Sistemas de Archivos

Gisela Confalonieri

Departamento de Computación - FCEyN

19 de mayo de 2023

Estructura de la clase

Repaso

- Un **sistema de archivos** nos permite administrar y ordenar los archivos dentro de un medio de almacenamiento.
- Partes de un sistema de archivos:
  - Archivos que almacenan datos.
  - Estructura de directorios para organizar los archivos.
- ¿Qué es un archivo?
  - Una unidad de almacenamiento lógico.
  - Un conjunto de información relacionada, con **nombre** (y otros metadatos), que se guarda en almacenamiento secundario.
  - Desde una perspectiva de usuarie, es la porción más chica de almacenamiento (no puedo almacenar algo si no es en un archivo).

Archivos

Atributos de un archivo:

- Nombre
- Tipo
- Tamaño
- Permisos
- Timestamps
- ...

Operaciones sobre archivos:

- Crear
- Abrir
- Escribir
- Leer
- Borrar
- ...

Directorios

- ¿Cómo sabemos, a partir de su nombre, dónde está almacenado un archivo? Gracias a los **directorios**.

Los **directorios** también son archivos. Consisten en una tabla con una entrada por cada archivo que contienen, indicando su nombre y su posición física en el disco.

- Un directorio puede contener subdirectorios. Así, podemos organizar los archivos en una *estructura jerárquica*, mediante un árbol de directorios.

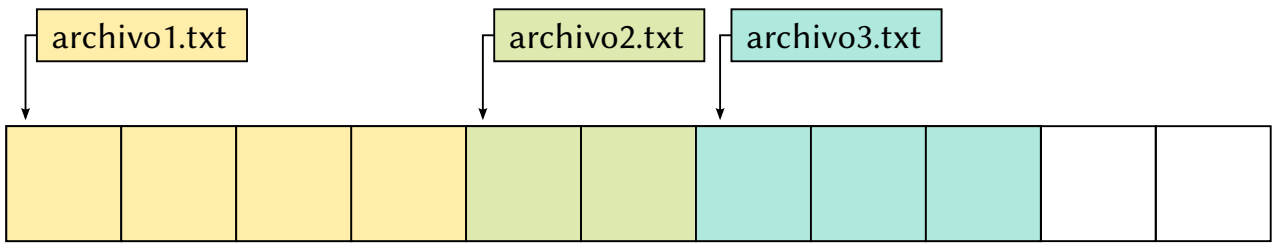
Almacenamiento secundario

- Las lecturas y escrituras a un medio de almacenamiento se hacen en unidades llamadas **bloques**.
- Uno de los problemas que debe resolver un sistema de archivos es cómo **asignar** los bloques a los diferentes archivos.
- Cada archivo ocupa una cantidad entera de bloques. ¿Qué problema ocasiona esto? $\rightarrow$ *fragmentación interna*.

Asignación contigua

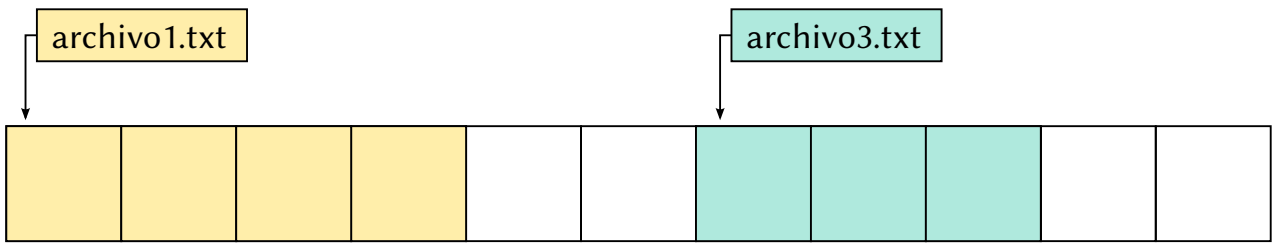
- Almacenar cada archivo en un conjunto de bloques contiguos.
- ¿Qué datos necesito para acceder a un archivo? → la dirección del bloque inicial y el tamaño (en bloques) del archivo.
- Es fácil de implementar pero tiene limitaciones.
- Principal problema: encontrar espacio para un nuevo archivo. Como los archivos se van asignando y borrando, el espacio libre queda roto en pequeños pedacitos → *fragmentación externa*.

Asignación contigua: ejemplo



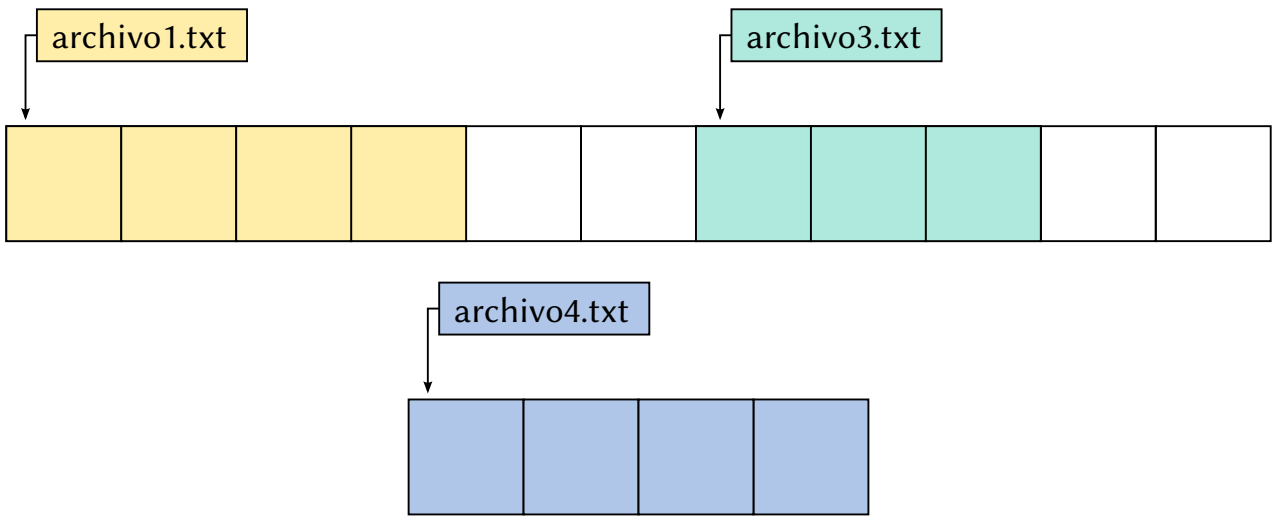
Problema: Aunque hay espacio para `archivo4.txt`, no se lo puede almacenar debido a la *fragmentación externa*.

Asignación contigua: ejemplo



Problema: Aunque hay espacio para `archivo4.txt`, no se lo puede almacenar debido a la *fragmentación externa*.

Asignación contigua: ejemplo



Problema: Aunque hay espacio para `archivo4.txt`, no se lo puede almacenar debido a la *fragmentación externa*.

Ejercicio 1 - Contiguo

1. Se tiene un disco con bloques de 8 KB, y un sistema de archivos donde los bloques de un archivo se almacenan en forma contigua. Considerar un archivo de 10 MB, para el que se conoce en qué posición del disco se encuentra su primer bloque. Suponer que hay bloques libres luego del final del archivo, pero no antes del comienzo.
   - ¿Cuántas operaciones de disco son necesarias para...
     - **(a)** agregar un bloque al principio del archivo?
     - **(b)** agregar un bloque en la mitad del archivo?
     - **(c)** agregar un bloque al final del archivo?
     - **(d)** eliminar el primer bloque del archivo?
     - **(e)** eliminar el bloque en la mitad del archivo?
     - **(f)** eliminar el último bloque del archivo?

Ejercicio 1 - Contiguo

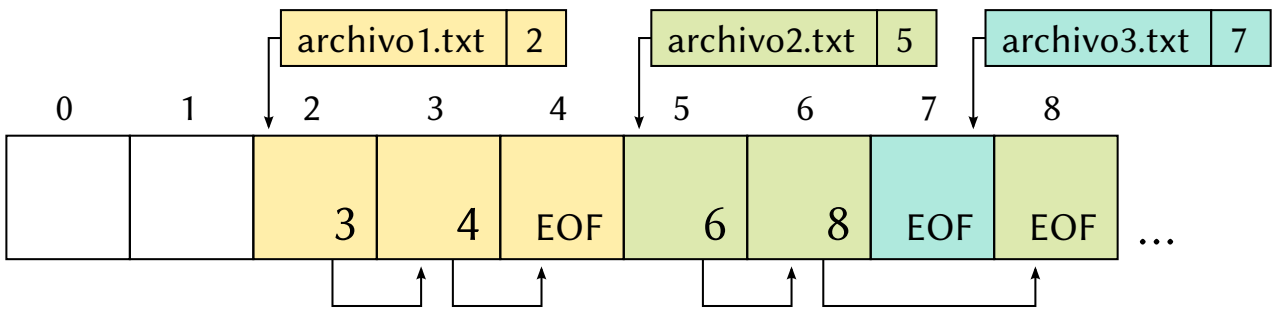
1. Se tiene un disco con bloques de 8 KB, y un sistema de archivos donde los bloques de un archivo se almacenan en forma contigua. Considerar un archivo de 10 MB, para el que se conoce en qué posición del disco se encuentra su primer bloque. Suponer que hay bloques libres luego del final del archivo, pero no antes del comienzo.

	Contiguo	FAT			inodos		
	Disco	Disco	Lect	Esc	Disco	Lect	Esc
add_0	2561	X	X	X	X	X	X
$add_{\frac{n}{2}}$	1281	X	X	X	X	X	X
add_n	1	X	X	X	X	X	X
del_0	2558	X	X	X	X	X	X
$del_{\frac{n}{2}}$	1278	X	X	X	X	X	X
del_n	0	X	X	X	X	X	X

Tabla de asignación de archivos (FAT)

- Permite almacenar los archivos de forma *no secuencial*, guardando para cada bloque de un archivo, una **referencia** al siguiente (al estilo lista enlazada).
- La tabla tiene una entrada por cada bloque y se indexa por número de bloque.
- Cada entrada de la tabla contiene el número de bloque del siguiente bloque en el archivo. El último bloque de un archivo se señala con un valor especial de EOF. Si el bloque no está en uso, se señala con otro valor especial.
- ¿Qué datos necesito para acceder a un archivo? $\rightarrow$ El número de bloque del primer bloque del archivo.

Tabla de asignación de archivos (FAT): ejemplo



Ejercicio 1 - FAT

2. Se tiene un disco con bloques de 8 KB y un sistema de archivos con una FAT, que está cargada en memoria. Considerar un archivo de 10 MB, para el que se conoce la dirección de su primer bloque.
   - ¿Cuántas operaciones de disco son necesarias para...
     - (a) agregar un bloque al principio del archivo?
     - (b) agregar un bloque en la mitad del archivo?
     - (c) agregar un bloque al final del archivo?
     - (d) eliminar el primer bloque del archivo?
     - (e) eliminar el bloque en la mitad del archivo?
     - (f) eliminar el último bloque del archivo?

     ¿Cuántas posiciones de la FAT deben consultarse y cuántas deben modificarse en cada caso?
   - Comparar con los resultados obtenidos para la asignación contigua.

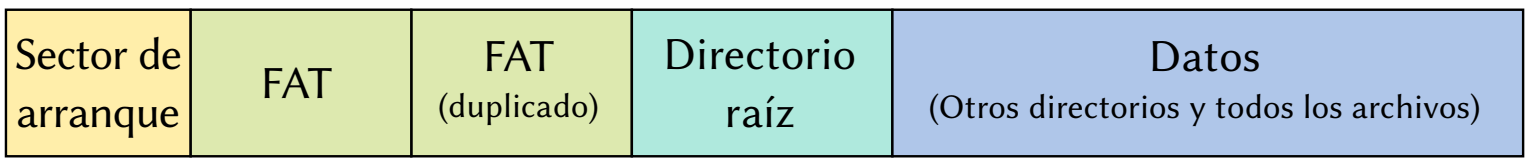
Ejercicio 1 - FAT

2. Se tiene un disco con bloques de 8 KB y un sistema de archivos con una FAT, que está cargada en memoria. Considerar un archivo de 10 MB, para el que se conoce la dirección de su primer bloque.

	Contiguo	FAT			inodos		
	Disco	Disco	Lect	Esc	Disco	Lect	Esc
add_0	2561	1	0	1	X	X	X
$add_{\frac{n}{2}}$	1281	1	640	2	X	X	X
add_n	1	1	1279	2	X	X	X
del_0	2558	0	1	0	X	X	X
$del_{\frac{n}{2}}$	1278	0	641	1	X	X	X
del_n	0	0	1278	1	X	X	X

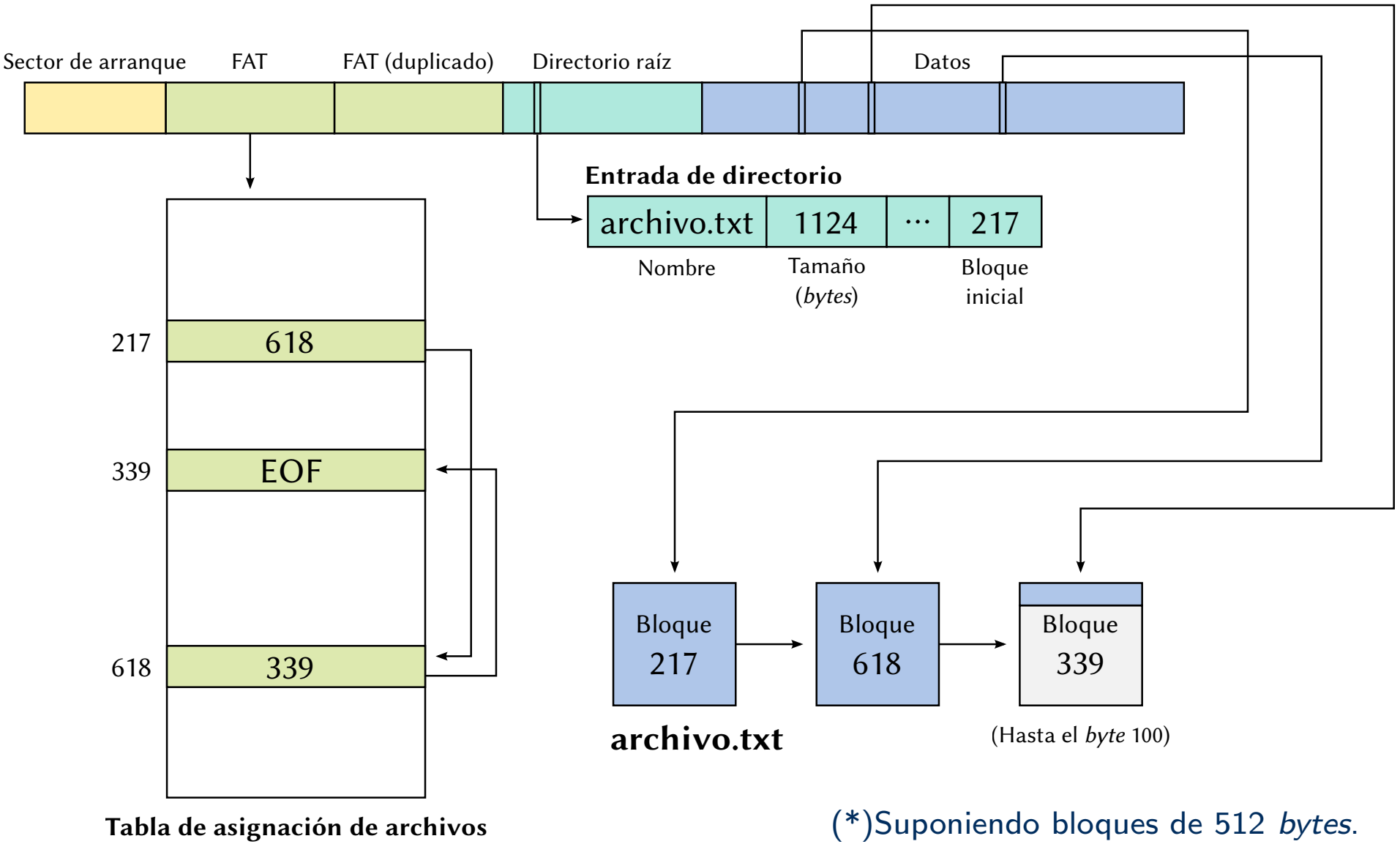
Directorios en FAT

- Indican el índice del **primer bloque** de cada archivo.
- Contienen todos los **metadatos**: nombre, tamaño, fecha de último acceso, etc.
- El bloque del directorio **root** es distinguido. De esta forma, podemos encontrar cualquier archivo a partir de su **ruta**.



Estructura de un sistema de archivos FAT32.

Directorios en FAT: obteniendo un archivo(*)



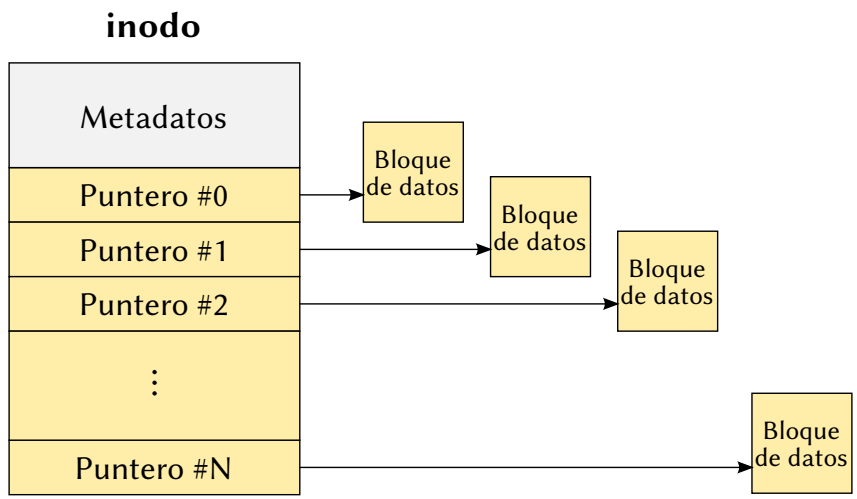
(*)Suponiendo bloques de 512 *bytes*.

Tabla de asignación de archivos (FAT): Problemas

- Es poco eficiente cuando el acceso a los bloques no es secuencial.
- Tener que cargar toda la tabla en memoria es problemático.

Inodos

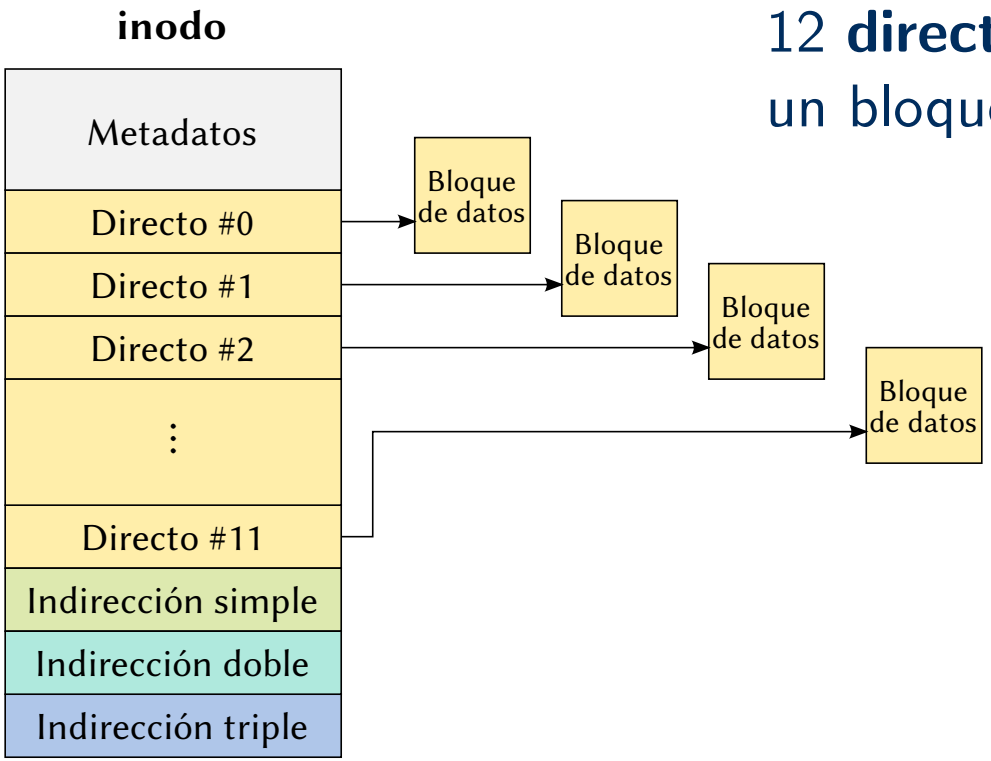
- En un sistema con **inodos**, cada archivo tiene su propio **índice de bloques**, con **punteros** a los bloques de datos que conforman del archivo.
- La iésima entrada en el índice apunta al iésimo bloque del archivo.
- Ojo: mantener este índice requiere espacio. ¿Qué tan grande debe ser la estructura de índices? → Queremos que sea lo más chico posible. Pero si es muy pequeño, no podrá almacenar la cantidad de punteros suficientes para un archivo grande.



Inodos: Punteros con indirección

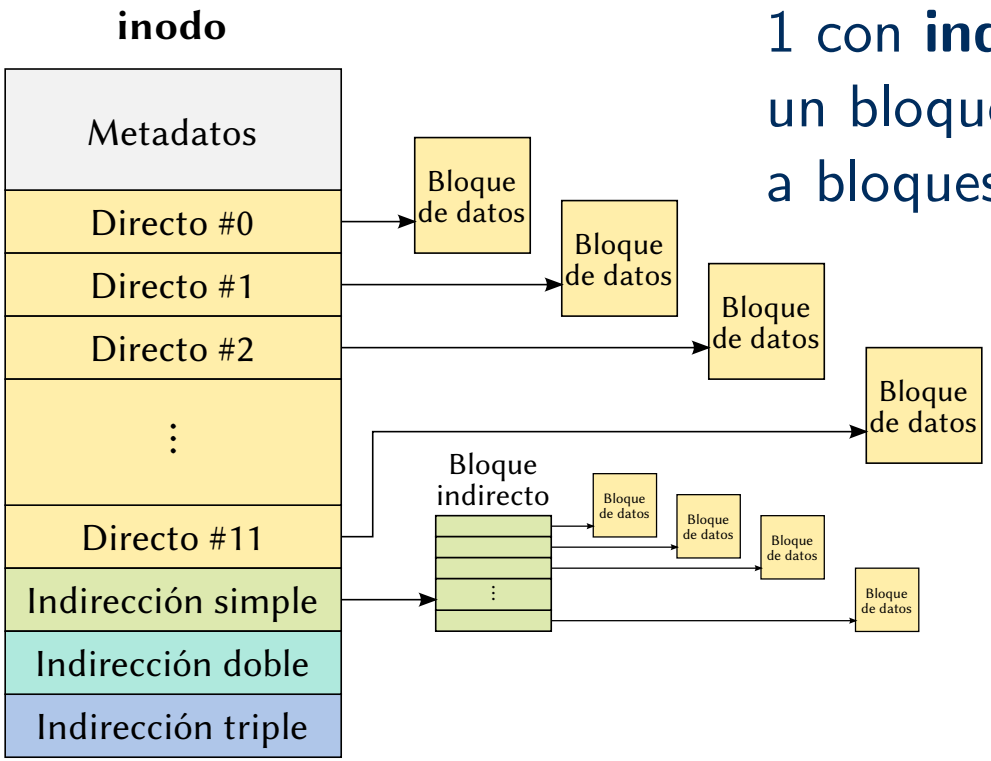
- Es deseable que los inodos tengan un tamaño fijo.
- Además, los primeros bloques de un archivo suelen ser accedidos con más frecuencia.
- Por eso, se utilizan **punteros con indirección**.
- Por ejemplo, en ext2, todos los inodos contienen 15 punteros a bloques, de cuatro tipos distintos.

Inodos: Punteros con indirección



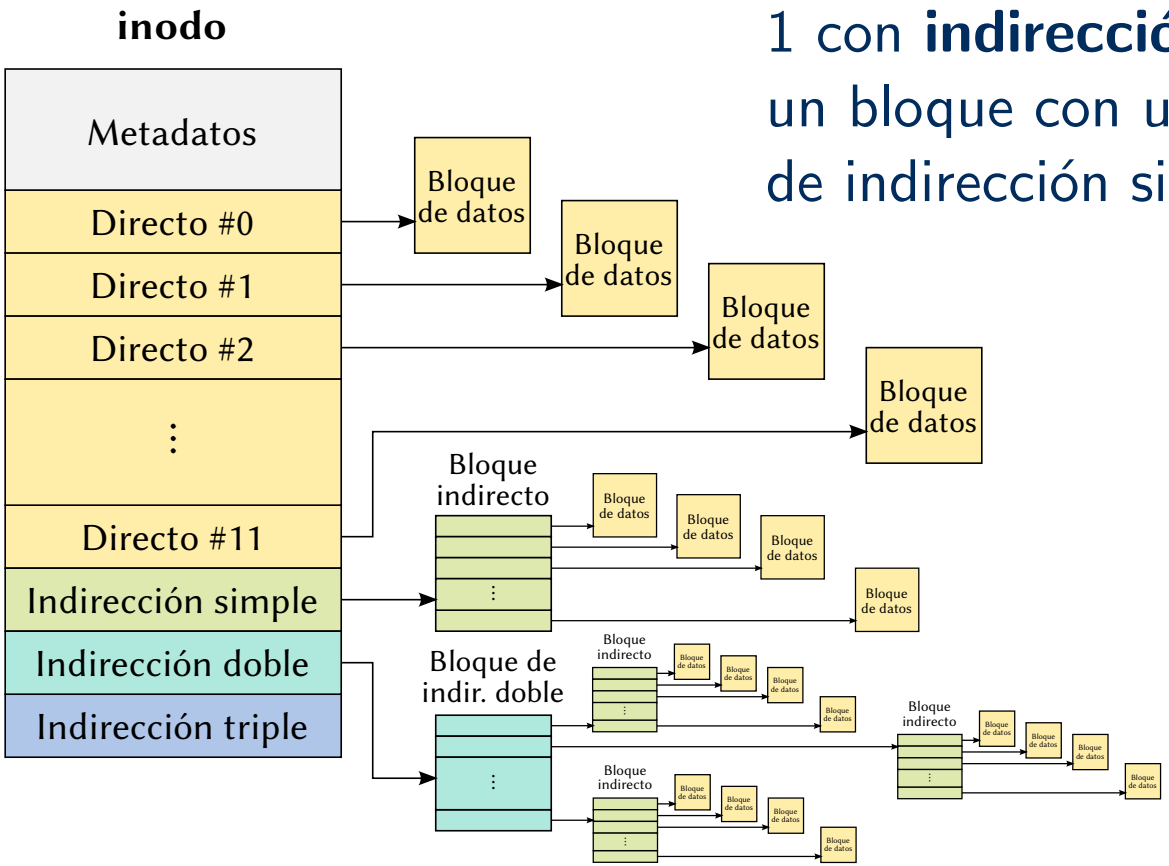
12 **directos**: apuntan directamente a un bloque de datos.

Inodos: Punteros con indirección



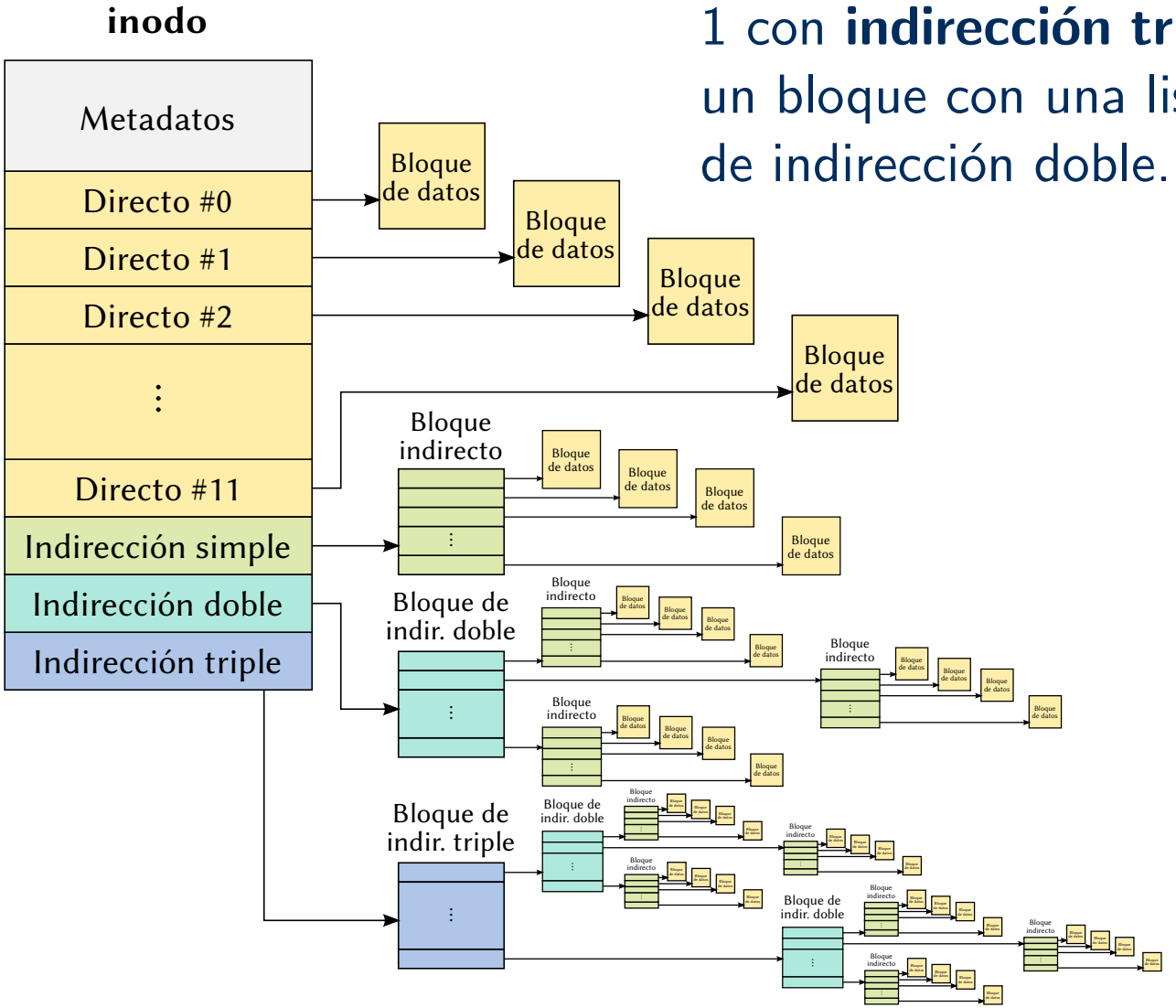
1 con **indirección simple**: apunta a un bloque con una lista de punteros a bloques de datos.

Inodos: Punteros con indirección



1 con **indirección doble**: apunta a un bloque con una lista de punteros de indirección simple.

Inodos: Punteros con indirección



1 con **indirección triple**: apunta a un bloque con una lista de punteros de indirección doble.

Ejercicio 1 - inodos

3. Se tiene un disco con bloques de 8 KB y un sistema de archivos con inodos, sin indirecciones. Considerar un archivo de 10 MB, cuyo inodo está cargado en memoria.
   - ¿Cuántas operaciones de disco son necesarias para...
     - **(a)** agregar un bloque al principio del archivo?
     - **(b)** agregar un bloque en la mitad del archivo?
     - **(c)** agregar un bloque al final del archivo?
     - **(d)** eliminar el primer bloque del archivo?
     - **(e)** eliminar el bloque en la mitad del archivo?
     - **(f)** eliminar el último bloque del archivo?

     ¿Cuántas posiciones del inodo deben consultarse y cuántas deben modificarse en cada caso?
   - Comparar con los resultados obtenidos para la asignación contigua y con FAT.

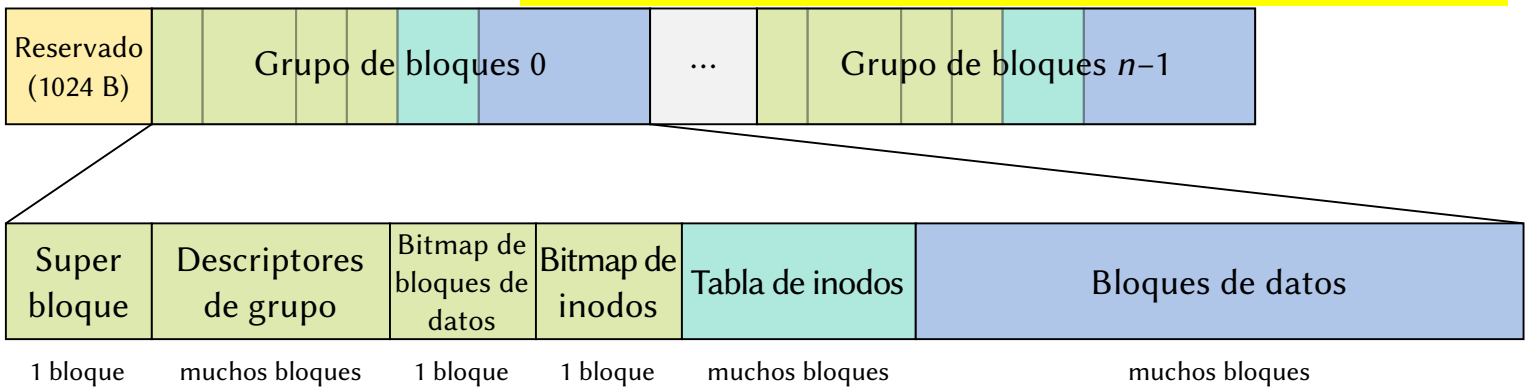
Ejercicio 1 - inodos

3. Se tiene un disco con bloques de 8 KB y un sistema de archivos con inodos, sin indirecciones. Considerar un archivo de 10 MB, cuyo inodo está cargado en memoria.

	Contiguo	FAT			inodos		
	Disco	Disco	Lect	Esc	Disco	Lect	Esc
add_0	2561	1	0	1	1	1280	1281
$add_{\frac{n}{2}}$	1281	1	640	2	1	640	641
add_n	1	1	1279	2	1	0	1
del_0	2558	0	1	0	0	1279	1279
$del_{\frac{n}{2}}$	1278	0	641	1	0	639	639
del_n	0	0	1278	1	0	0	0

¿Y dónde están los inodos?

- En un sistema de archivos ext2, los bloques del disco están particionados en **grupos de bloques** contiguos.
- Cada grupo contiene bloques de **datos** y bloques de **inodos**.



- Esto quiere decir que los inodos están *repartidos* a lo largo de todo el disco.
- En un único bloque puede haber varios inodos.
- Más detalles, en el **taller de ext2**.

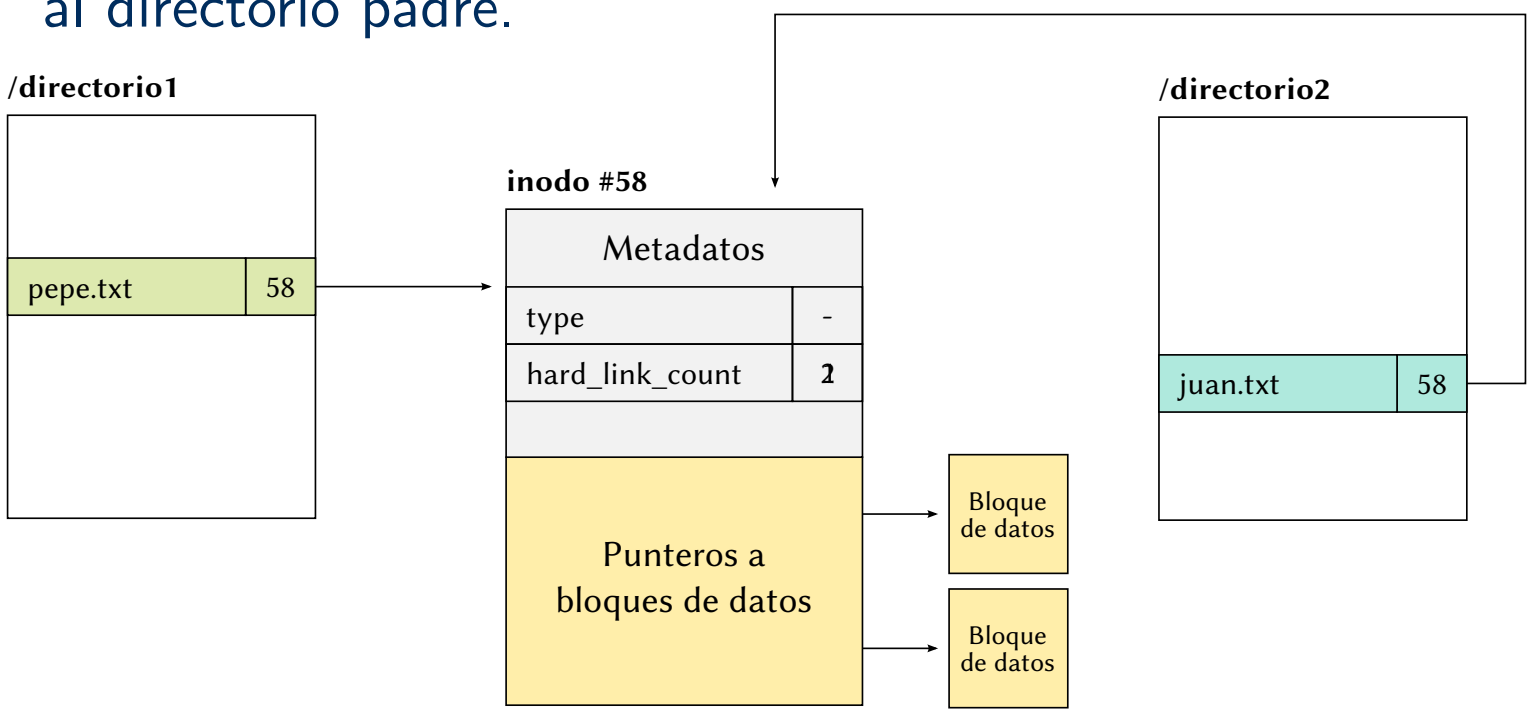
Directorios en ext2

En ext2, los directorios:

- Los directorios se almacenan en disco como archivos comunes, aunque su contenido se interpreta diferente. Se los distingue por el tipo de archivo.
- **A cada directorio le corresponde un inodo**, y cada bloque de un directorio es una lista de entradas de directorio (*dentry*). Cada entrada a su vez contiene la longitud de la entrada, el **nombre** del archivo, y el número de inodo al que refiere. El resto de metadatos están en cada inodo.
- Las primeras dos entradas en todos los directorios son ‘‘.’’ y ‘‘..’’.
- Al igual que en FAT, el inodo del directorio **root** es distinguido: es siempre el inodo número 2.

Enlaces

- En los sistemas de archivos con inodos, el nombre de los archivos **no aparece** en los inodos.
- Así, podemos referenciar el mismo inodo con diferentes nombres, y desde más de un directorio.
- Esto se conoce como **enlace duro** o **físico** (*hard link*).
- El nombre de archivo "." en un directorio es un enlace duro al mismo directorio. El nombre de archivo ".." es un enlace duro al directorio padre.

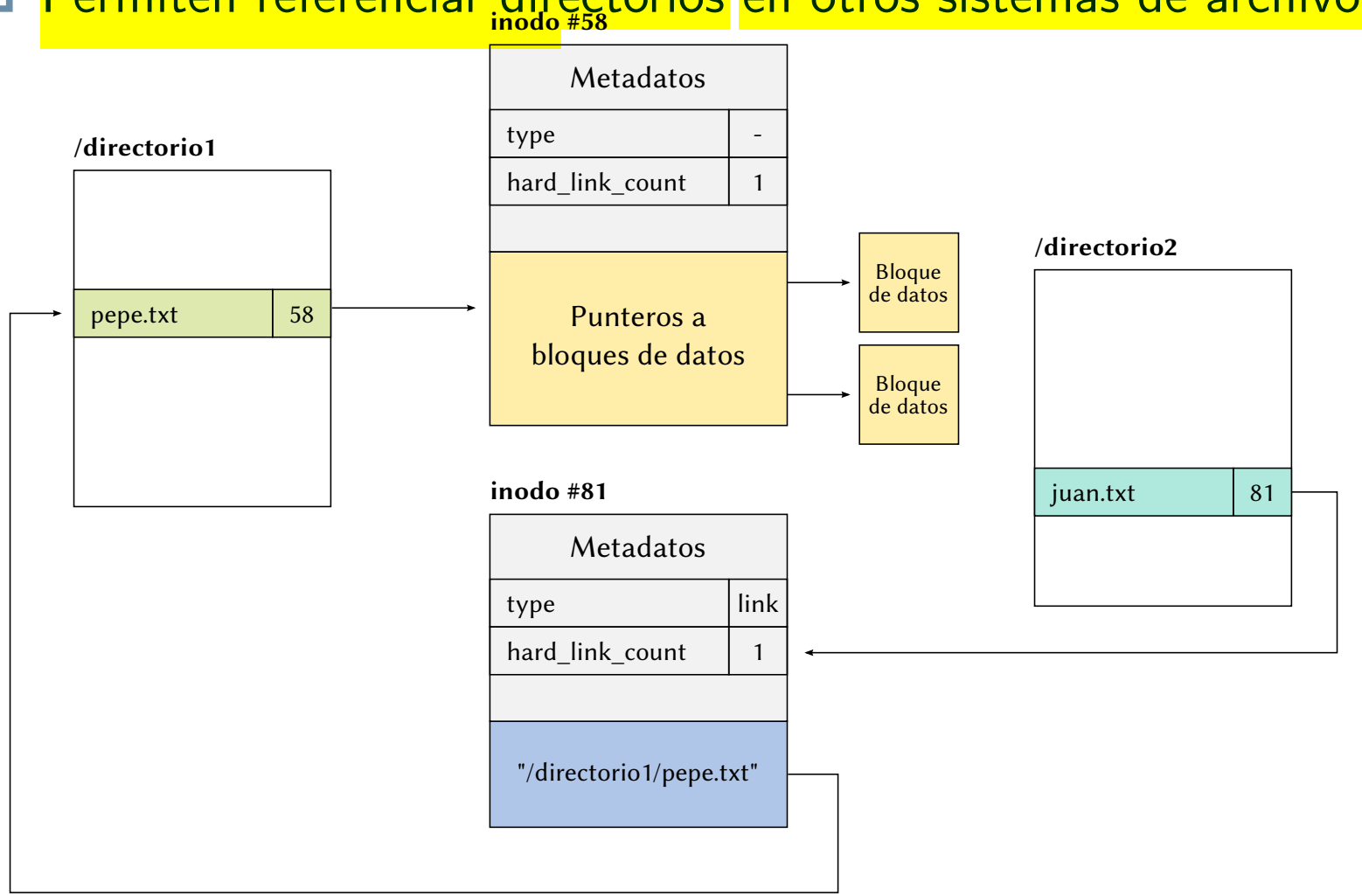


Enlaces

- ¿Cómo hacemos para borrar un archivo que puede tener enlaces? Podemos preservar el archivo hasta que se borren todas las referencias.
- ¿Cómo sé si ya borré todas las referencias? Se mantiene la cuenta de todas las referencias al archivo en el inodo. Cuando se crea un enlace, se incrementa el contador. Cuando un enlace se borra, se decrementa el contador. El archivo se borra cuando el contador está en cero.

Enlaces

- También podemos crear **enlaces simbólicos** (*symbolic links*). Estos se implementan mediante un inodo adicional, donde se almacena el destino del enlace.
- Permiten referenciar directorios en otros sistemas de archivos.



Enlaces

- ¿Qué pasa si borramos un enlace simbólico? No se lleva una cuenta de los enlaces simbólicos. Si se borra el enlace, el archivo original sigue igual.
- ¿Qué pasa si borramos un archivo que está siendo referenciado por un enlacce simbólico? El archivo no sabe que hay referencias simbólicas. Si se borra el archivo, se libera el espacio correspondiente y el enlace queda roto.

Ejercicio de parcial

Próximamente...

Resumen de la clase:

- Analizamos distintos enfoques de sistemas de archivos.
  - Asignación contigua de bloques.
  - FAT
  - inodos
- Vimos cómo se manejan los directorios en FAT32 y Ext2.

Próxima clase: Taller de ext2.

Con esto se puede resolver toda la guía práctica 6.


SO ASK ME
QUESTIONS
quickmeme.com