

- **È importante scegliere una dimensione opportuna per il blocco indice**
  - Se troppo grande
    - Viene sprecato molto spazio nel caso di file piccoli (pochi blocchi da indicizzare)
  - Se troppo piccolo
    - Non consente di trattare file di grandi dimensioni
- **In genere il blocco indice**
  - Coincide con un blocco fisico
- **Esistono tre schemi possibili per risolvere i problemi legati alla gestione di file di dimensioni molto variabile**
  - Schema concatenato
  - Schema multilivello
  - Schema combinato
- **Tutti questi metodi sono utilizzati in sistemi operativi e file system reali**

# Allocazione Indicizzata – Schema concatenato

- **Il blocco indice**
  - Contiene i riferimenti ai blocchi del file
- **L'ultimo elemento del blocco indice**
  - Contiene un riferimento ad un secondo blocco indice, se il file è di grandi dimensioni
- **L'ultimo elemento dell'ultimo blocco indice**
  - Contiene il valore speciale EOF ad indicare la fine del file



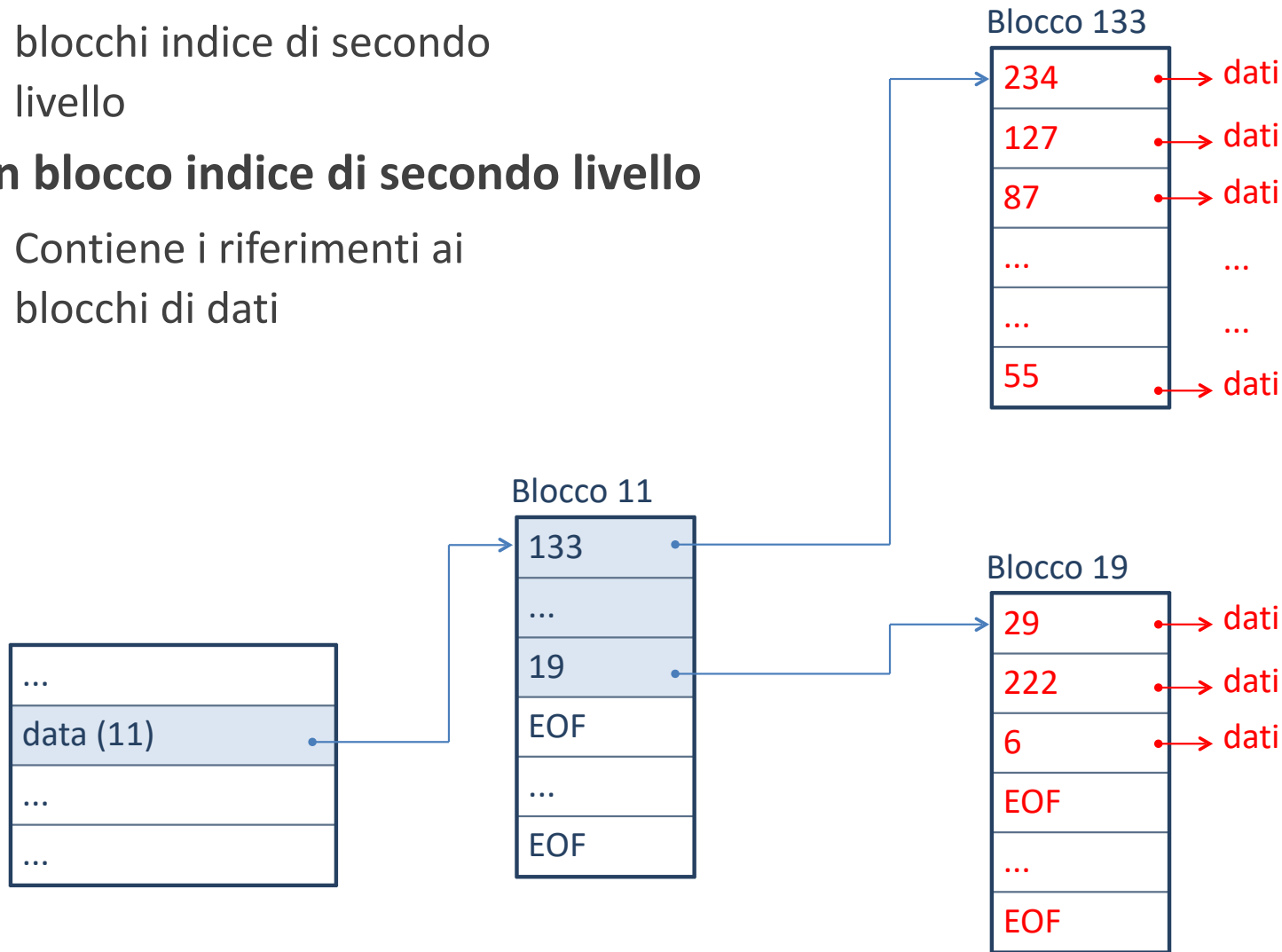
# Allocazione Indicizzata – Schema multilivello

## ■ Un blocco indice di primo livello

- Contiene i riferimenti ai blocchi indice di secondo livello

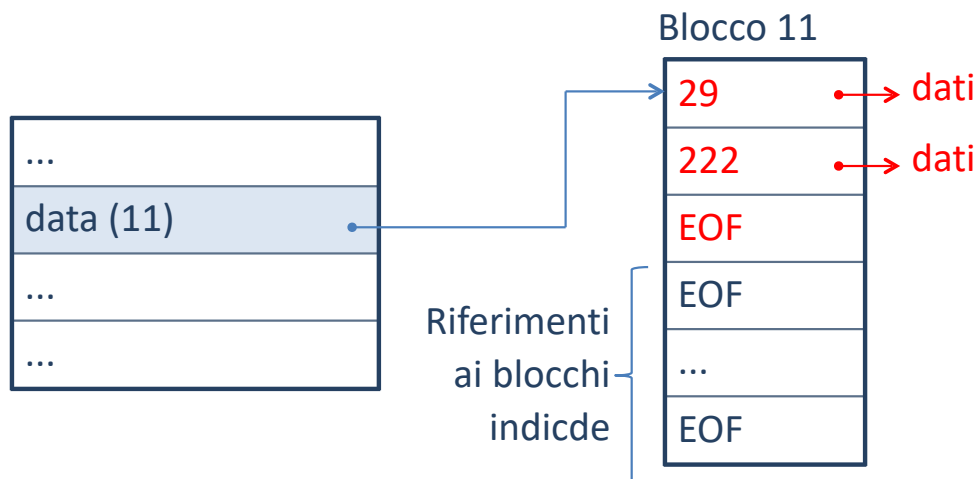
## ■ Un blocco indice di secondo livello

- Contiene i riferimenti ai blocchi di dati



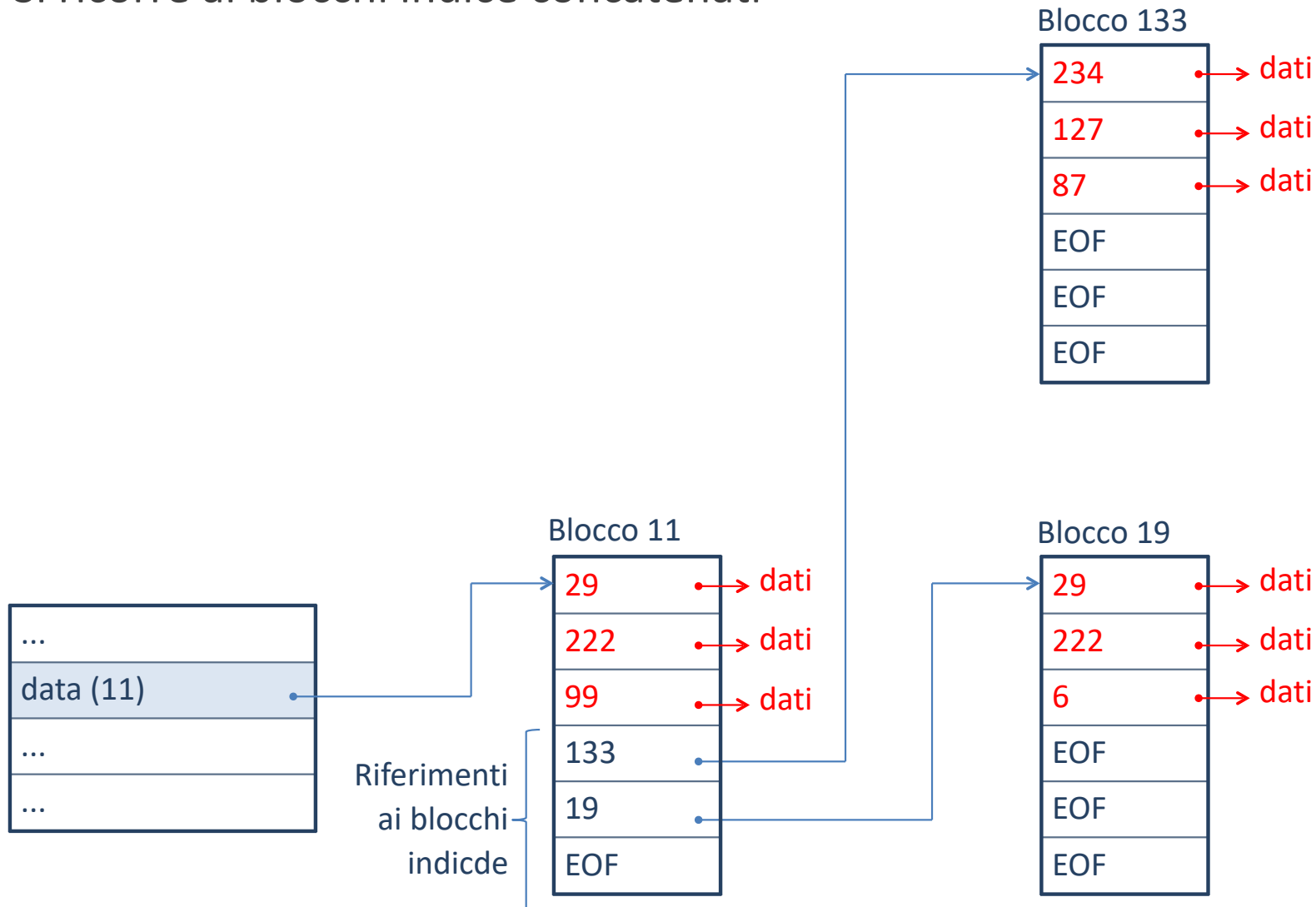
# Allocazione Indicizzata – Schema combinato

- **In ogni blocco indice**
  - La parte iniziale contiene riferimenti a blocchi di dati del file
  - La parte finale contiene riferimenti a blocchi indice di secondo livello
- **Se il file ha dimensioni ridotte**
  - Non viene utilizzato il secondo livello



# Allocazione Indicizzata – Schema combinato

- Per un file di grandi dimensioni
  - Si ricorre ai blocchi indice concatenati



# Schemi di allocazione

---

## ■ Esercizio 2

- Si supponga di avere lo spazio fisico dell'unità di memorizzazione così frammentato:



- Si vuole allocare un file che occupa **8 blocchi**. Indicare cosa succede a seconda che venga adottata una delle seguenti politiche:
  - Allocazione contigua – politica first-fit/best-fit/worst fit
  - Allocazione contigua – politica base+extent (b,n1,e,n2)
  - Allocazione concatenata
  - ..

# Schemi di allocazione

## ■ Esercizio 2

- Si supponga di avere lo spazio fisico dell'unità di memorizzazione così frammentato:



- Si vuole allocare un file che occupa **8 blocchi**. Indicare cosa succede a seconda che venga adottata una delle seguenti politiche:

➤ Allocazione contigua – politica first-fit/best-fit/worst fit

**No match**

➤ Allocazione contigua – politica base+extent (b,n1,e,n2)

**(100,5,200,3)**

➤ Allocazione concatenata

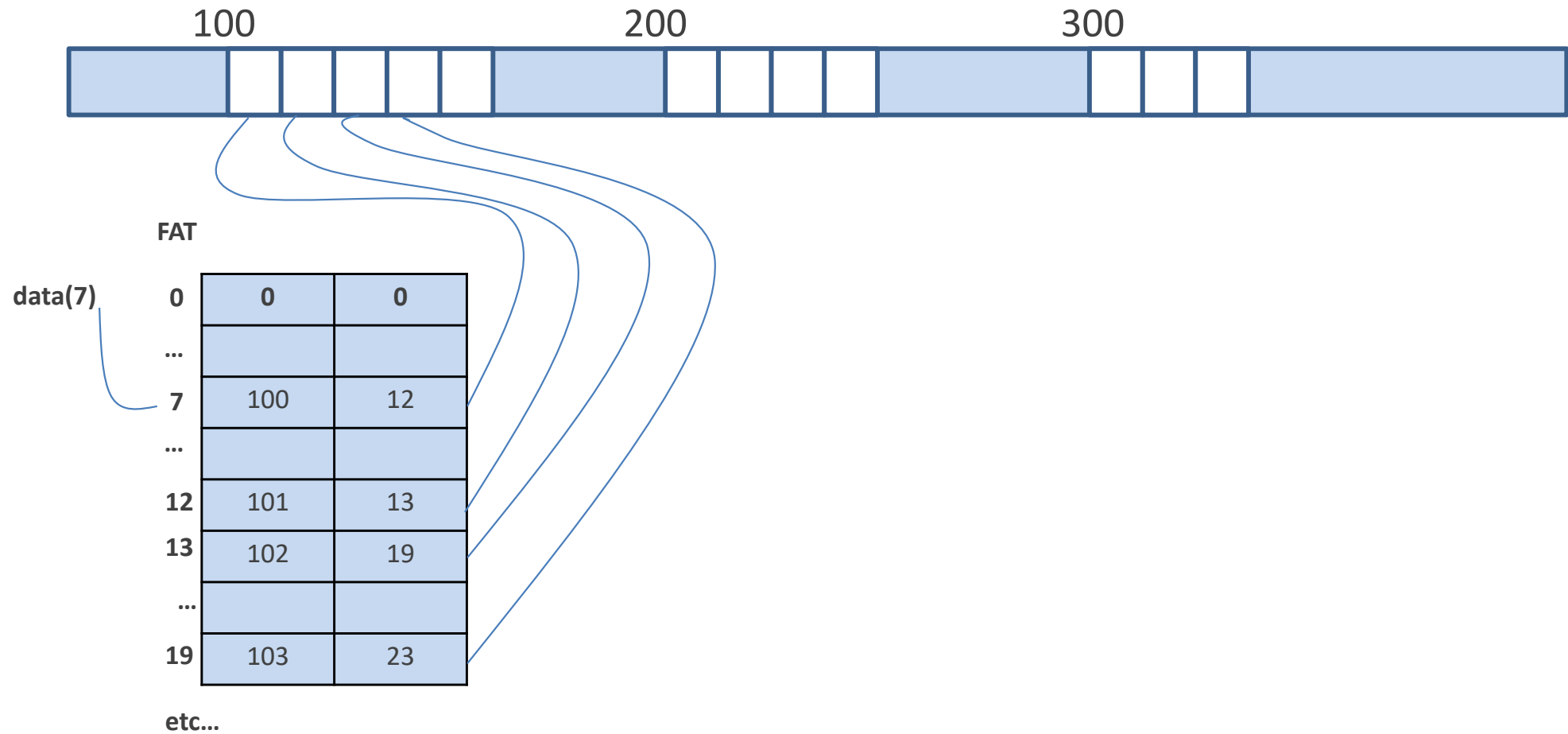
**(100, 202)**

100		101		102		103		104		200		201		202	
Data	101	Data	102	Data	103	Data	104	Data	200	Data	201	Data	202	Data	EOF

# Schemi di allocazione

Continua...

## ➤ Allocazione concatenata – FAT

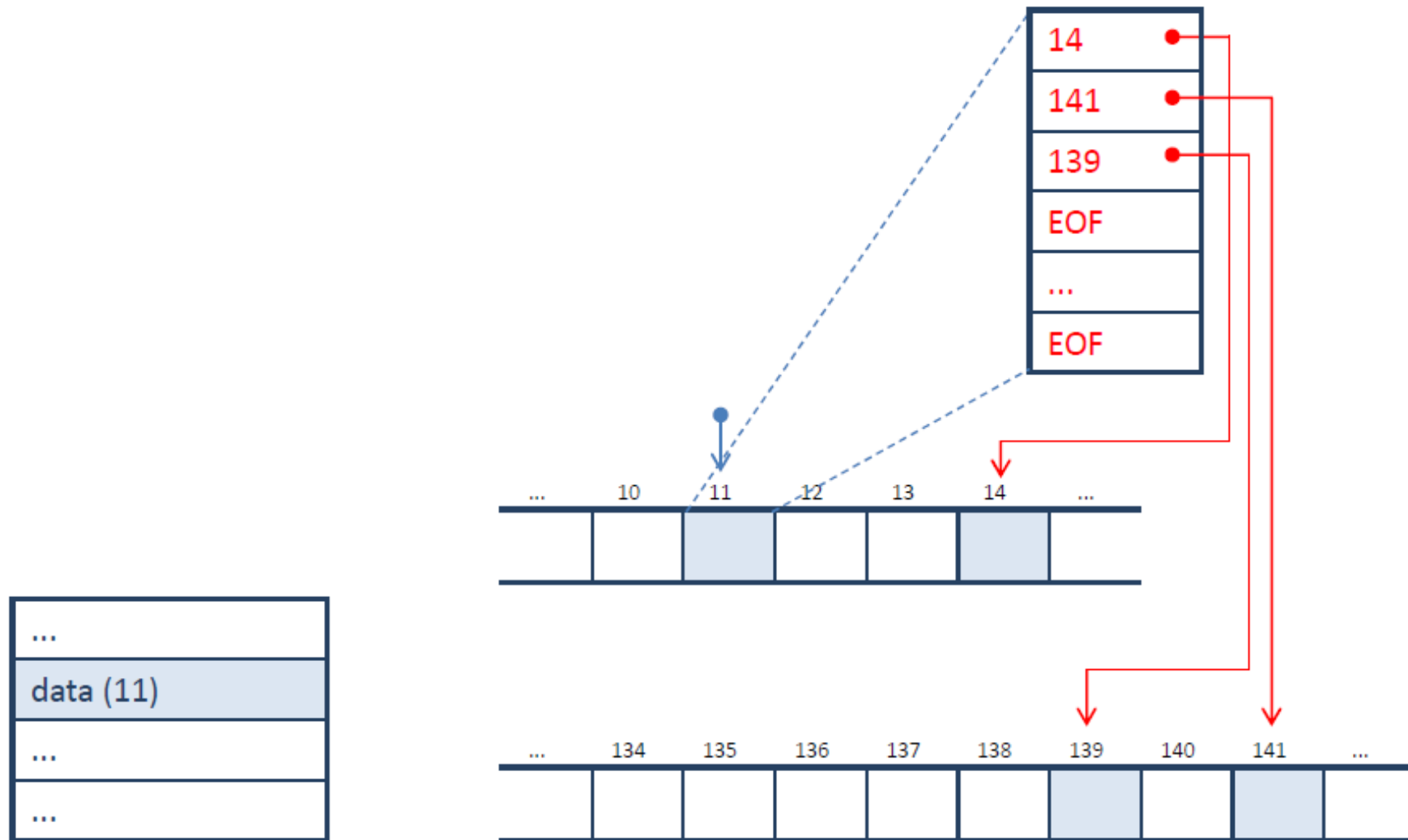




## ■ Esercizio 3

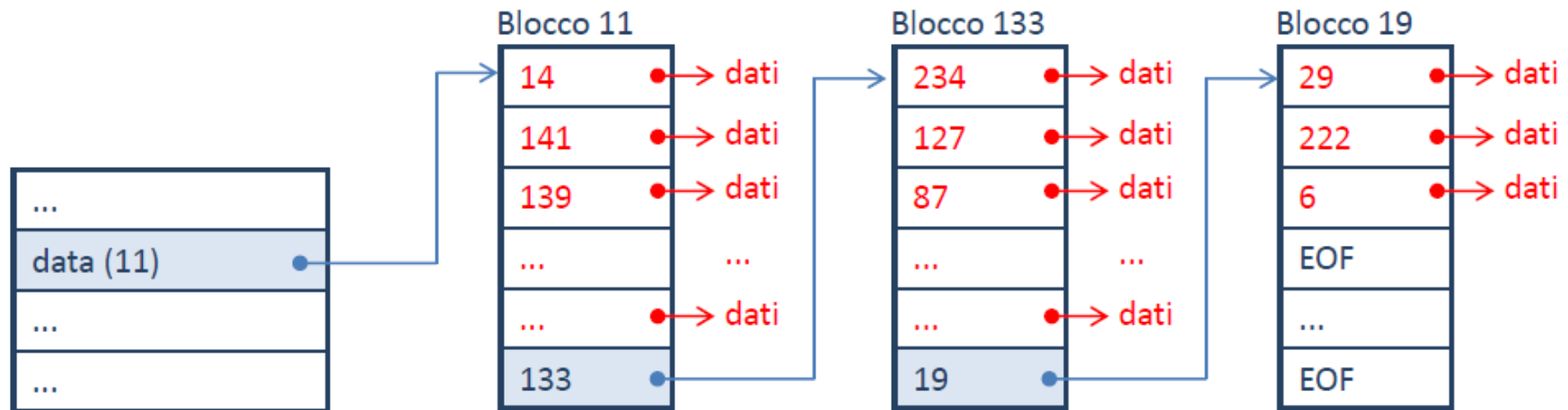
- Si supponga di avere blocchi grandi 1KB e indici di dimensione 4B. Si calcoli il numero di blocchi indirizzabili in accordo con le seguenti politiche:
  - Allocazione indicizzata semplice
  - Allocazione indicizzata concatenata
  - Allocazione indicizzata multilivello ( 2 e 3 livelli )
  - Allocazione indicizzata combinata (3 livelli, il resto diretto)

# Allocazione indicizzata semplice



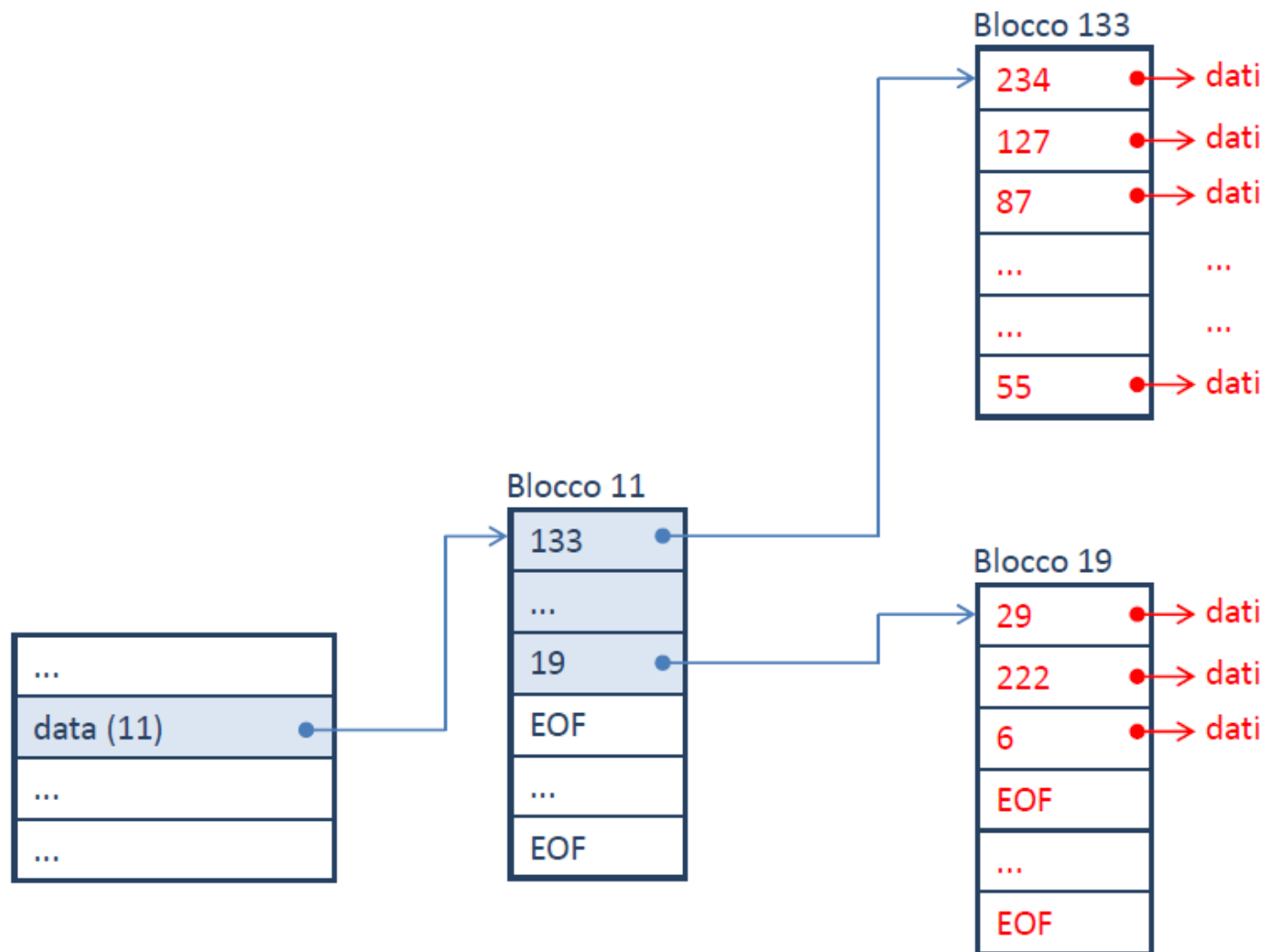
- $\#INDICI = 2^{10}/2^2 = 2^8 = 256$
- $DIMENSIONE\ MASSIMA\ FILE = 256 * 1KB = 256\ KB$

# Allocazione indicizzata concatenata



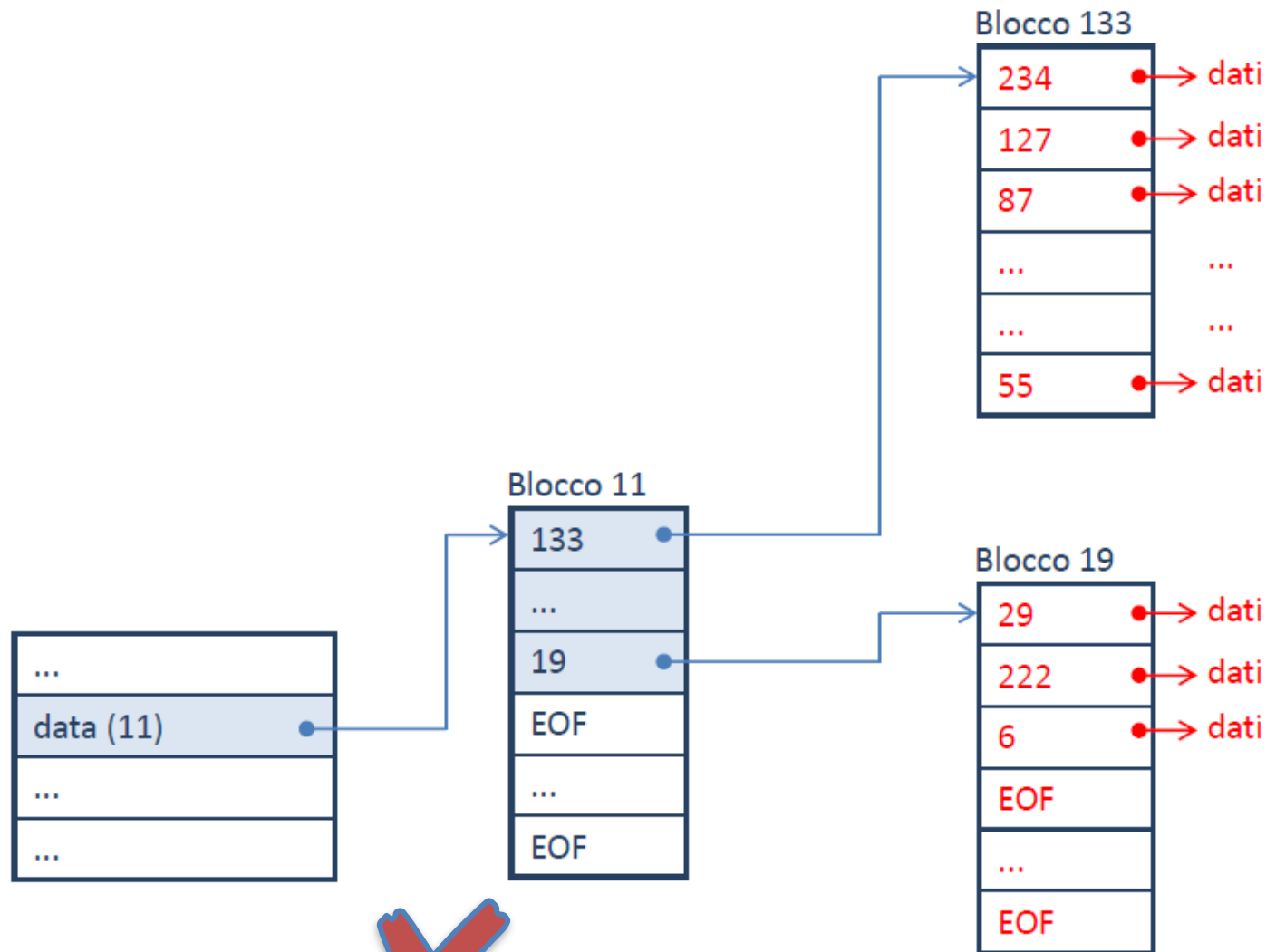
- $\#INDICI_{BLOCCO} = 2^{10}/2^2 - 1 = 2^8 - 1 = 255$
- $\#INDICI = \infty$
- $DIMENSIONE\ MASSIMA\ FILE = \infty$

# Allocazione indicizzata multilivello ( 2 livelli )



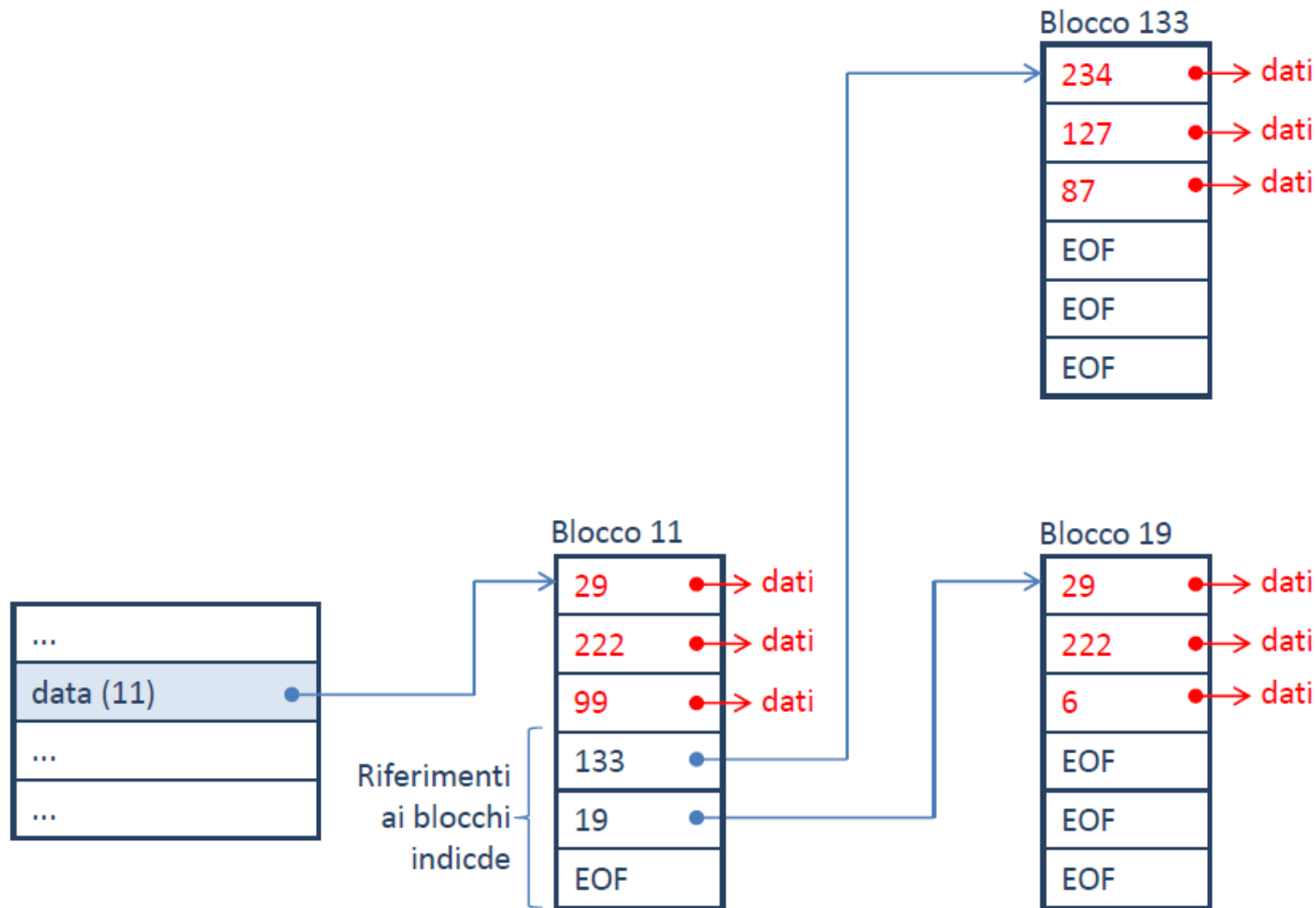
- $\#INDICI = (2^{10}/2^2)^2 = 2^{16} = 65536$
- $DIMENSIONE\ MASSIMA\ FILE = 65536 * 1KB = 64\ MB$

# Allocazione inidicizzata multilivello ( 3 livelli )



- $\#INDICI = (2^{10}/2^2)^3 = 2^{24} = 16,777,216$
- $DIMENSIONE\ MASSIMA\ FILE = 2^{24} * 1KB = 4\ GB$

# Allocazione indicizzata combinata



- $\#INDICI_{LIVELLO} = 2$
- $\#INDICI = 2^7 + 2^7 \left( 2^7 + 2^7 \left( 2^7 + 2^7 2^8 \right) \right) = 2^7 + 2^{14} + 2^{21} + 2^{29}$
- $DIMENSIONE\ MASSIMA\ FILE = \#INDICI * 1KB \cong 514\ GB$

# Filesystem

---

## ■ Esercizio 4

- Si supponga di avere blocchi da 1KB e indici di dimensione 4B.
- Si supponga inoltre di avere un file di 128KB.
- Simulare
  - Accesso sequenziale a tutto il file
  - Accesso casuale alla fine del file
  - Accesso casuale al blocco 127 partendo dal 128 ( `lseek(fd,-1024, SEEK_CUR)` )
- Supponendo che il filesystem abbia
  - Allocazione contigua
  - Allocazione concatenata
  - Allocazione indicizzata semplice

# Accesso Sequenziale

## ■ Allocazione contigua

- $\#BLOCCHI_{FILE} = \frac{2^{17}}{2^{10}} = 2^7 = 128$
- Accedo al filesystem ( blocchi (200,128) )
- Accedo al blocco dati 200
- Finito l'accesso al blocco dati 200 carico il blocco dati 201
  - Non controllo più il filesystem perché so che i blocchi sono tutti contigui
- In totale faccio solo 128 accessi ai blocchi ( da blocco 200 a 327 )

## ■ Allocazione concatenata

- $\#BLOCCHI_{FILE} = \frac{2^{17}}{2^{10} - 2^2} = 128.5 \rightarrow 129$  perché devo memorizzare l'indice
- Accedo al filesystem ( primo blocco (200) )
- Accedo al blocco dati 200
- Finito l'accesso ai dati del blocco dati 200 leggo il numero del blocco dati successivo
  - Non controllo più il filesystem perché il blocco precedente mi dice quale è quello successivo
- In totale faccio solo 129 accessi ai blocchi



# Accesso Sequenziale

---

## ■ Allocazione indicizzata semplice

$$_ \#BLOCCHI_{FILE} = \frac{2^{17}}{2^{10}} = 2^7 = 128$$

$$_ \#INDICI_{BLOCCO} = \frac{2^{17}}{2^2} = 2^{15} > 128$$

- Accedo al filesystem ( blocco indice **(200)** )
- Accedo al blocco indice 200
- Accedo al blocco primo dati
- Finito l'accesso al primo blocco dati carico accedo al blocco indice per sapere quale è il successivo
- In totale faccio 256 accessi ai blocchi ( 128 indice + 128 dati )

# Accesso Casuale Fine

---

## ■ Allocazione contigua

- Accedo al filesystem ( blocchi (200,128) )
- Calcolo il numero del blocco finale (200+128)
- Accedo al blocco dati 327 ( il 128 blocco sequenziale )
- In totale faccio solo 1 accesso

## ■ Allocazione concatenata

- Accedo al filesystem( primo blocco (200) )
- Accedo al blocco dati 200
- Recupero il numero del blocco successivo
- Termino quando ho fatto passare tutti i blocchi e sono arrivato al 129 blocco
- In totale faccio 129 accessi ai blocchi

# Accesso Casuale Fine

---

- **Allocazione indicizzata semplice**
  - Accedo al filesystem ( blocco indice **(200)** )
  - Accedo al blocco indice 200
  - Accedo all'ultimo blocco dati nel blocco indice
  - In totale faccio 2 accessi ai blocchi ( 1 indice + 1 dati )

# Accesso Casuale Precedente

---

- Devo accedere al blocco  $-1024/1024 = -1$  rispetto all'attuale
- Calcolo il numero del blocco del file  $128-1 = 127$
- **Allocazione contigua**
  - Sono al blocco 327
  - Accedo direttamente al blocco dati  $327 - 1 = 326$
  - In totale faccio solo 1 accesso
- **Allocazione concatenata**
  - Accedo al filesystem ( primo blocco (200) )
  - Accedo al blocco dati 200
  - Finito l'accesso ai dati del blocco dati 200 leggo il numero del blocco dati successivo fino a che non arrivo al 127esimo blocco del file
    - Non controllo più il filesystem perché il blocco precedente mi dice quale è quello successivo
  - In totale faccio 127 accesso ai blocchi
  - **ATTENZIONE:** Devo sempre passare dal filesystem per un "accesso all'indietro"

# Accesso Casuale Precedente

---

- **Allocazione indicizzata semplice**
  - Accedo al filesystem ( blocco indice **(200)** )
  - Accedo al blocco indice 200
  - Accedo al blocco 127 del blocco indice
  - In totale faccio 2 accessi ai blocchi ( 1 indice + 1 dati )