

Sistemas de Archivos

- Un **sistema de arquivos** é unha estrutura que permite tanto o almacenamento de información nunha partición como a súa modificación e recuperación.
 - Para que sexa posible traballar nunha partición é necesario asignarlle previamente un sistema de arquivos.
 - Esta operación denomínase **formatear unha partición**.
- Cada sistema operativo foi deseñado para obter o mellor rendemento cun sistema de arquivos concreto
 - FAT → DOS,
 - FAT32 → Windows 98
 - NTFS → Windows NT
 - HPFS → OS/2
 - EXT4 → Linux
- Sen embargo, é habitual que un sistema operativo sexa capaz de recoñecer múltiples sistemas de arquivos.

Cluster ou Grupo

- A unidade mínima de asignación no disco é un **sector** (1 sector son 512 bytes).
- Un arquivo necesitará un ou máis sectores para almacenar os seus datos dependendo do seu tamaño.
- En teoría os SO poderían xestionar os arquivos a nivel de sector, pero manexar anacos tan pequenos de arquivos diminuíría o rendemento do SO.
 - Ex: 10GB \approx 20.000.000 de sectores
- Así que en lugar de traballar directamente con sectores, o SO traballa con agrupacións de estes chamados **clusters**.
 - Cada cluster dependendo do seu tamaño contén un número de sectores contiguos en disco que pode variar entre 4 e 64.
 - O tamaño de cluster dependerá do sistema de arquivos asignado
 - O espacio real ocupado por un arquivo en disco será sempre un múltiplo do tamaño de cluster.
 - Ademais cada cluster pode almacenar información dun só arquivo. Se non cabe nun só cluster, utilizaráanse varios non necesariamente contiguos no disco.

Exemplo

- Supoñamos un tamaño de cluster de 4 KiB.
- Cun arquivo de 10 KiB necesitaríamos 3 clusters e se desperdiciarían 2 KiB no disco.



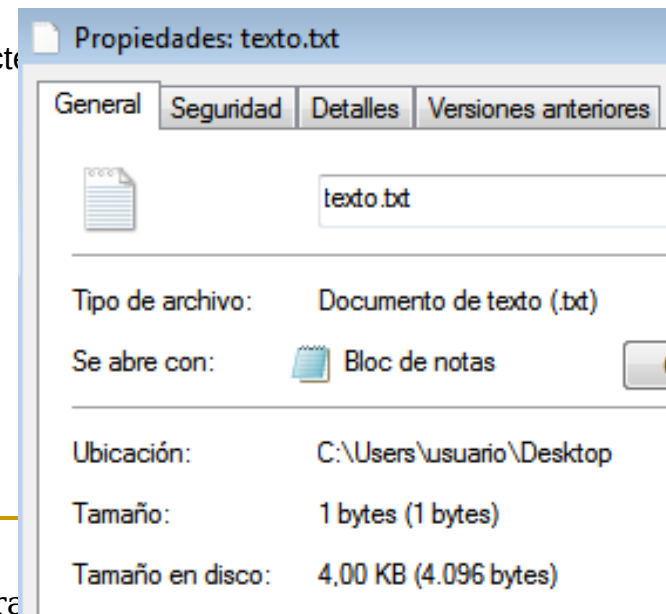
- Cun arquivo dun 1 byte, desperdicianse $4 \cdot 1024 - 1$ bytes = 4095 bytes
- O tamaño de cluster é vital en relación co espazo desperdiciado en disco.
- Exercicio
 - Crea un arquivo co notepad que conteña un carácter
 - ¿Canto ocupa en disco?

Exemplo

- Supoñamos un tamaño de cluster de 4 KiB.
- Cun arquivo de 10 KiB necesitaríamos 3 clusters e se desperdiciarían 2 KiB no disco.



- Cun arquivo dun 1 byte, desperdicianse $4 \times 1024 - 1$ bytes = 4095 bytes
- O tamaño de cluster é vital en relación co espazo desperdiciado en disco.
- Exercicio
 - Crea un arquivo co notepad que conteña un carácter
 - ¿Canto ocupa en disco?



Problema: FRAGMENTACIÓN

- Os clusters dun arquivo non teñen porque estar contiguos no disco
- **Exemplo:**
 - Creamos o arquivo A que ocupa 2 clusters e o arquivo B que ocupa 5 clusters
 - Borramos o arquivo A
 - Creamos o arquivo C que ocupa 4 clusters
 - Engadimos datos o arquivo B de modo que necesitamos un cluster mas.

A	A	B	B	B
B	B			

		B	B	B
B	B			

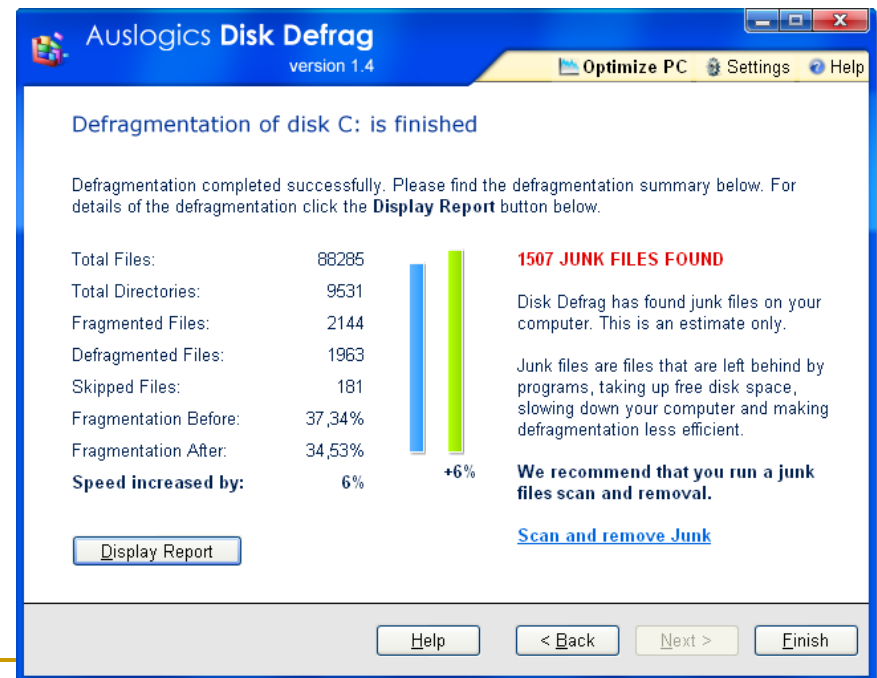
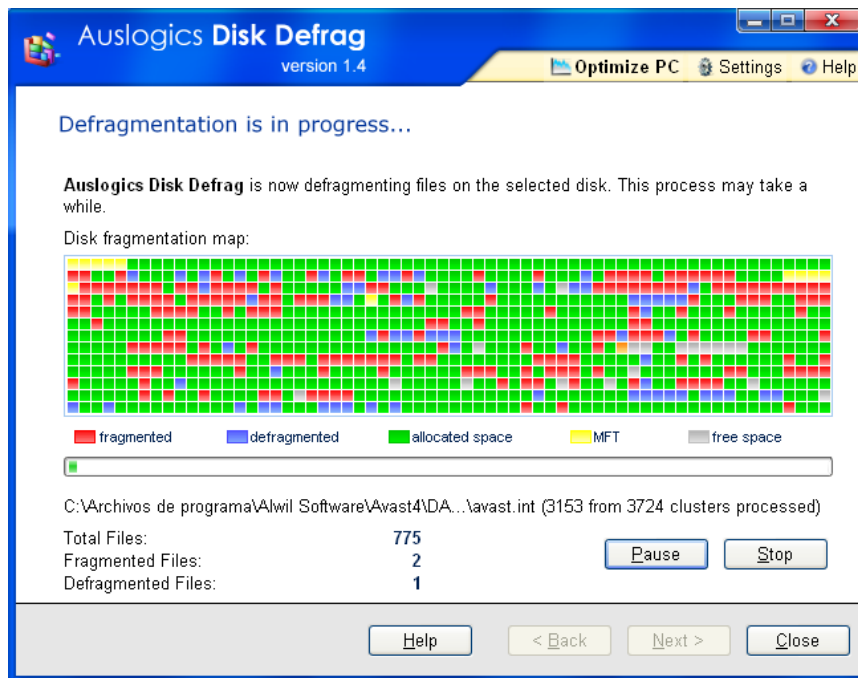
C	C	B	B	B
B	B	C	C	

C	C	B	B	B
B	B	C	C	B

- O realizar operacións cos arquivos, os seus clusters desperdéganse polo hd.
- O disco duro vaise **fragmentando**.
- Canto máis dispersos estén os clusters polo hd, máis se tardará en obter os datos dese arquivo.
- Para solucionar ese problema existe o **desfragmentador** de disco, o que fai é reunir os cluster pertencentes a un mesmo arquivo para aumentar a velocidade de acceso o mesmo.

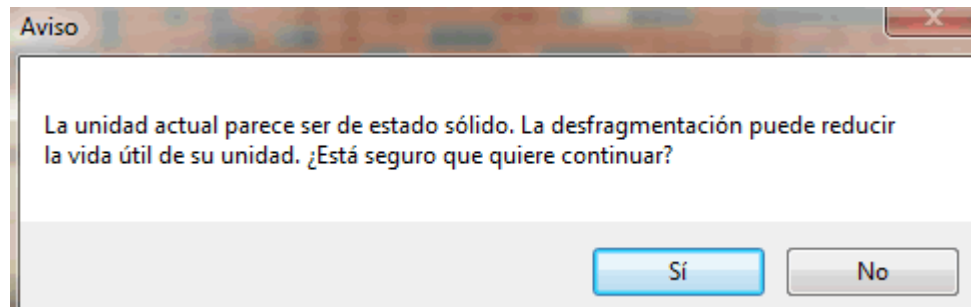
Desfragmentadores

- Windows proporcionanos ferramentas para resolver o problema da fragmentación, pero non son demasiado boas.
- Unha boa ferramenta gratuíta é **Auslogics Disk Defrag**
- Pode tardar sobre uns 20 minutos en desfragmentar unha partición, que co programa de Windows botaría horas.



Desfragmentadores (2)

- Hoxe en día pode que non necesites facelo manualmente se:
 - **Tes un disco duro SSD**
 - Nestes discos tamén hai fragmentación
 - Pero son dispositivos de acceso directo, tárdase case o mesmo en acceder os clusters independentemente da súa situación.
 - Non ten sentido desfragmentalos, de feito acorta a súa vida útil, xa que teñen un número de lecturas/escrituras limitado
 - Por defecto Windows 7 deshabilita a desfragmentación en discos SSD.



- **Tes Instalado Windows 7 ou posterior**
 - Existe unha tarefa programada que desfragmenta o equipo tódolos mércores a 1:00

Desfragmentadores (3)

- Como se comportan os distintos Sistemas de Arquivos
 - FAT
 - Os novos arquivos almacénanse o máis preto posible do inicio do disco sen deixar sitio para futuras ampliacións
 - NTFS
 - Segue a mesma estratexia pero deixando un pouco de marxe para futuras ampliacións
 - Ext4
 - Reparte os arquivos polo disco duro deixando moito espacio libre entre eles (sempre que sexa posible). A fragmentación aparece cando o disco se enche.

Formato Avanzado

- Os discos duros mantiveron un tamaño de sector de 512 bytes dende 1956.
- Este tamaño de sector supón un freo para o desenvolvemento e rendemento dos discos duros actuais.
- A partir de Xaneiro de 2011 tódolos HD's fabricaranse cun tamaño de sector de 4KiB, o que se coñece como **Formato Avanzado**.
- Só é aplicable os HDD's, xa que os SSD's non teñen sectores físicos.
- Vantaxes
 - ❑ Incrementar o tamaño dos arquivos
 - ❑ Menos sectores por arquivo
 - ❑ Menor Fragmentación
 - ❑ Incremento de rendemento
 - ❑ Menos datos de ECC

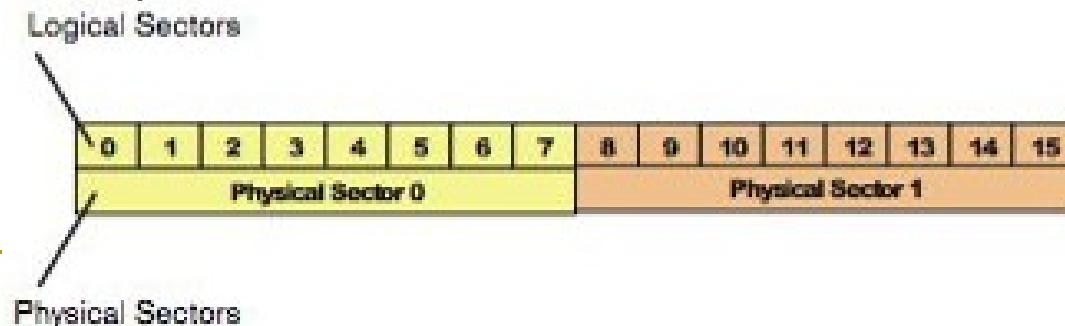


Formato Avanzado

- Actualmente podemos atopar dous tipos de discos que incorporan este formato:
 - **512e** : Dado que a maioría do software e hardware espera atopar discos duros con tamaño de sector 512 bytes. O firmware do HD presenta ao exterior un tamaño de sector emulado de 512 bytes aínda que internamente teña 4K.

```
linuxbabe@ubuntu:~$ fdisk -l /dev/sda
Disk /dev/sda: 1.84 TiB, 2000398933504 bytes, 3907029167 sectors
Disk model: Expansion
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 4096 bytes
I/O size (minimum/optimal): 4096 bytes / 4096 bytes
linuxbabe@ubuntu:~$
```

Cada sector real equivale a 8 sectores lóxicos.



Formato Avanzado



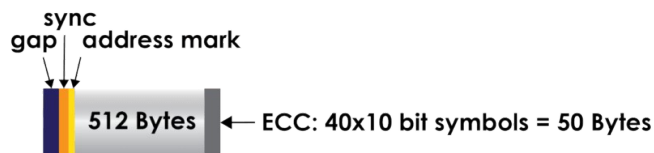
- **4K Native (4Kn)** : Estes discos non teñen ningún tipo de emulación e directamente expoñen un tamaño de sector de 4K.
 - ❑ Disponíbles a partir de 2014
 - ❑ Ofrecen un maior rendemento que os 512e
 - ❑ Discos duros empresariais



Formato Avanzado

- **Formato Avanzado permite reducir o espacio desperdiciado para corrección de erros.**
 - Elimínanse moitos bloques Sync/Dam innecesarios
 - Redúcese o proceso do ECC
 - Gáñase entre un 7 e un 10% de espacio extra

512-byte legacy sector



- Cada Sector compoñese de tres partes
 - Sync/Dam: Direccionamento do Sector
 - Os Datos
 - ECC (Error Correction Code): Asegurar a corrección dos datos.

Eight 512-byte legacy sectors



Eight 512-byte legacy sectors become a single 4K-byte sector



Sistemas de Archivos

- Windows

- FAT

- FAT16

- VFAT

- FAT32

- ExFat

- NTFS

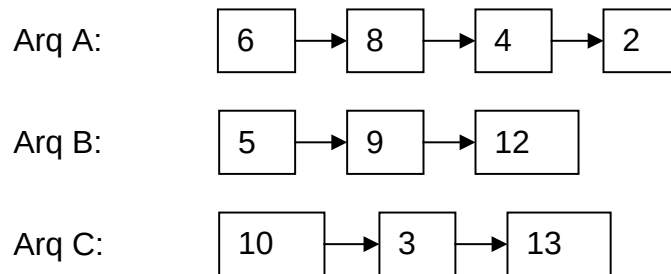
- LINUX

- EXT4

FAT (*File Allocate Table*) *táboa de asignación de arquivos*

- Baseado nunha táboa cunha función similar o índice dun libro.
- A táboa ten unha entrada por cada cluster do disco.
- Permite obter os cluster almacenados por cada arquivo, os libres e os defectuosos.

■ Exemplo de arquivos e FAT correspondente



FAT

Nº Cluster	Contido
0	
1	
2	EOF
3	13
4	2
5	9
6	8
7	FREE
8	4
9	12
10	3
11	FREE
12	EOF
13	EOF
.....	
65535	

¿Cómo o SO recupera os clusters dun arquivo?

- Para obter o contido dun arquivo o SO emprega a súa ruta completa (Ex: C:\Dir1\a.txt).
- A partir do directorio raíz busca o directorio no que se atopa o arquivo e nese directorio obtén o número do seu primeiro cluster

Estructura dunha entrada de directorio MS-dos

8	3	1	10	2	2	2	4
Nome Arquivo	Extensión	Atributos	Sen Uso	Hora	Data	Nº 1º Cluster	Tamaño

Versións de FAT

- **FAT 12**
 - Cada entrada da táboa 12 bits (moi antigo)
- **FAT 16**
 - Cada entrada da táboa 16 bits
- **VFAT**
 - Permite nomes largos (255 caracteres entre nome e extensión)
 - Apareceu no Windows 95.
- **FAT 32**
 - Cada entrada da táboa 32 bits
 - Apareceu co Windows 98
 - Nomes largos
- **exFat**
 - **Deseñado para Pendrives**
 - Non ten journaling
 - Non ten permisos locais, nin encriptación
 - Arquivos de máis de 4 GiB

- **O tamaño de cada entrada da táboa define o nº máximo de clusters a direccionar e polo tanto o tamaño máximo da partición.**
- **Exemplo:**
 - En FAT 16 a táboa pode direccionar $2^{16} = 65.536$ clusters
 - Tamaño de Cluster
 - $16 \text{ Kb} \rightarrow 65.536 * 16 = 1.048.576 \text{ kb} = 1 \text{ Gb}$
 - $32 \text{ Kb} \rightarrow 65.536 * 32 = 2.097.152 \text{ kb} = 2 \text{ Gb}$ (Tamaño máximo de 1 partición con Fat 16)

Tamaño da partición	Tamaño do cluster	
	FAT VFAT	FAT32
< 128 MB	2 KB	Non soportado
128 MB - 256 MB	4 KB	
256 MB - 512 MB	8 KB	
512 MB - 1 GB	16 KB	4 KB
1 GB - 2 GB	32 KB	
2 GB - 8 GB	Non soportado	
8 GB - 16 GB		8 KB
16 GB - 32 GB		16 KB
32 GB - 2 TB		32 KB

Vantaxes de Fat 32

- Menor desperdicio en disco
- Maior Capacidade da partición

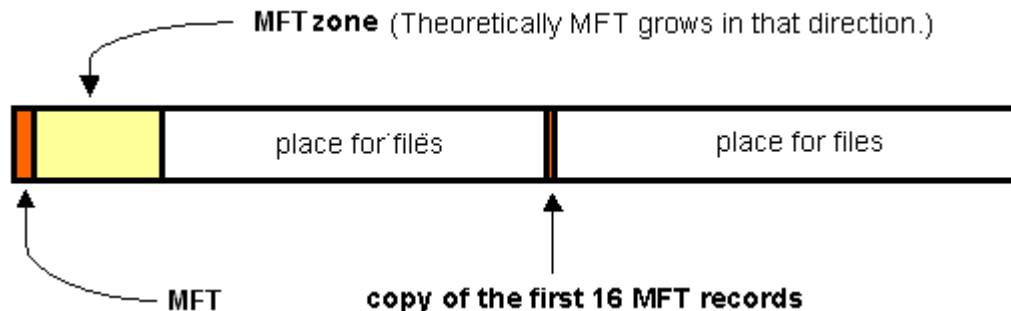
NTFS (New Technology File System)

- Apareceu co Windows NT, proporciona:
 - Permisos locais
 - Cotas de Disco
 - Compresión e Encriptación de Arquivos
 - Optimización en volumes grandes
 - Procura de arquivos máis rápida (árbores B+)
 - Seguimento de enlaces (accesos directos)
 - Corrección de erros ante caídas de máquina (**transaccional ou journaling**)
- NTFS só é recomendable para particións superiores a 400 MB, xa que as estruturas do sistema consumen moito espacio.
- NTFS permite definir o tamaño de *cluster*, a partir de 512 bytes de forma independente ó tamaño da partición.

Volume	Sectores por Cluster	Tamaño de Cluster
0 – 512 MB	1	0,5 Kb
513-1024 MB	2	1 KB
1025-2048 MB	4	2 KB
2049-32 TB	8	4 KB

Organización dunha partición NTFS

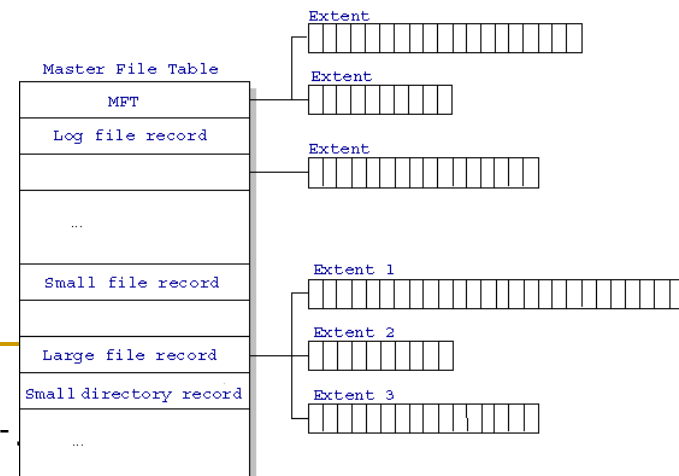
- O formatear unha partición con NTFS créanse:
 - varios arquivos do sistema
 - a **MFT** (Master File Table táboa de arquivos mestra), que contén información sobre tódolos arquivos e directorios da partición NTFS.
- A MFT está divida en rexistros
 - Os 16 primeiros conteñen información do sistema de arquivos.
 - O resto almacenan información dos arquivos e carpetas existentes no disco duro.
- A MFT é o primeiro arquivo da partición NTFS
- Existe unha copia de seguridade da MFT, en caso de erro pode empregarse para a súa reconstrucción



Atributos NTFS

- Cada arquivo ou directorio ten o seu rexistro na MFT
- NTFS considera cada arquivo (ou directorio) como un conxunto de atributos:
 - nome do arquivo
 - Permisos
 - Timestamp (data último acceso, creación, modificación)
 - Datos do arquivo.
- Cada un destes atributos pode almacenarse na propia táboa, pero se o seu tamaño é moi grande, almacénase como un arquivo diferente.
- En resumen, nunha partición NTFS existen:
 - **atributos internos** (almacenados en la MFT). Os arquivos pequenos almacenan os seus datos na MFT.
 - **Atributos externos**: Almacenados como arquivos independentes fora da MFT

Arquivos menores de 1500 bytes poden ser almacenados na propia táboa.



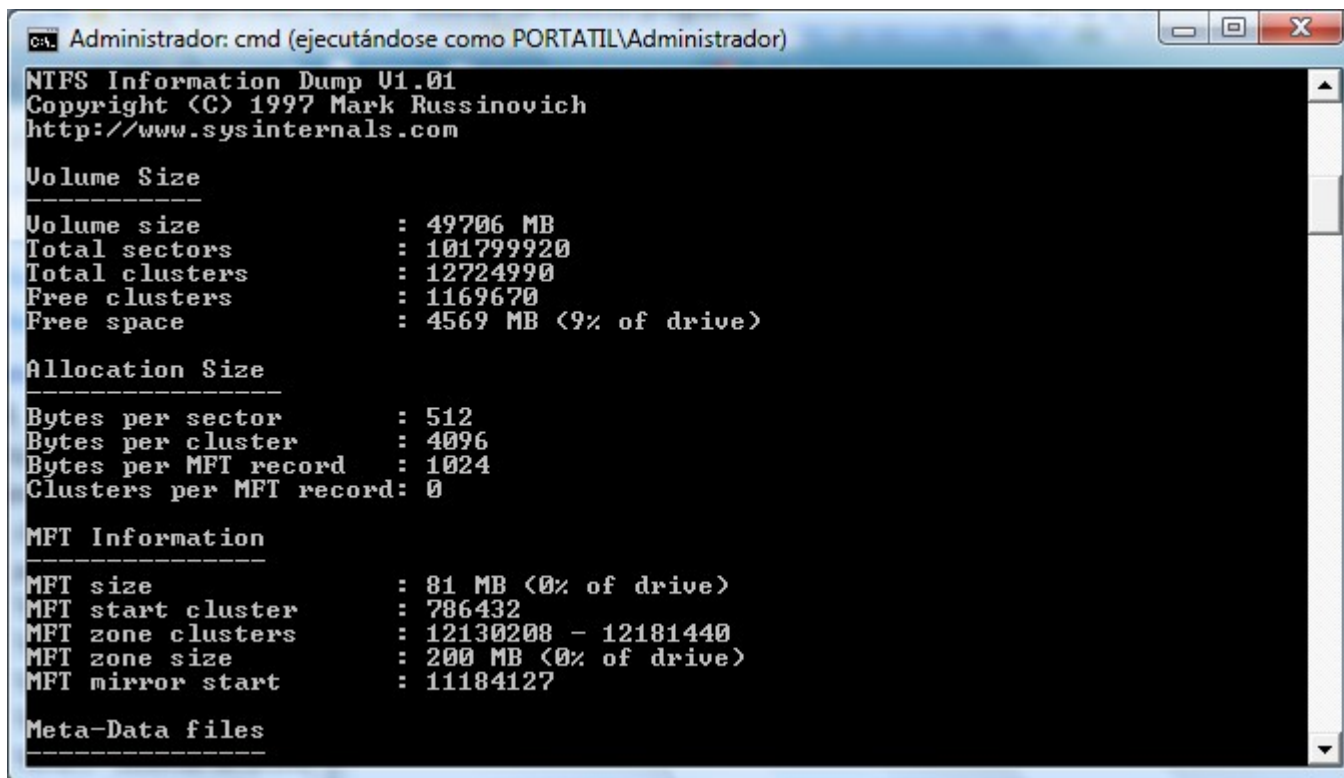
- Os arquivos do sistema almacenan os 16 primeiros rexistros da MFT
- Están ocultos
- Ocupan aproximadamente 1 MiB

Arquivo do Sistema	Nome do Arquivo	Nº de rex. MFT	Propósito do Arquivo
táboa de ficheros maestra	\$Mft	0	Lista de tódolos contidos do volumen NTFS
táboa de ficheros Maestra2	\$MftMirr	1	Copia dos primeiros tres rexistros da MFT, situada na metade do disco
Archivos de Registro (log)	\$LogFile	2	Proporciona o sistema transaccional (journaling). Unha lista das operacións levadas a cabo no sistema.
Volumen	\$Volume	3	Información do volume, como a etiqueta e a versión de NTFS
táboa de definición de atributos	\$AttrDef	4	táboa dos nomes de atributo, números e descripcións
Índice nombre del archivo raíz	\$.	5	Directorio raíz.
Bitmap de Clusters	\$Bitmap	6	Representación do volume, mostrando qué clusters están en uso.
Sector de arranque de partición	\$Boot	7	O programa de inicio para o volume (bootstrap loader), se é un volume arrincable
Ficheros de clusters erróneos	\$BadClus	8	Almacena os clusters erróneos del volume
Fichero de Cuota	\$Quota	9	Información dos valores de cota (a partir de NTFS 5.0)
táboa de mayúsculas	\$Upcase	10	Empregada para converter os caracteres minúscula os correspondentes caracteres Unicode en maiúsculas
Arquivo de extensión NTFS	\$Extend	11	Empregado para varias extensións opcionais, como cotas de disco, repase point data, e object identifiers
		12-15	Reservado para uso futuro

NTFS vs FAT

Criteria	NTFS5	NTFS	FAT32	FAT16
Operating System	Windows 2000 Windows XP	Windows NT Windows 2000 Windows XP	Windows 98 Windows ME Windows 2000 Windows XP	DOS All versions of Microsoft Windows
Limitations				
Max Volume Size	2TB	2TB	2TB	2GB
Max Files on Volume	Nearly Unlimited	Nearly Unlimited	Nearly Unlimited	~65000
Max File Size	Limit Only by Volume Size	Limit Only by Volume Size	4GB	2GB
Max Clusters Number	Nearly Unlimited	Nearly Unlimited	268435456	65535
Max File Name Length	Up to 255	Up to 255	Up to 255	Standard - 8.3 Extended - up to 255
File System Features				
Unicode File Names	Unicode Character Set	Unicode Character Set	System Character Set	System Character Set
System Records Mirror	MFT Mirror File	MFT Mirror File	Second Copy of FAT	Second Copy of FAT
Boot Sector Location	First and Last Sectors	First and Last Sectors	First Sector	First Sector
File Attributes	Standard and Custom	Standard and Custom	Standard Set	Standard Set
Alternate Streams	Yes	Yes	No	No
Compression	Yes	Yes	No	No
Encryption	Yes	No	No	No
Object Permissions	Yes	Yes	No	No
Disk Quotas	Yes	No	No	No
Sparse Files	Yes	No	No	No
Reparse Points	Yes	No	No	No
Volume Mount Points	Yes	No	No	No
Overall Performance				
Built-In Security	Yes	Yes	No	No
Recoverability	Yes	Yes	No	No
Performance	Low on small volumes High on Large	Low on small volumes High on Large	High on small volumes Low on large	Highest on small volumes Low on large
Disk Space Economy	Max	Max	Average	Minimal on large volumes
Fault Tolerance	Max	Max	Minimal	Average

NTFSINFO.EXE



The screenshot shows a Windows command prompt window titled "Administrador: cmd (ejecutándose como PORTATIL\Administrador)". The window displays the output of the NTFSINFO.EXE application, which is a utility for displaying NTFS volume information. The output is organized into several sections: "Volume Size", "Allocation Size", "MFT Information", and "Meta-Data files".

```
NTFS Information Dump V1.01
Copyright (C) 1997 Mark Russinovich
http://www.sysinternals.com

Volume Size
-----
Volume size           : 49706 MB
Total sectors         : 101799920
Total clusters        : 12724990
Free clusters         : 1169670
Free space            : 4569 MB (9% of drive)

Allocation Size
-----
Bytes per sector      : 512
Bytes per cluster     : 4096
Bytes per MFT record  : 1024
Clusters per MFT record: 0

MFT Information
-----
MFT size              : 81 MB (0% of drive)
MFT start cluster     : 786432
MFT zone clusters     : 12130208 - 12181440
MFT zone size         : 200 MB (0% of drive)
MFT mirror start      : 11184127

Meta-Data files
-----
```

- Esta aplicación proporciona información sobre unha partición NTFS.
- Para executala tes que ser administrador

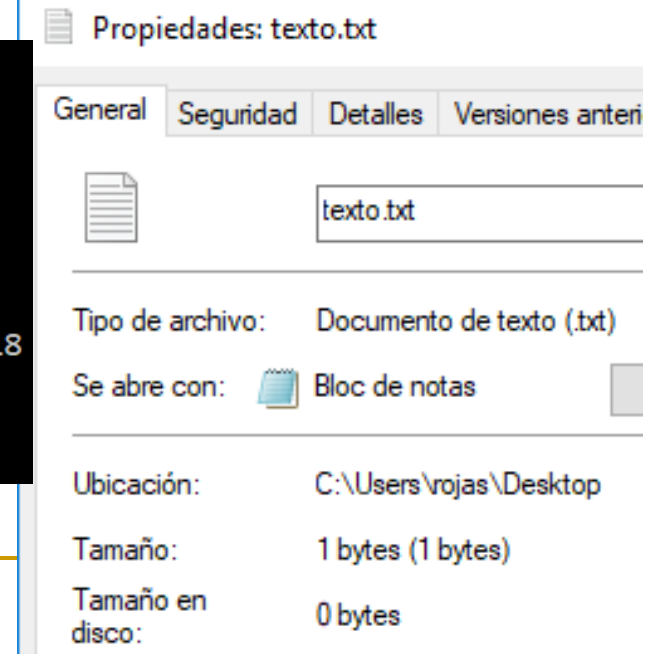
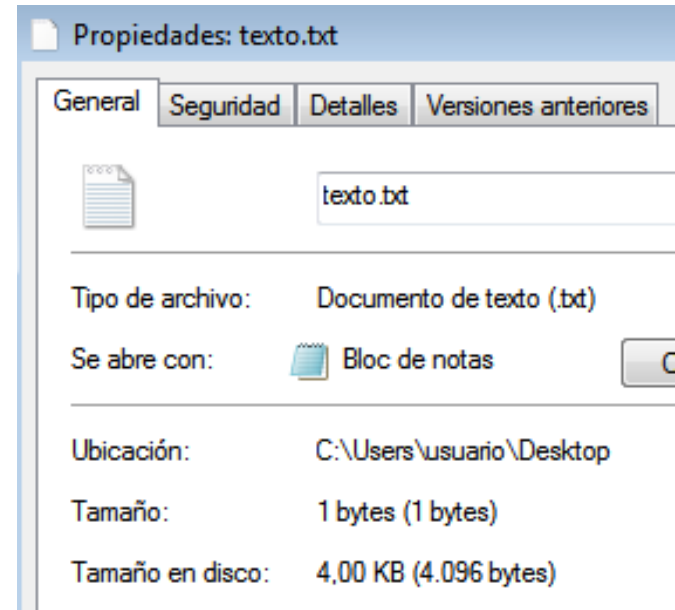
Cluster W7 vs W10

Windows 7

```
C:\Windows\system32>fsutil fsinfo ntfsinfo c:  
Número de serie de volumen NTFS: 0x00b2cbe9b2cbe170  
Versión: 3.1  
Número de sectores: 0x000000000c7ccfff  
Total de clústeres: 0x00000000018f99ff  
Clústeres vacíos: 0x0000000001624bb6  
Total de clústeres reservados: 0x00000000000022f0  
Bytes por sector: 512  
Bytes por clúster: 4096
```

Windows 10

```
C:\WINDOWS\system32>fsutil fsinfo ntfsinfo c:  
Número de serie de volumen NTFS: 0xdaf44021f43ffdef  
Versión de NTFS: 3.1  
Versión de LFS: 2.0  
Número de sectores: 0x000000000c7fffff  
Total de clústeres: 0x00000000018fffff  
Clústeres disponibles: 0x000000000bb68b7  
Total de clústeres reservados: 0x0000000000002d18  
Bytes por sector: 512  
Bytes por sector físico: 4096  
Bytes por clúster: 4096
```



Sistemas de Archivos en GNU/Linux

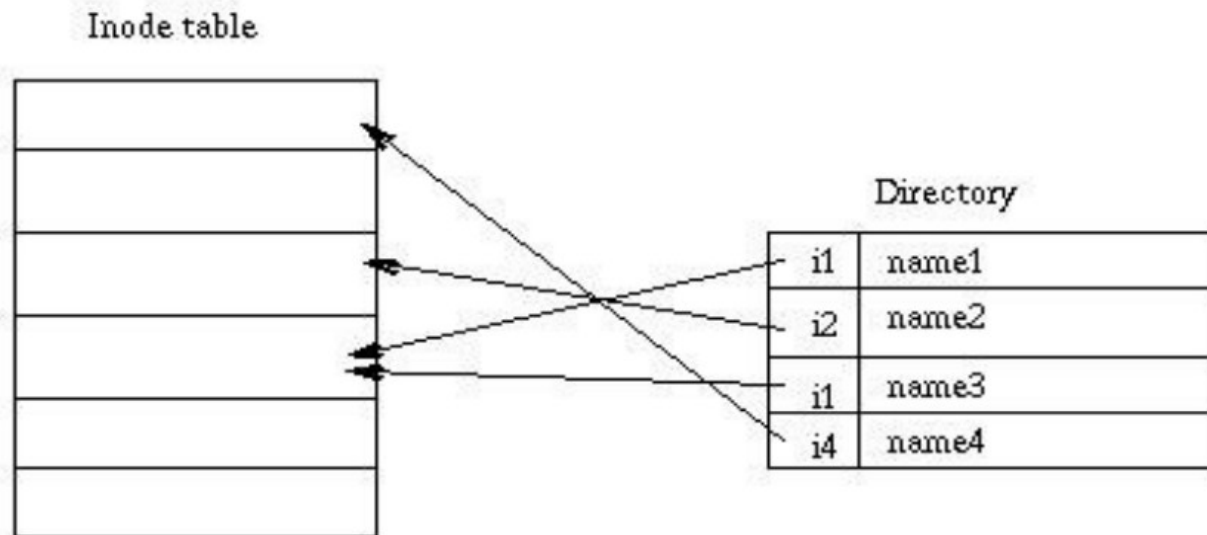
- O inicial foi extFS (Sistema de arquivos estendido)
 - No GNU/Linux a información de cada arquivo almacénase nunha estrutura de datos chamada **inodo**. Almacena:
 - Permisos
 - ID do propietario e do grupo.
 - Tamaño en bytes.
 - Hora e data do último acceso.
 - Hora e data da última modificación dos datos do arquivo
 - Hora e data da última modificación do inodo.
 - Contador de enlaces.
 - Contador de bloques.
 - Táboa de contidos
- O nome non se almacena no inode**
- ls -li → Devólvenos o número de inodo dun arquivo
 - Non temos unha táboa global coma FAT ou MFT.

Exemplo de
Inode

```
propietario    pepe
grupo          alumnos
tipo           regular file
permisos       rwxr-xr-x
acedido        Oct 23 2004 1:45 PM
modificado     Oct 22 2004 10:30 PM
inode          Oct 23 2004 1:30 PM
tamaño         6030 bytes
táboa de contido
```

Entrada de directorio

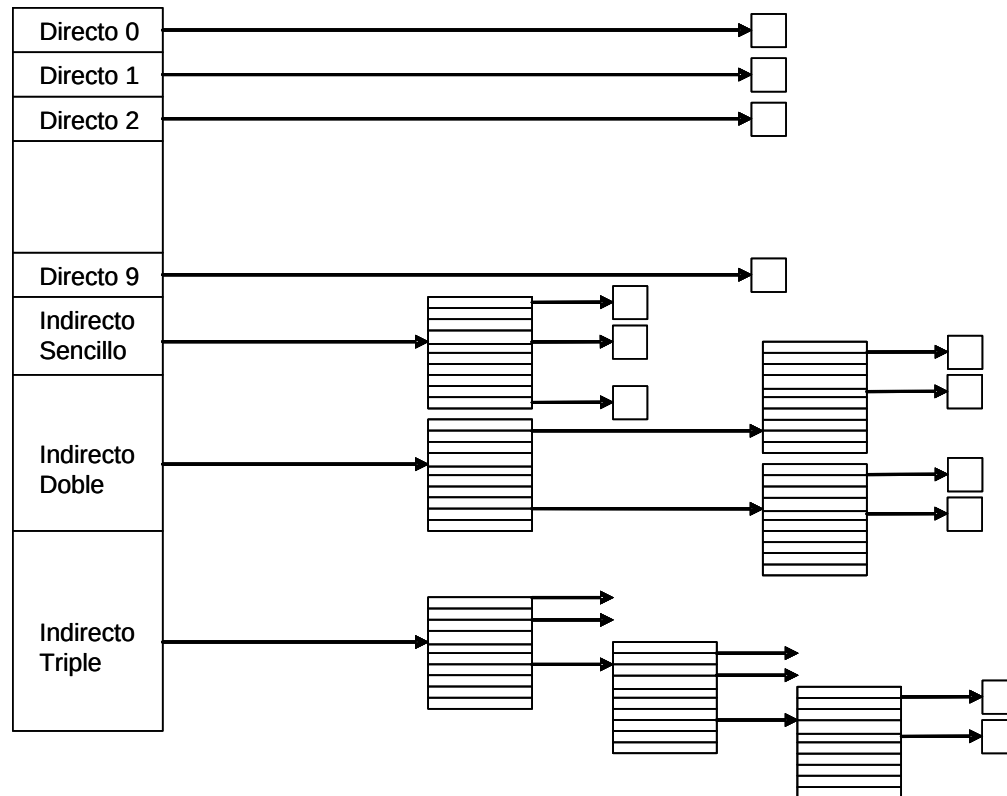
- Os directorios son arquivos que conteñen unha lista de entradas.
- Cada fila correspóndese con un arquivo ou subcarpeta dese directorio e contén o nome e o número de inode.



Táboa de contidos do Inode

- Formada por 13 campos:

- 10 directos
- 1 indirecto Sencillo
- 1 indirecto Doble
- 1 indirecto Triple



Máxima capacidade dun arquivo

- Tendo en conta que:
 - Cada bloque de disco ocupa 1 KByte
 - Cada dirección de bloque ocupa 4 bytes
 - Nun bloque caben $1024 / 4 = 256$ direccións
- Obtemos
 - 10 bloques directos de 1 kbyte cada un = 10 kbyte
 - 1 bloque indirecto → 256 direccións de bloques = 256 kbytes
 - 1 bloque indirecto dobre con 256 bloques indirectos
 - $256 \text{ kbytes} * 256 \text{ kbytes} = 65536 \text{ kbytes} / 1024 = 64 \text{ Mbytes}$
 - 1 bloque indirecto triple con 256 bloques indirectos dobres
 - $64 \text{ Mbytes} * 1024 = 16384 \text{ Mbytes} / 1024 = \mathbf{16 \text{ Gbytes}}$

Ext4

(fourth *extended filesystem* ou "cuarto sistema de arquivos estendido")

- É típico dos sistemas Linux
- Características:
 - Soporta journaling (transaccions)
 - Volume máximo de 1024 PiB.
 - Tamanho máximo de arquivo 16 TiB

Estrutura dunha partición ext4

- Superbloque:
 - Contén información sobre o Sist. de arquivos
 - Tipo
 - Tamaño
 - Estado: Montado ou non
 - Información sobre outras estruturas de datos do Sist. de Arquivos.
 - Se este bloque se dana perderíase a información do sist. de arquivos, por iso se almacenan varias copias do superbloque.
- Grupos de Bloques
 - Co intento de reducir a fragmentación, ext4 traballa con grupos de bloques

Sector Arranque	Grupo de Bloques 0	Grupo de Bloques 1	Grupo de Bloques N-1	Grupo de Bloques N
-----------------	--------------------	--------------------	-------	----------------------	--------------------

SuperBloque	Descritores de Grupo	Bitmap de Bloques	Bitmap de Inodes	Tabla de Inodes	Bloques de Datos
-------------	----------------------	-------------------	------------------	-----------------	------------------

Restaurando un superbloque danado

- Se o acceder a un sistema de arquivos atopamos a seguinte mensaxe

```
The superblock could not be read or does not describe a correct ext4
filesystem.
```

```
If the device is valid and it really contains an ext4filesystem (and not swap
or ufs or something else), then the superblock is corrupt, and you might try
running e2fsck with an alternate superblock
```

- Temos un problema co super bloque e non podemos ler correctamente a información da partición.
- De tódolos xeitos como temos múltiples copias repartidas pola partición podemos restauralo empregando unha delas.
- Para saber onde estás as copias

```
mke2fs -n /dev/sda1
```

```
Superblock backups stored on blocks:232768, 98304, 163840, 229376, 294912,
819200, 884736, 1605632, 2654208
```

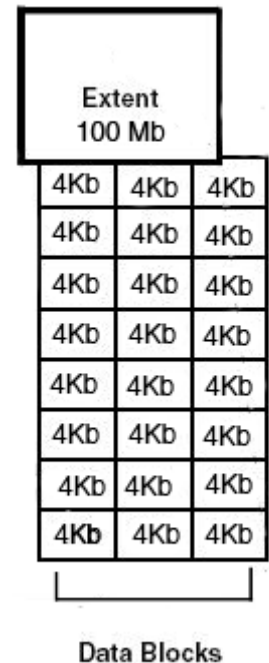
- Para restaurar o super bloque

```
e2fsck -b 232768 /dev/sda1
```

- Reiniciamos e se seguimos tendo problemas restauramos con outra copia de seguridade

Extents en Ext4

- Ata agora os datos dos arquivos almacenábanse en bloques ou clusters que non tiñan porque estar contiguos en disco.
- Un arquivo moi grande estaba almacenado nun montón de clusters, isto reducía o seu rendemento e favorecía a fragmentación.
- Para mellorar esta situación Ext4 incorpora os extents. **Un extent é unha serie de bloques contiguos en disco.**
- Por exemplo para almacenar un arquivo de 100 MiB crearía un Extent dese tamaño, é dicir, asignaríanselle 100 MiB contiguos en disco co cal aumentaríamos o rendemento e diminuíríamos a fragmentación.



Outros Sistemas de Arquivos

■ ReiserFS

- ❑ Crie-se desde zero
- ❑ Estrutura interna diferente do ext3, emprega árvores binárias.
- ❑ Suporta Journal

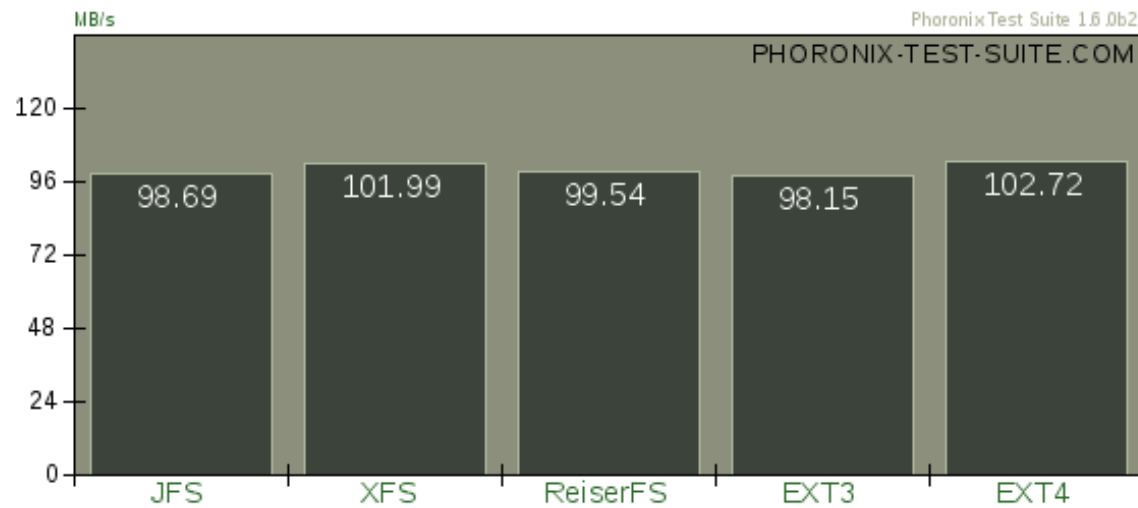
■ JFS

- ❑ Desenvolvido por IBM
- ❑ O seu design o princípio era proprietário
- ❑ Suporta journal

	Ext2FS	Ext3FS	Ext4FS	ReiserFS	JFS
Tamaño máx. partición	4 TiB	4 TiB	1024 PiB = 1 EiB	16 TiB	32 PiB
Tamaño do bloque	1KiB a 4KiB	1KiB a 4KiB		4KiB (hasta 64KiB)	512 bytes a 4KiB
Tamaño máx. Archivo	2GiB	2GiB	16 TiB	4GiB	512TiB a 4PiB
Ferramentas para recuperar arquivos borrados	Sí complexas)	Sí (complexas)		Non	Non

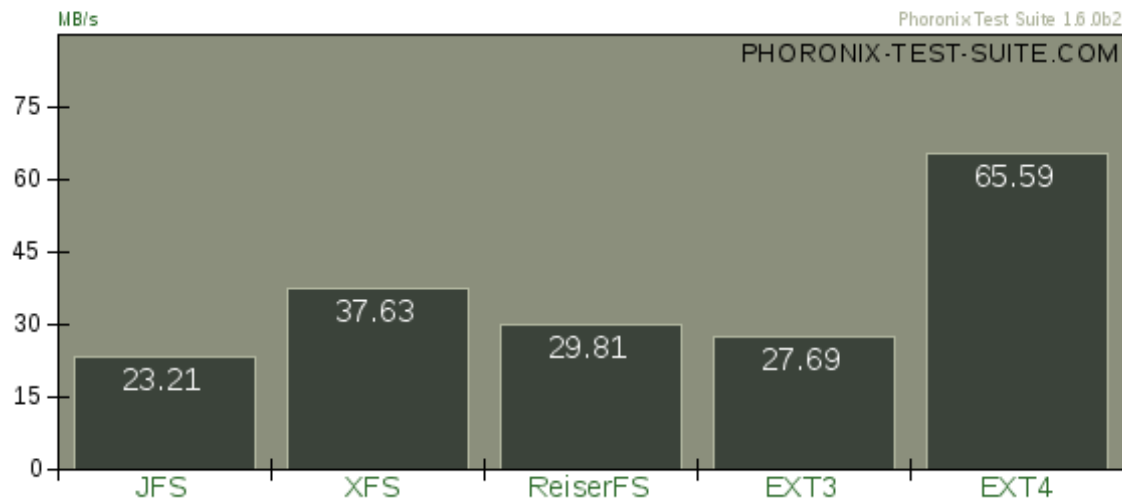
IOzone v3.315

4GB Read Performance



IOzone v3.315

4GB Write Performance

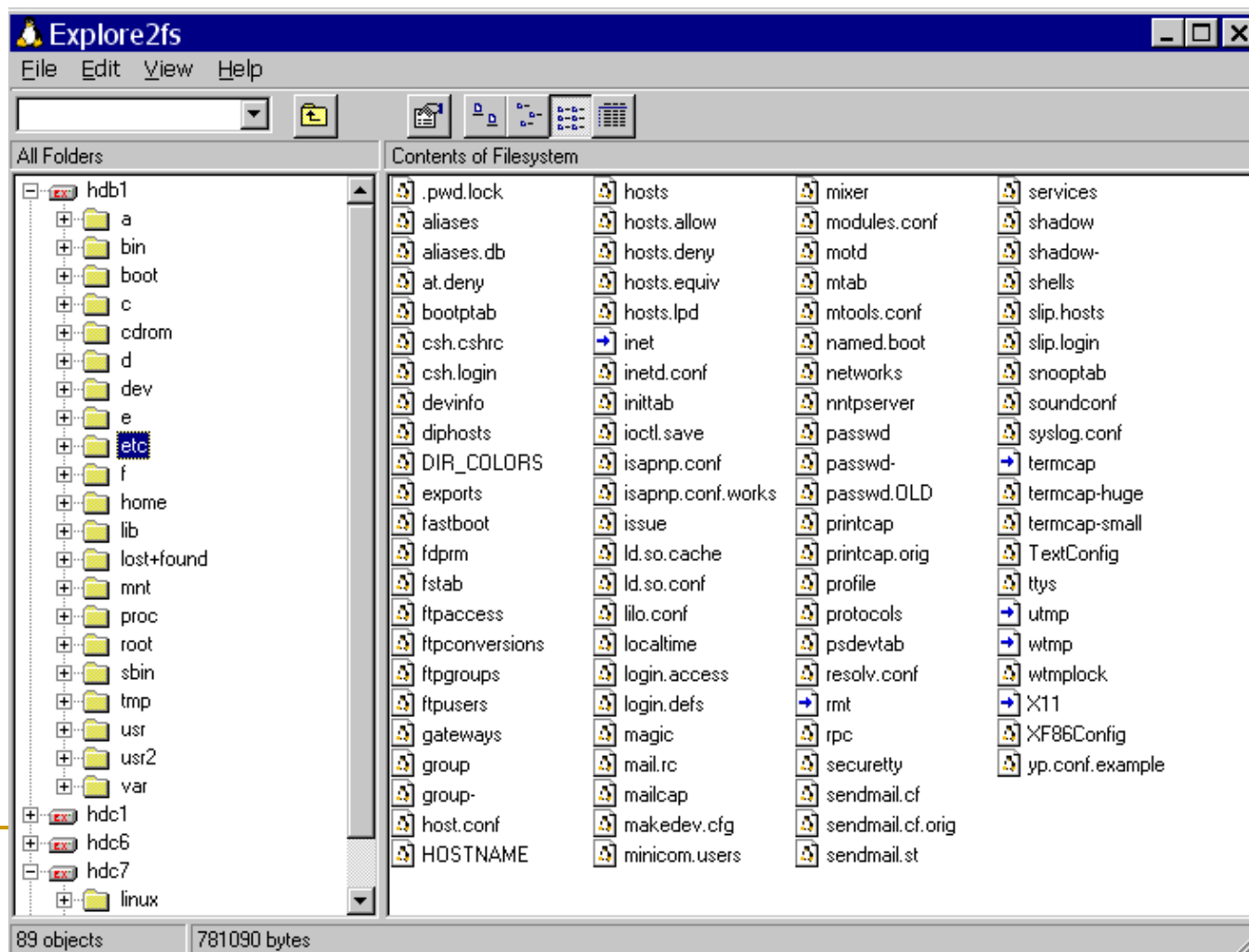


Vía → http://www.phoronix.com/scan.php?page=article&item=ubuntu_ext4&num=1

Ferramentas para ler particións Linux dende Windows

Explore2fs <http://www.chrysocome.net/explore2fs>

- Permite ler partições ext2 e ext3
- Copiar arquivos



DiskInternals Linux Reader

<http://www.diskinternals.com/linux-reader/>

- Permite acceder a particións ext2 e ext3
- Acceso de só lectura, intégrase có explorador de Windows
- freeware

