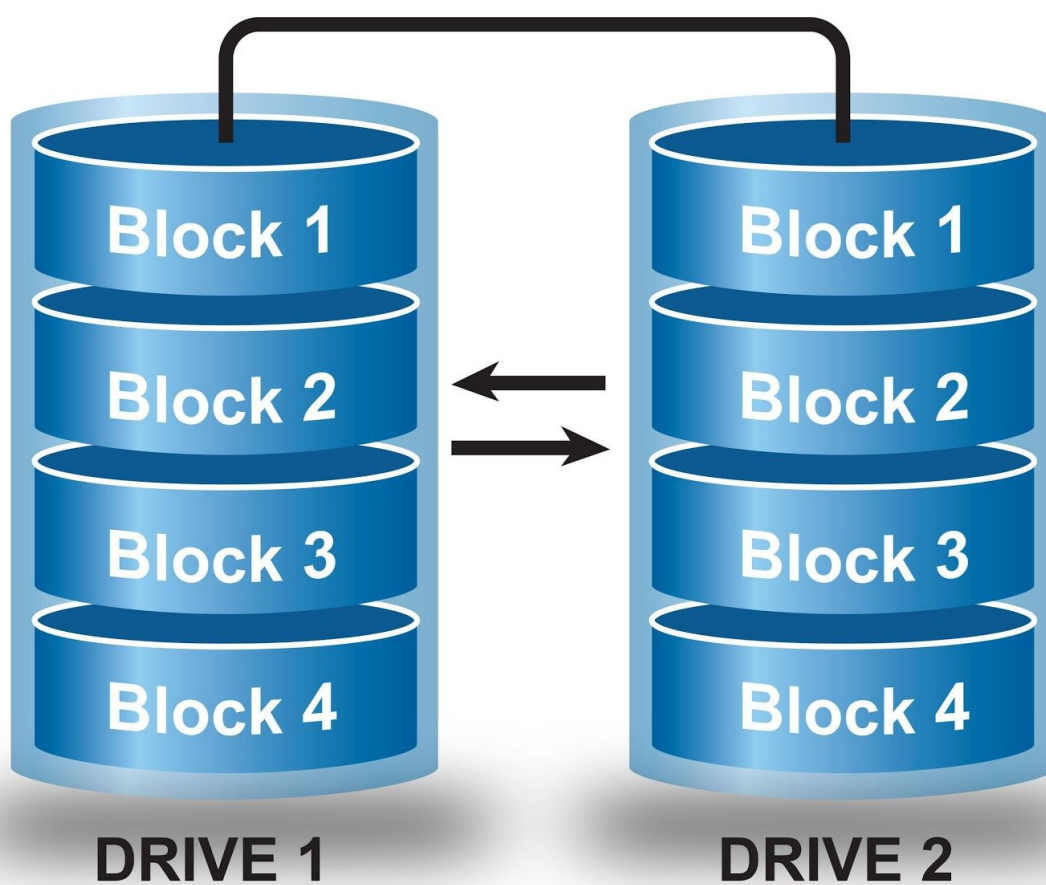


## ***RAID***



*Autor*  
*Javier Mercillo Marín*

# 1 Introducción

RAID consiste en un conjunto de técnicas hardware y software en la que utilizando varios discos y distribuyendo o replicando la información entre ellos consigue alguna de las siguiente características:

- **Mayor capacidad:** Combinando varios discos más o menos económicos conseguimos una unidad de almacenamiento de una capacidad mucho mayor que la de los discos por separado.
- **Mayor tolerancia a fallos:** En caso de error, el sistema será capaz en algunos casos de recuperar la información perdida y seguir funcionando correctamente.
- **Mayor seguridad:** Al ser tolerante a fallos y mantener cierta duplicidad de la información, aumentaremos la disponibilidad y mejoraremos la integridad de los datos.
- **Mayor velocidad:** Cuando la información esté repetida, distribuida o cacheada, se podrán realizar varias operaciones simultáneamente o a cachés, lo que provocará mayor velocidad.

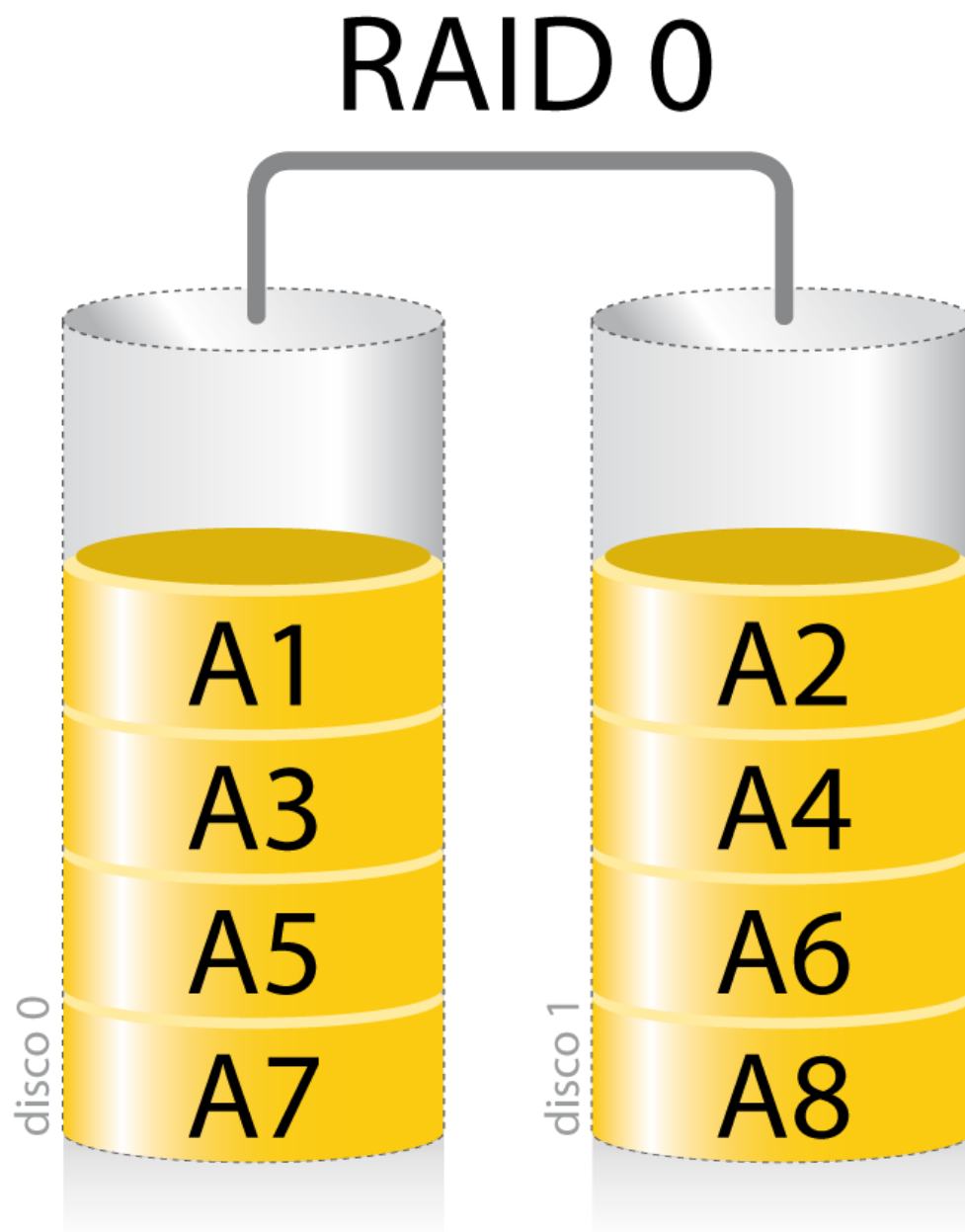
RAID para el sistema operativo es una especie de **disco "virtual"**, que está organizado en stripes (bandas, filas). Al igual que el tamaño del bloque en los discos "físicos" (512 bytes, 4 096 bytes, ...) y el tamaño del bloque del sistema de ficheros (4096 bytes en NTFS), en el RAID lo que existen son los **stripes**, es decir, los bloques en los que se separa lógicamente la información. El valor recomendado es 64 KB, y su tamaño tiene cierta importancia.

Lo sistemas que aquí se presentan no son los únicos RAID. Existen más tipos, algunos de ellos que provienen de la combinación de dos tipos de sistema RAID, por ejemplo RAID 0+1 que combina RAID 0 con RAID 1, aprovechando la velocidad de uno con la tolerancia a fallos del otro.

## 2 RAID 0

En RAID 0 los datos se distribuyen equilibradamente entre 2 o más discos, pero no hay redundancia de información. Sus características son las siguientes:

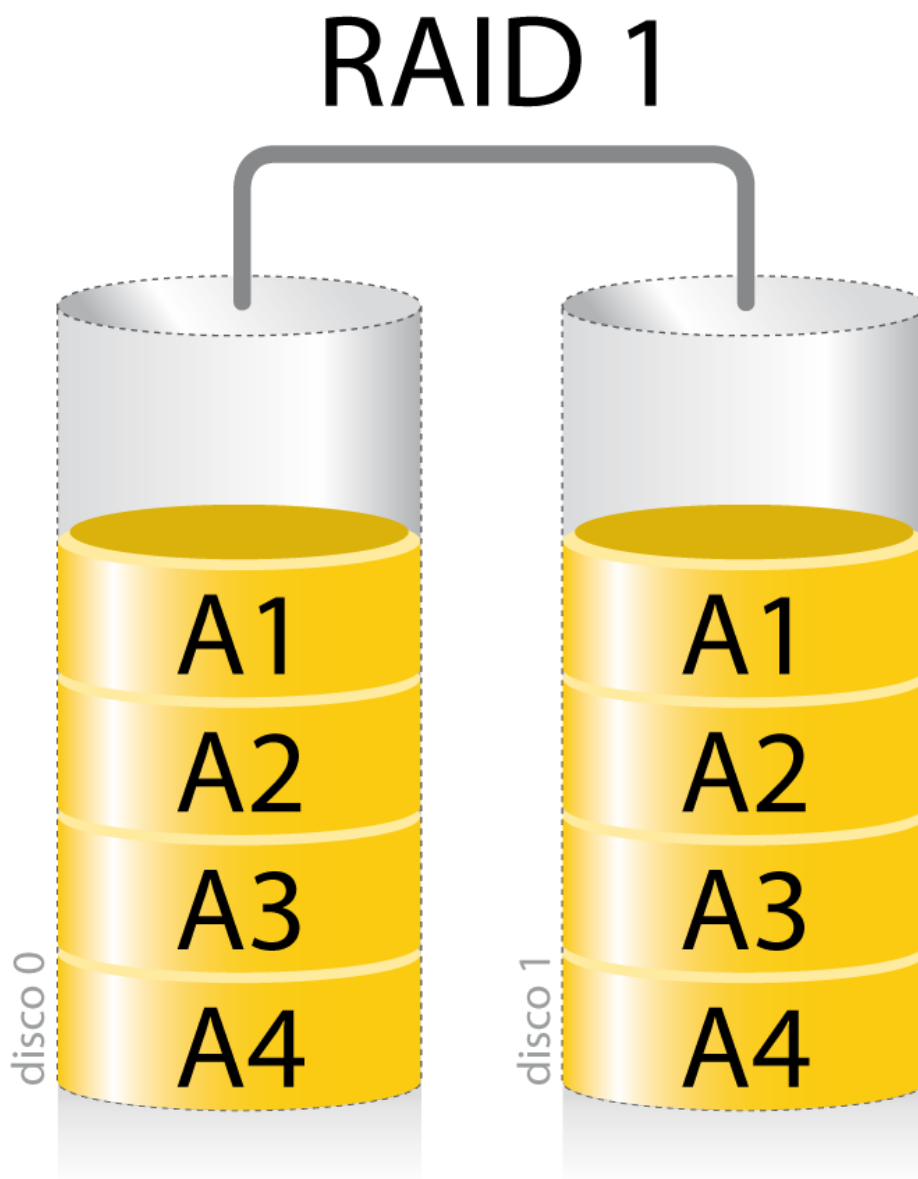
- Esta técnica favorece la velocidad cuando se lea o escriba un dato repartido en varios discos si éstos están gestionados por controladoras independientes.
- No es tolerante a fallos, ya que no hay información redundante.



## 3 RAID 1

También conocido como **disco espejo (mirroring)**, consiste en mantener una copia idéntica de un disco en otro, de forma que el usuario ve sólo una unidad pero físicamente está siendo almacenada en dos o más discos. Sus características son:

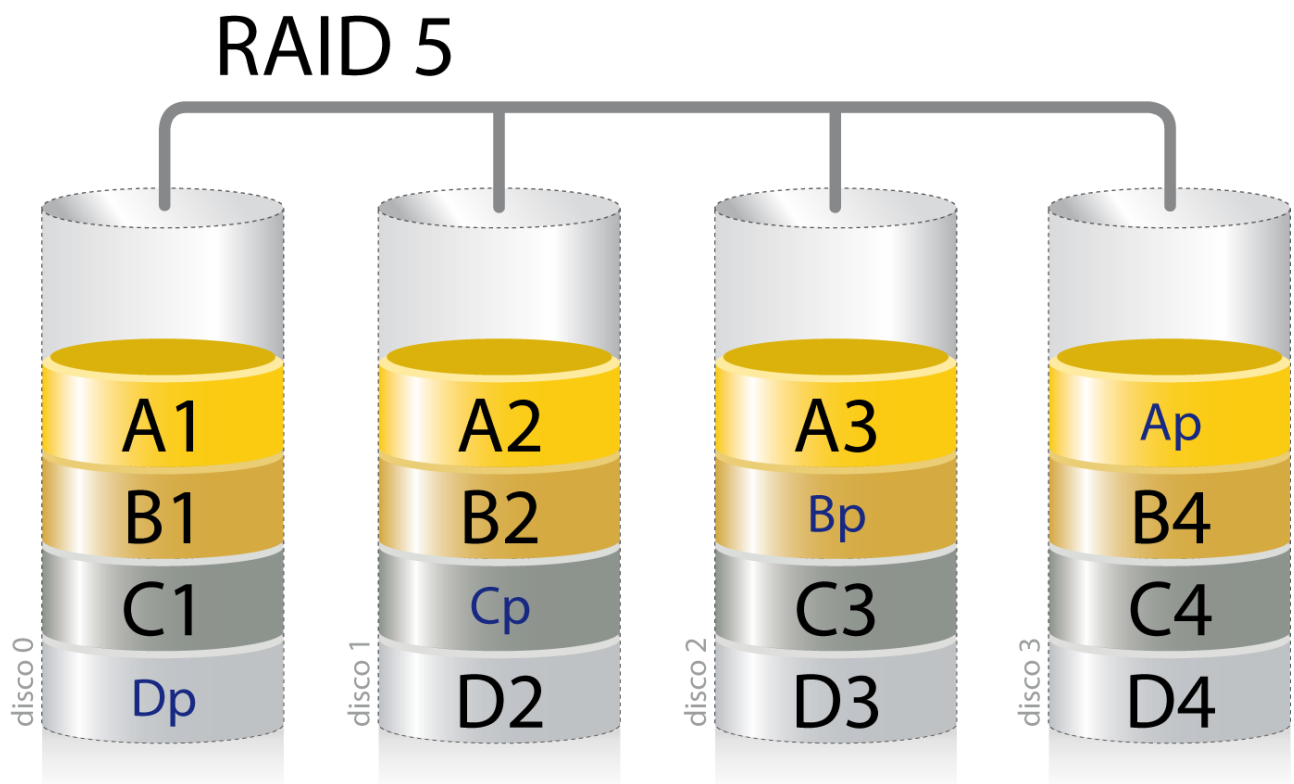
- Tolerante a fallos, si falla un disco, sigue funcionando con los otros mientras cambiamos el disco estropeado y rehacemos el espejo.
- El inconveniente es que si toda la información está duplicada, reducimos nuestro espacio de almacenamiento a la mitad.



## 4 RAID 5

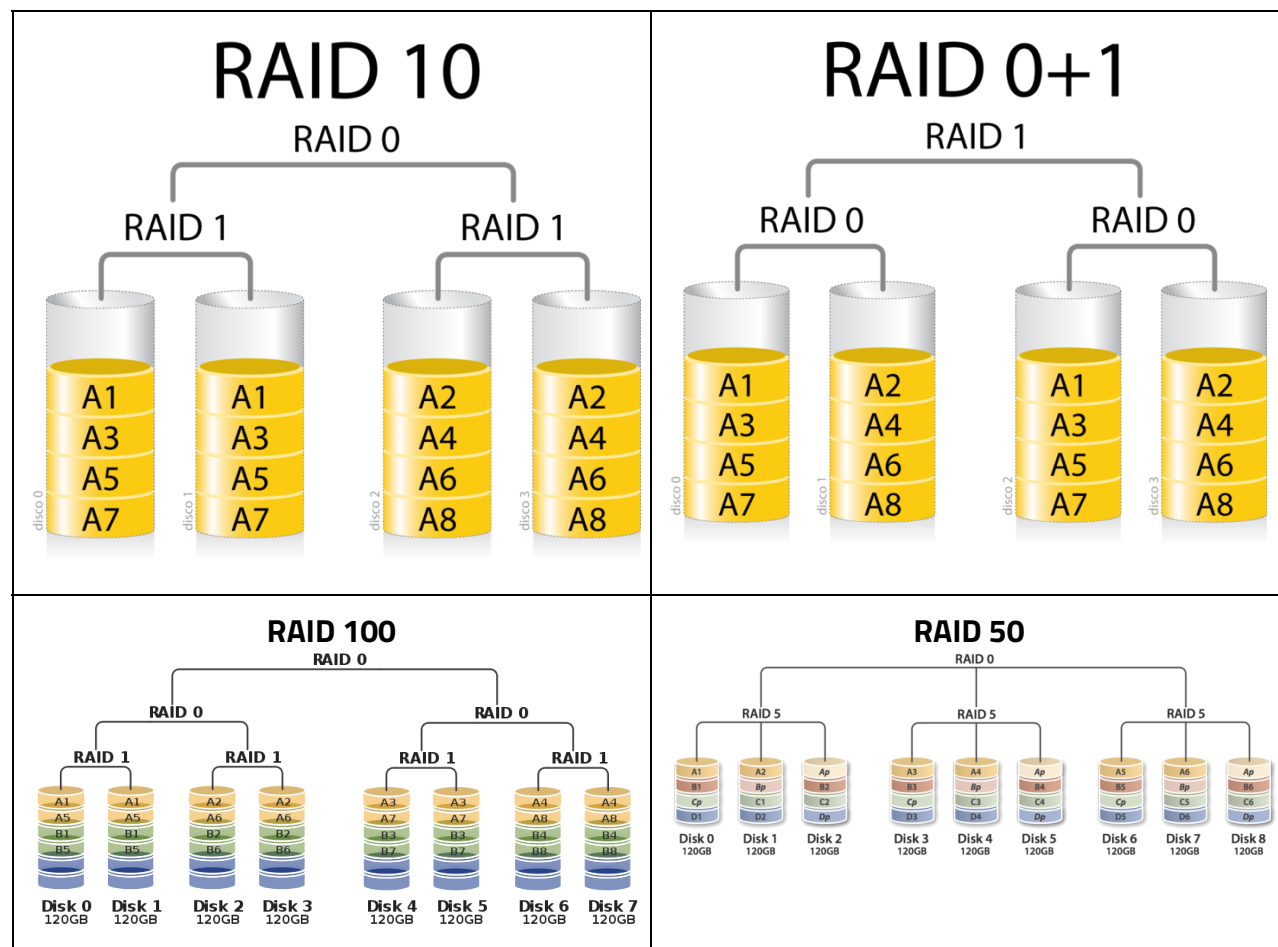
Los bloques de datos que se almacenan en la unidad y la información redundante de dichos bloques (bloques de paridad) se distribuye cíclicamente entre todos los discos que forman el volumen (mínimo 3). Sus características son

- De esta forma aumenta la velocidad ya que podemos acceder a varios discos a la vez (como en RAID 0) y el sistema es tolerante a fallos, ya que si se produce algún error en un disco, con el bloque de paridad se podría recuperar la información.
- El bloque de paridad se calcula a partir de los bloques de la misma línea, de forma que el primer bit será un 1 si hay un número impar de unos en el primer bit de los bloques de datos, y un 0 si hay un número par de unos.



## 5 Combinación de RAID

Se pueden combinar el uso de RAID's pudiendonos encontrar las siguientes configuraciones:



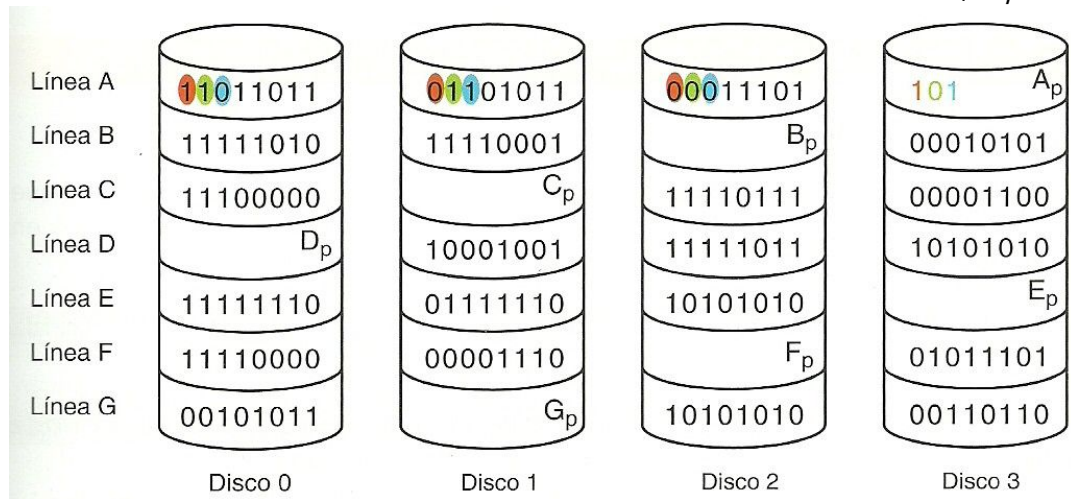
## 6 Ejercicios

1. ¿El tamaño del stripe es importante? ¿De qué depende?
2. ¿Los discos de un RAID tienen que ser todos iguales? ¿O incluso conviene que sean diferentes?
3. Cuando cae un disco en un RAID 5, hay que sustituirlo y regenerar el RAID. Y hay que hacerlo con el sistema arrancado, porque la información sigue ponible y la empresa no puede parar. ¿Qué ocurre cuando utilizamos discos muy grandes (varios terabytes)?
4. Investiga cómo funciona RAID 6 (double parity).
5. La tarea de repartir la información por los discos del RAID puede ser asumida por el sistema operativo o por la tarjeta controladora. Investiga y debate sobre las ventajas e inconvenientes de cada método.
6. Dado el conjunto de 4 discos de la figura que monta un volumen RAID 5, calcula los bloques de paridad y completa la figura.

	Disco 0	Disco 1	Disco 2	Disco 3
Línea A		01010111	01110111	01011111
Línea B	01101101		01011101	11001101
Línea C	01011111	01000011	01111011	
Línea D	01010111	01010111		01011000
Línea E	01101011		01010111	01010000
Línea F		01101011	01101011	01111011
Línea G	10010101	10011101	10010101	

7. Imagina que se perdiera el disco 2. Llega una petición de lectura de la línea D. ¿Podría realizarse? ¿Qué información devolvería?
8. Cuando aún no se ha recuperado el disco, llega una petición de escritura para la línea D: hay que escribir el valor 10101011 11100011 10111000. ¿Se podría realizar la operación? Haz las modificaciones necesarias.
9. Una vez se ha conseguido el disco con las características adecuadas, se decide sustituir el disco dañado y recuperar el funcionamiento normal utilizando los cinco discos. Recupera la información de dicho disco utilizando la información de los discos 0, 1 y 3.
10. Dado el conjunto de 4 discos que muestra la figura, calcula los bloques de paridad y completa la figura. - Imagina que se perdiera el disco.
  - a. Llega una petición de lectura de la línea F, ¿podría realizarse? ¿cómo?
  - b. Una vez que se ha conseguido un disco adecuado se decide sustituir el disco dañado y recuperar el funcionamiento normal usando los 4 discos. Recupera la

información de dicho disco utilizando solo la información de los discos 0, 2 y 3.





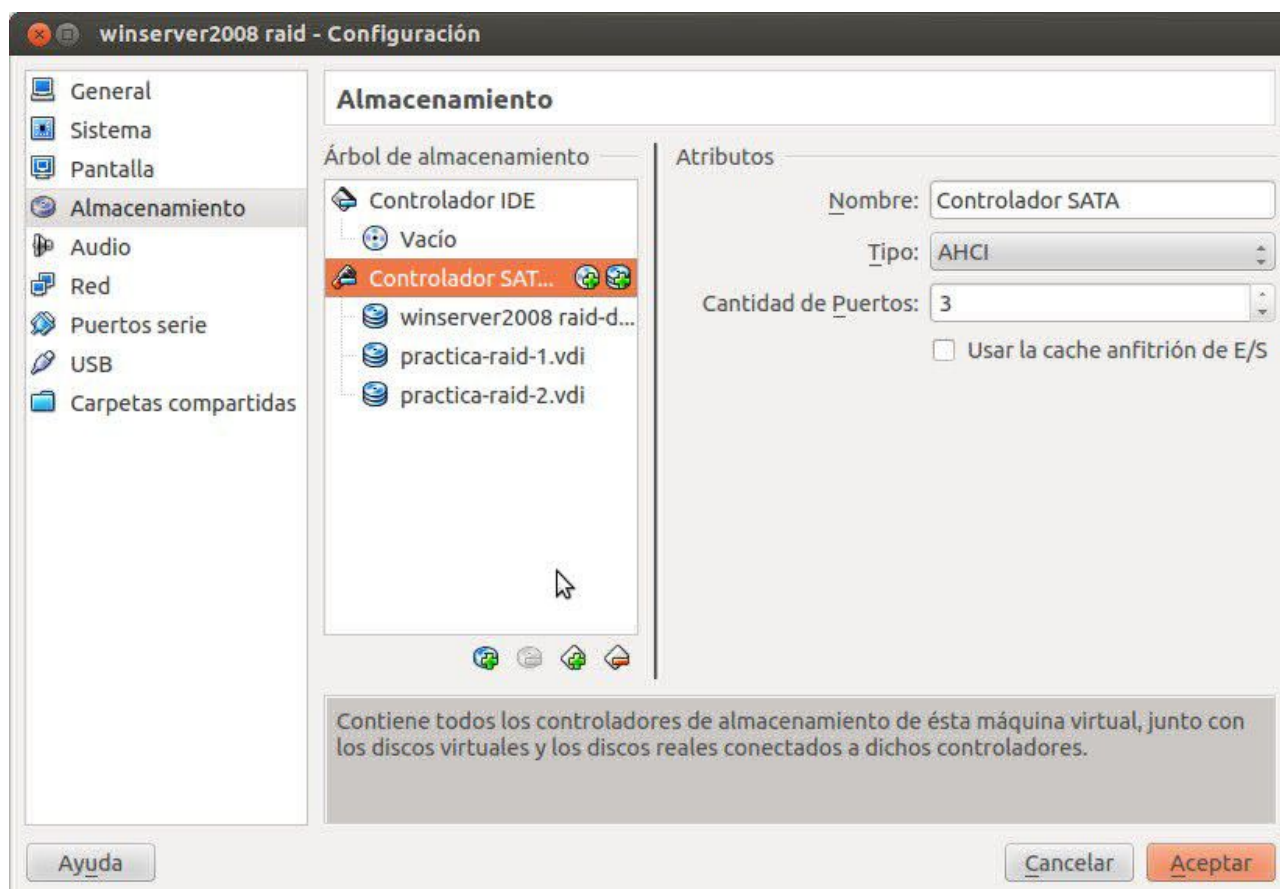
# Prácticas



## 7 RAID 0 en Windows

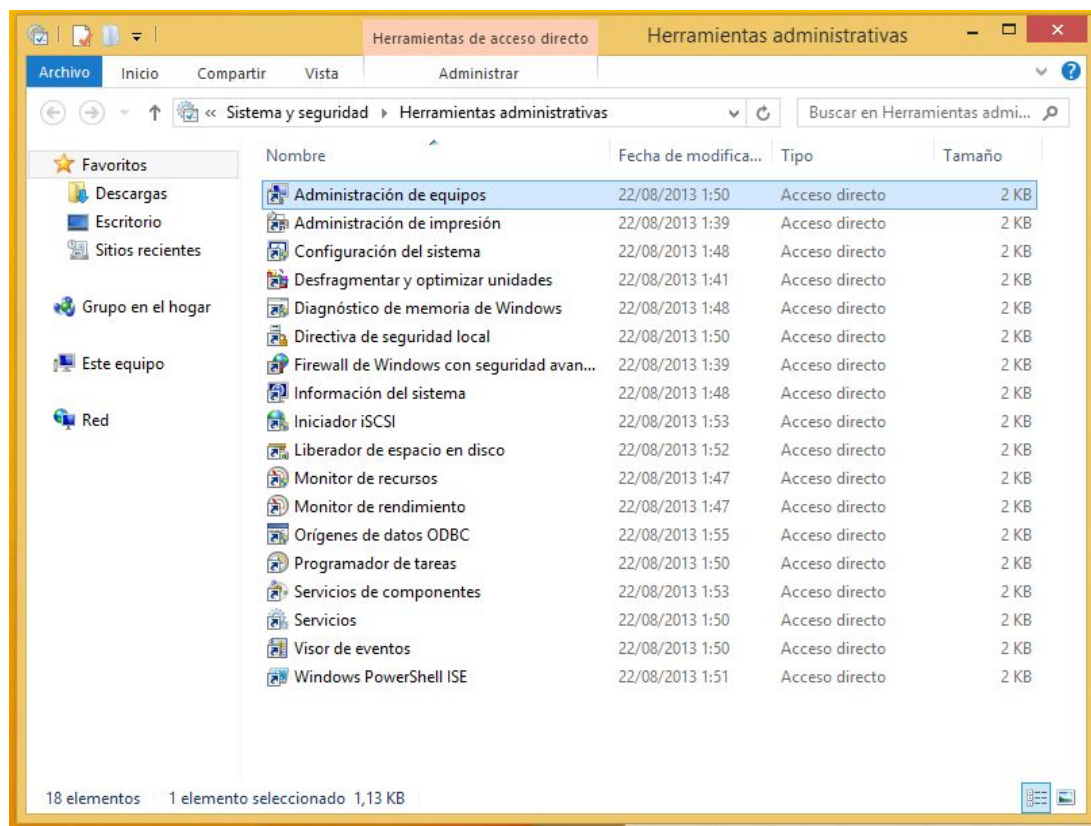
En esta práctica aprenderemos a realizar un RAID 0 en Windows. Para esta práctica puedes utilizar discos de 1GB para añadir a una máquina virtual.

Abrimos la configuración de la máquina virtual y añadimos los dos discos.

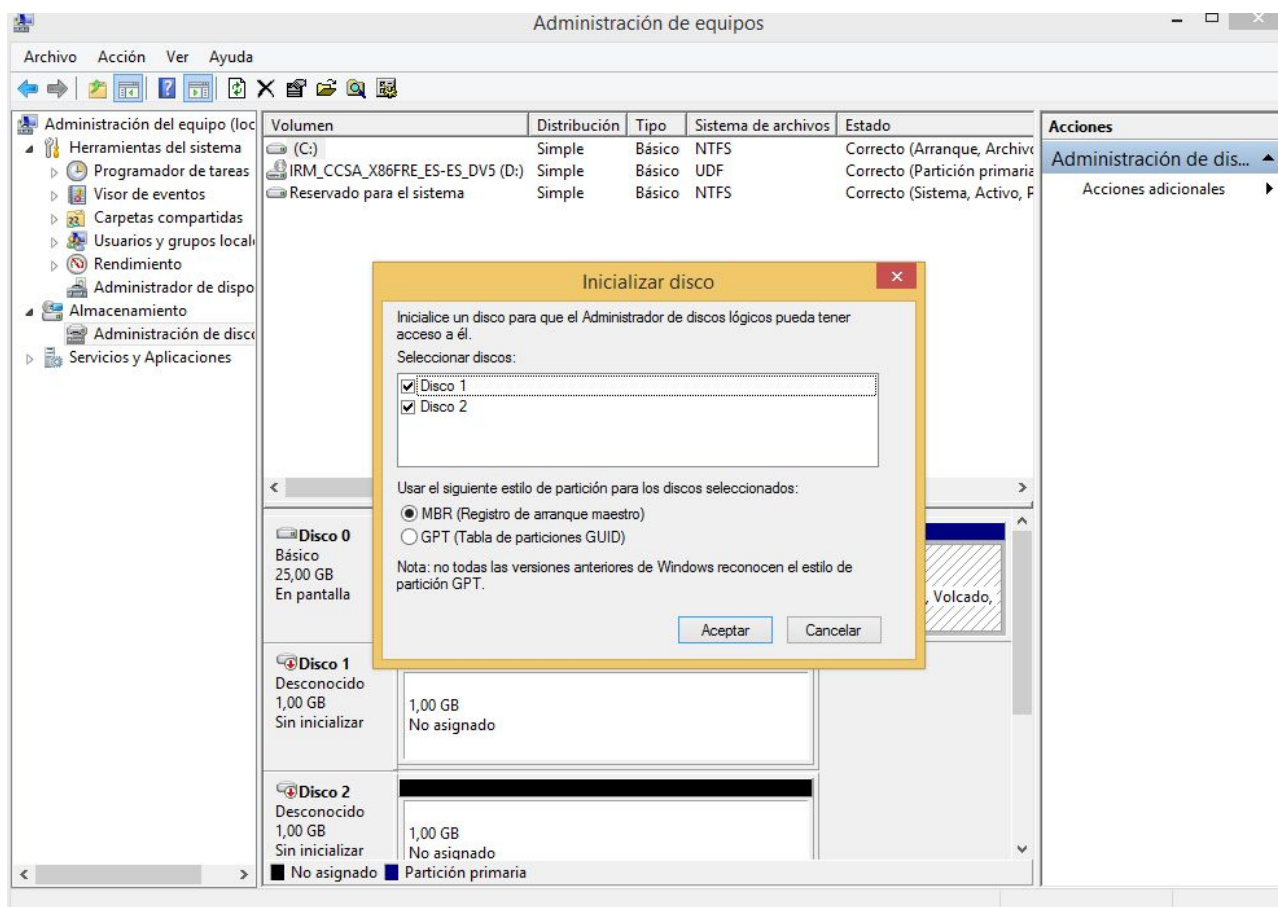


Una vez añadidos iniciamos la máquina.

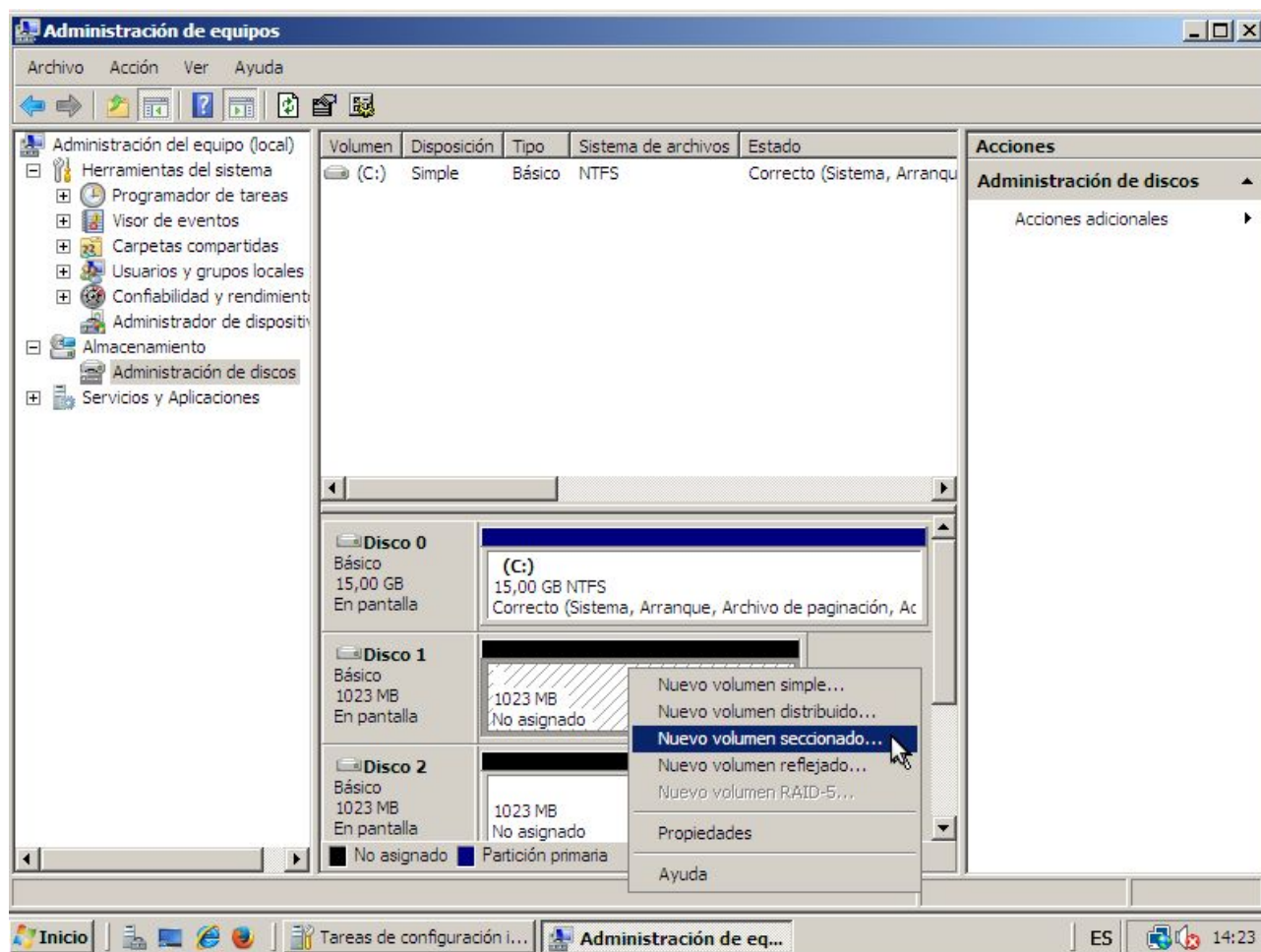
Nos dirigimos a Inicio e intentamos buscar algo parecido a “Administración de discos” (puede que esté bajo “Administración de equipos”).



Nos aparecerá un asistente para poder utilizar los discos. Seleccionamos los dos y le damos click en "Aceptar"

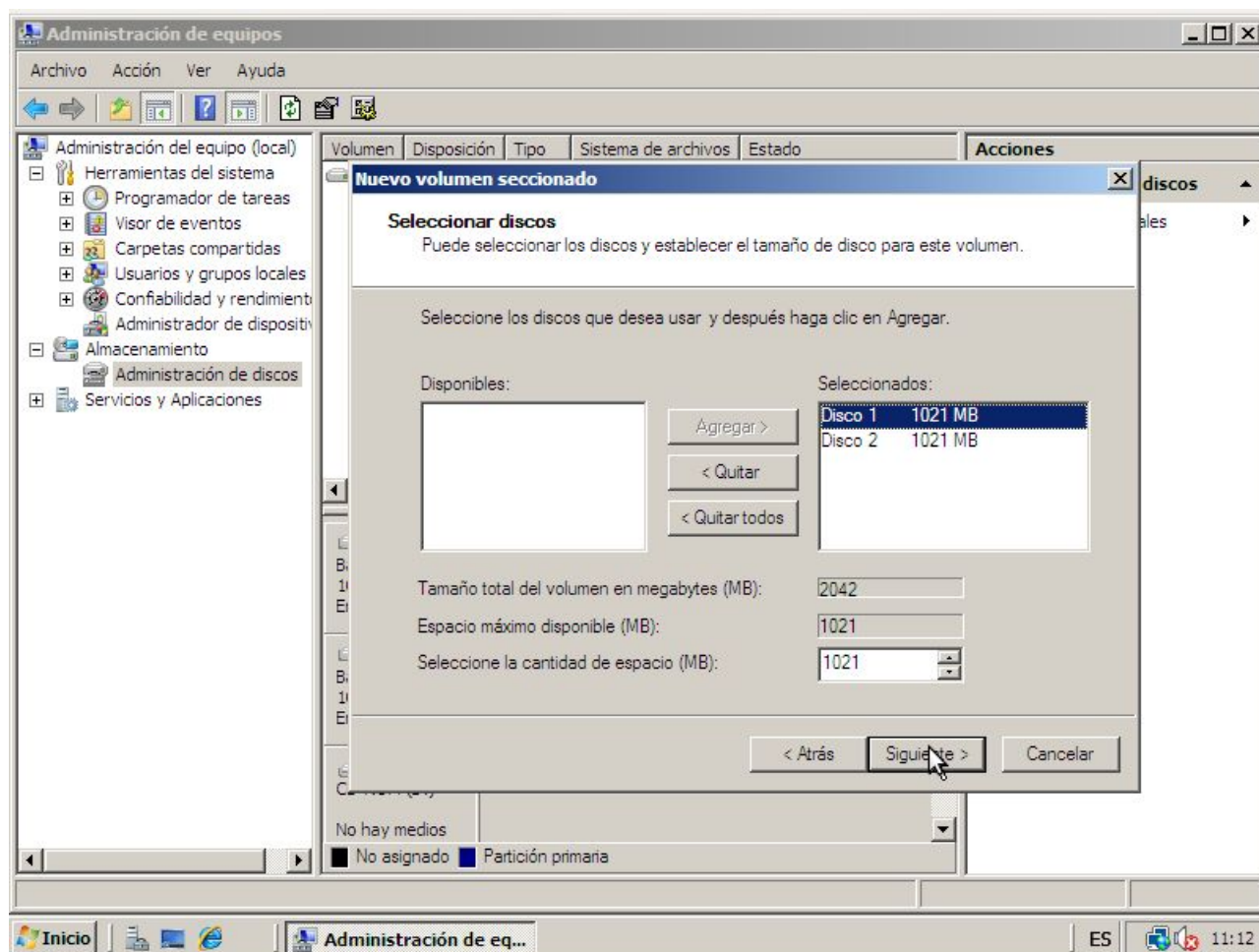


A continuación, con el botón derecho, hacemos clic en cualquiera de los dos discos y seleccionamos la opción "Nuevo volumen Seccionado". Puede que nos salga un asistente en el cual le tenemos que dar a siguiente.

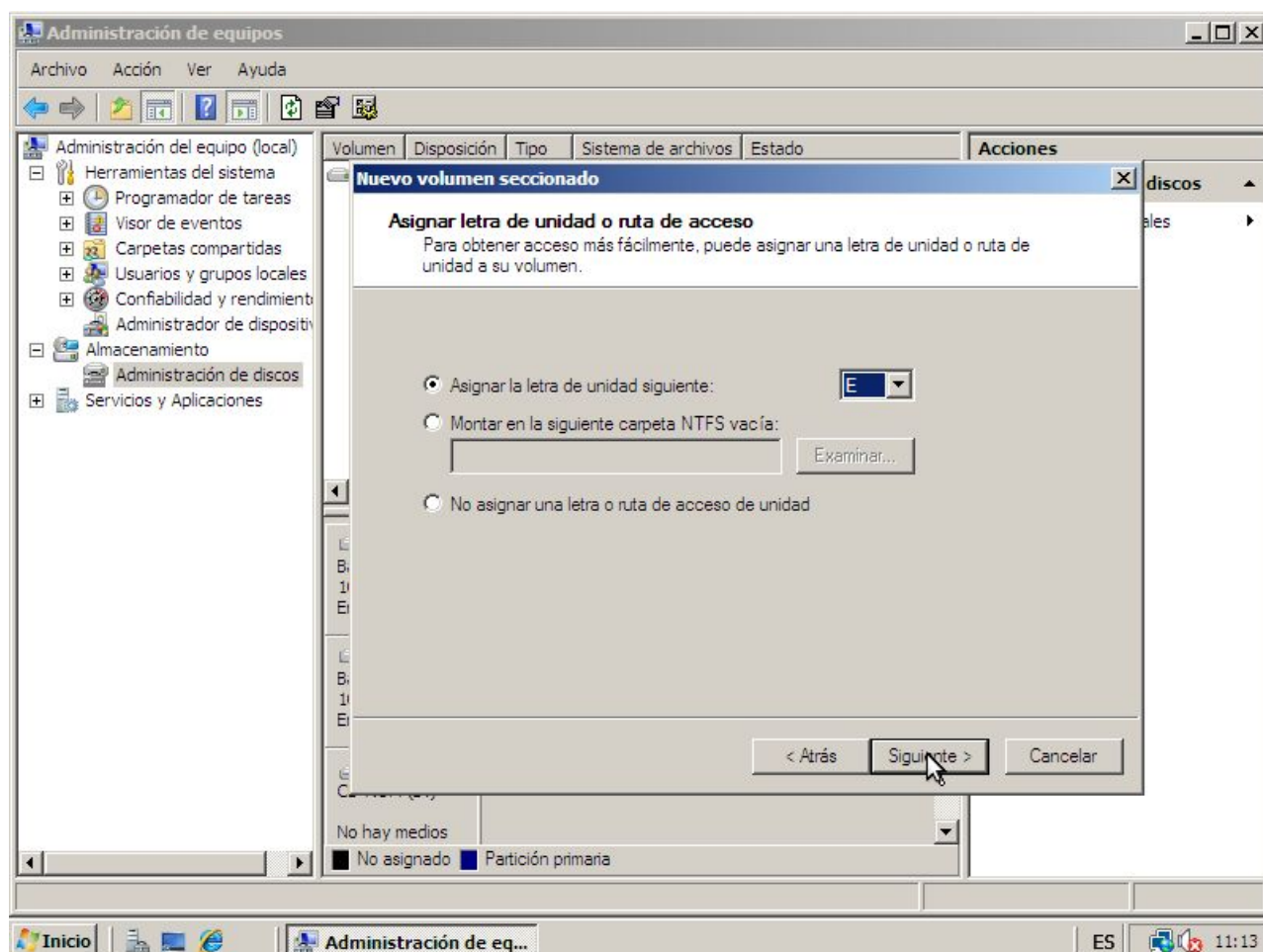




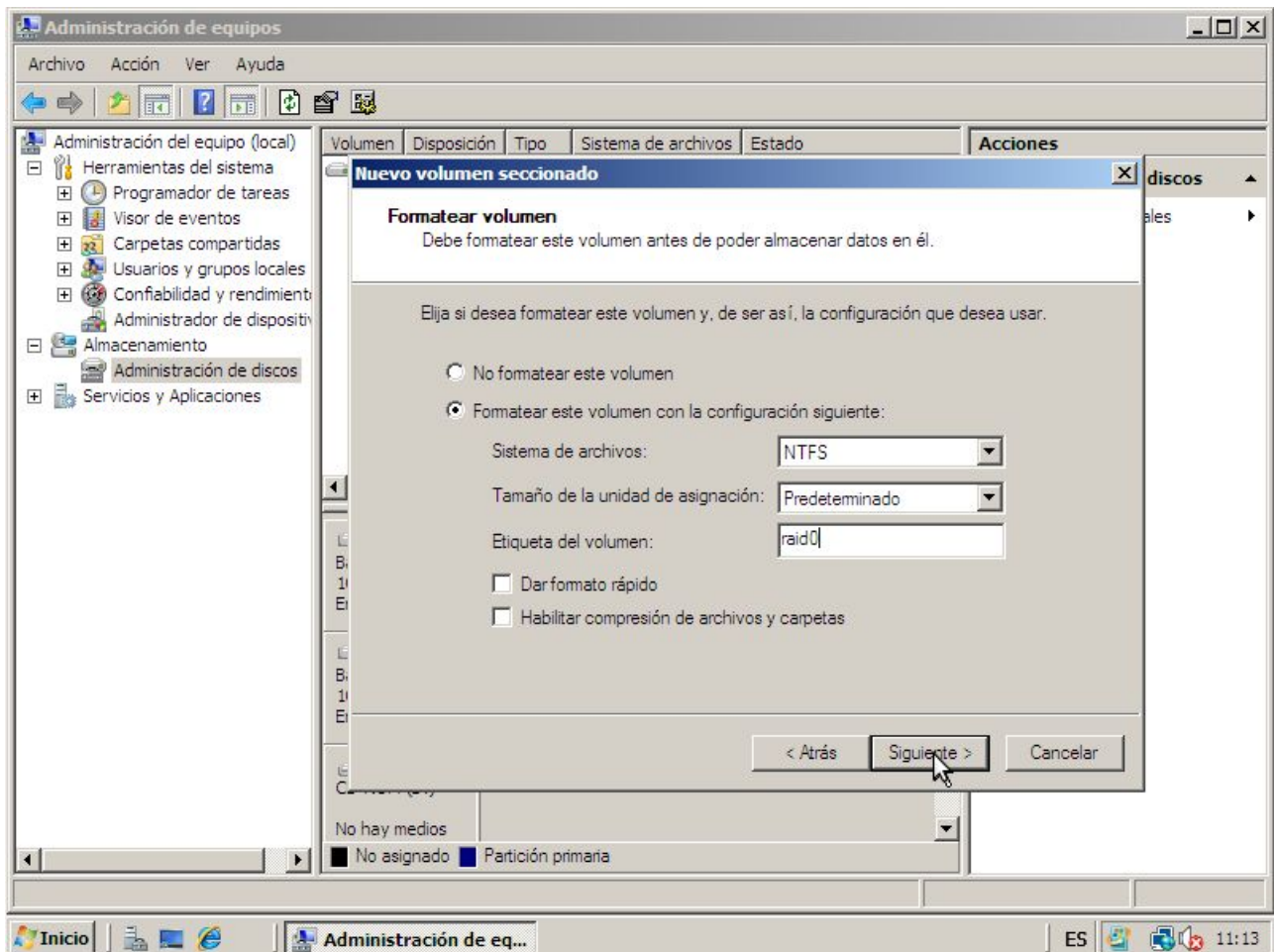
En la ventana siguiente añadimos **los dos discos** que vamos a utilizar para crear el conjunto RAID. Le damos a "Siguiente".



Seguidamente le damos asignamos una letra a la unidad. En el caso que aquí se muestra, se le ha asignado la letra E. Le volvemos a dar a "Siguiente".



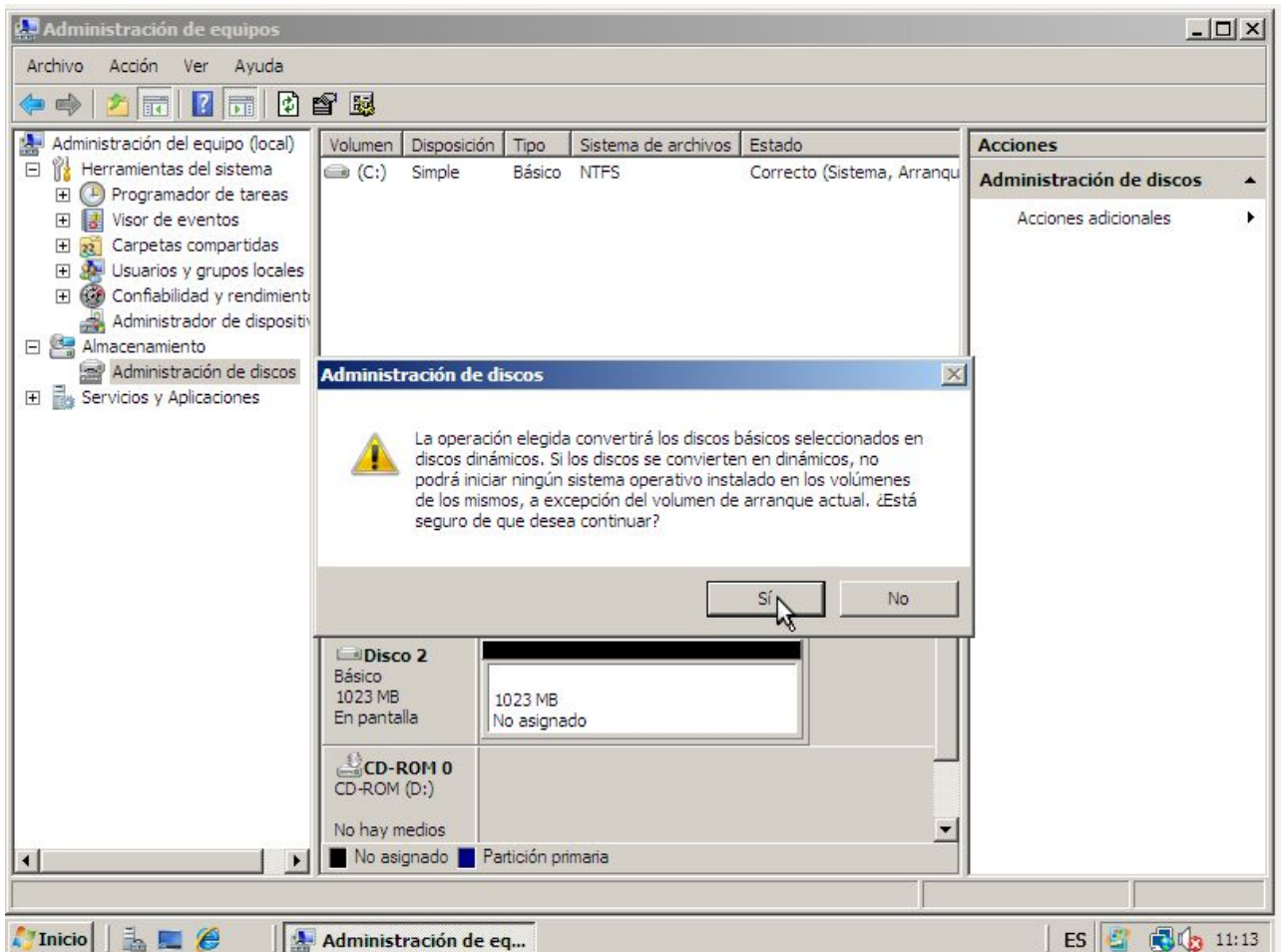
El siguiente paso es formatear el RAID y darle un nombre. En este caso lo hemos formateado en NTFS y se le ha dado el nombre de "raid0". Una vez más pulsamos en "Siguiente".



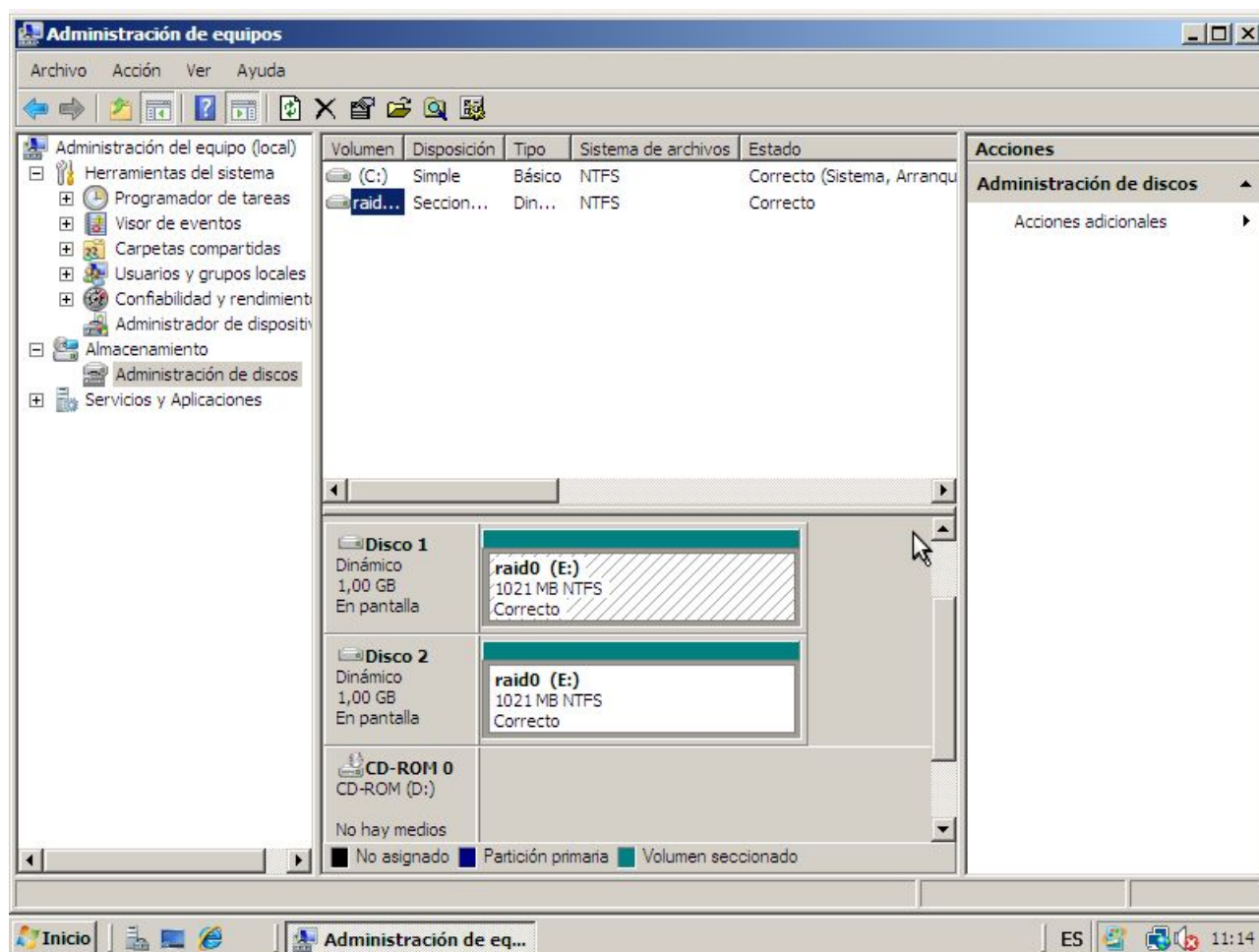
Podemos darle a dar formato rápido para nuestro caso, aunque en una empresa de verdad, no hay que elegir esta opción.



Al darle a "Siguiente" nos aparecerá un aviso de que los discos se convertirán en dinámicos. Esto es **TOTALMENTE** necesario para que se pueda crear el conjunto RAID. Nos pregunta que si queremos continuar. Le decimos que SI.



El último paso es esperar a que el conjunto se sincronice. Una vez hecho ya podremos meter archivos dentro del RAID.



## 8 Raid 1 en Windows

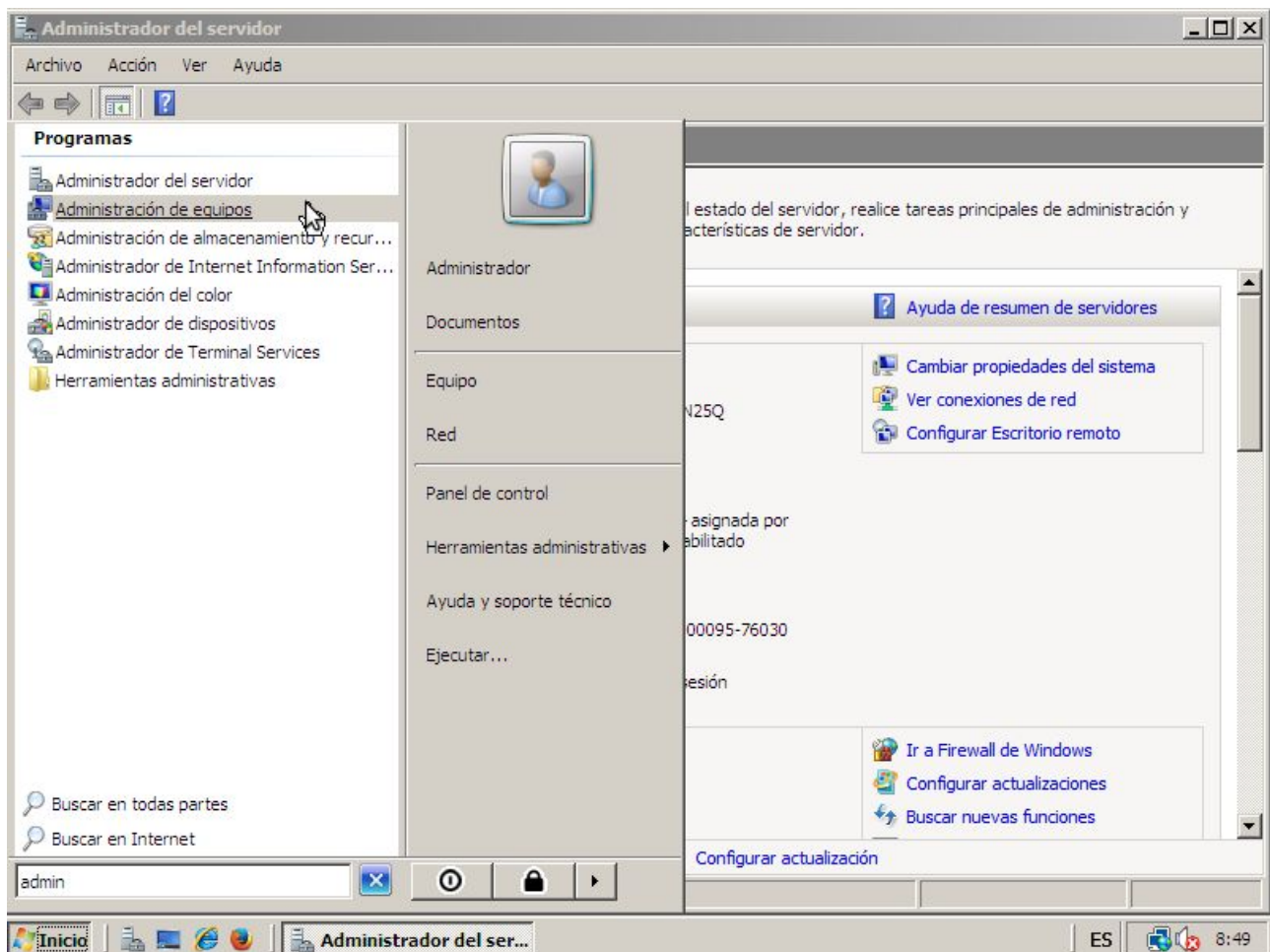
En esta práctica vamos a hacer un RAID 1 o espejo en un Windows 2008 Server.

El primer paso de todos es crear un disco del mismo tamaño del que queremos "reflejar". Como lo he hecho en una máquina virtual, hay que ir al apartado Configuración → Almacenamiento y hay que añadir un disco igual al que tenemos en la máquina. Esto se debe a que el disco que vamos a reflejar es el que contiene el Sistema Operativo.

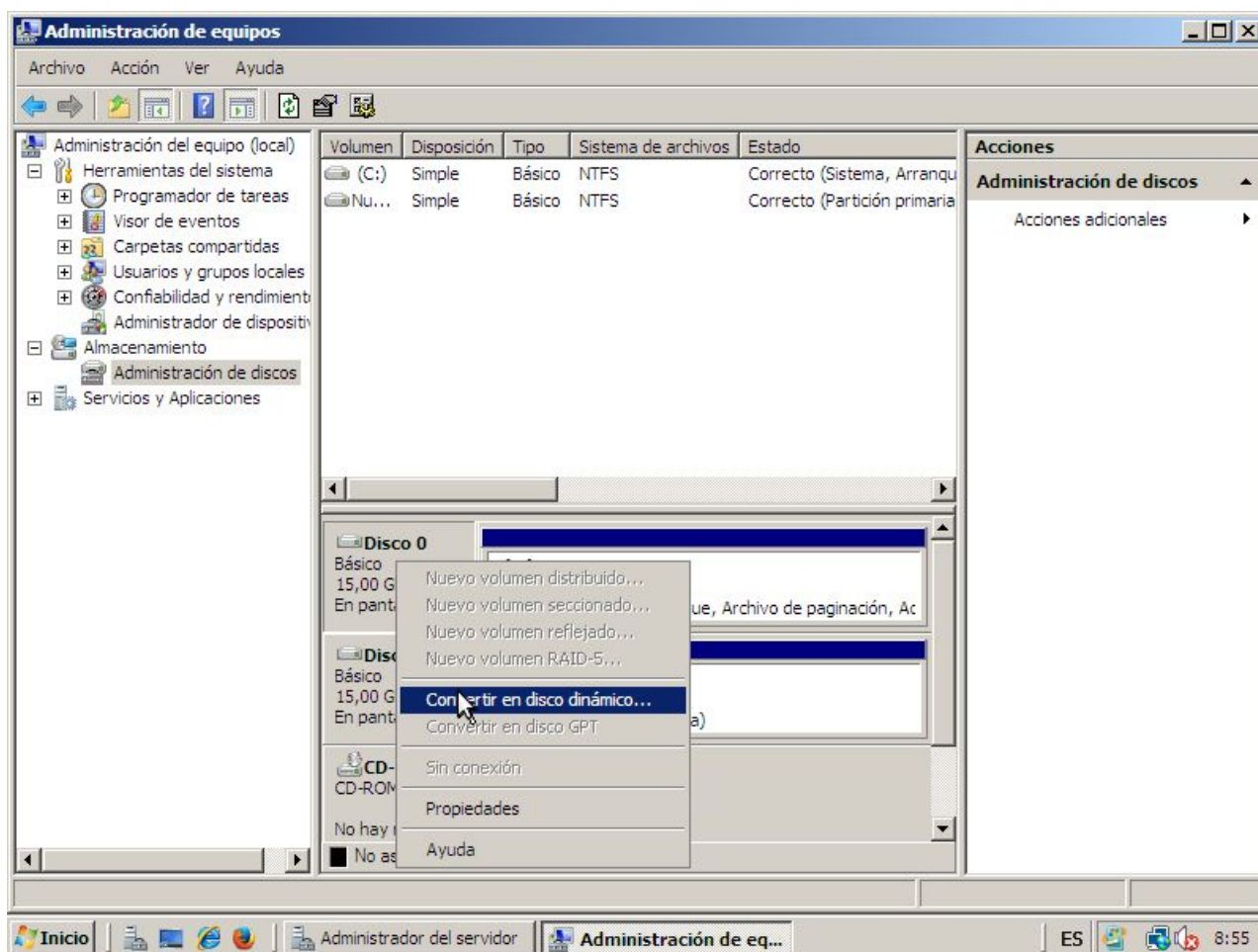


A continuación iniciamos la máquina, nos dirigimos a Inicio y en la barra de búsqueda ponemos "Administración de equipos".

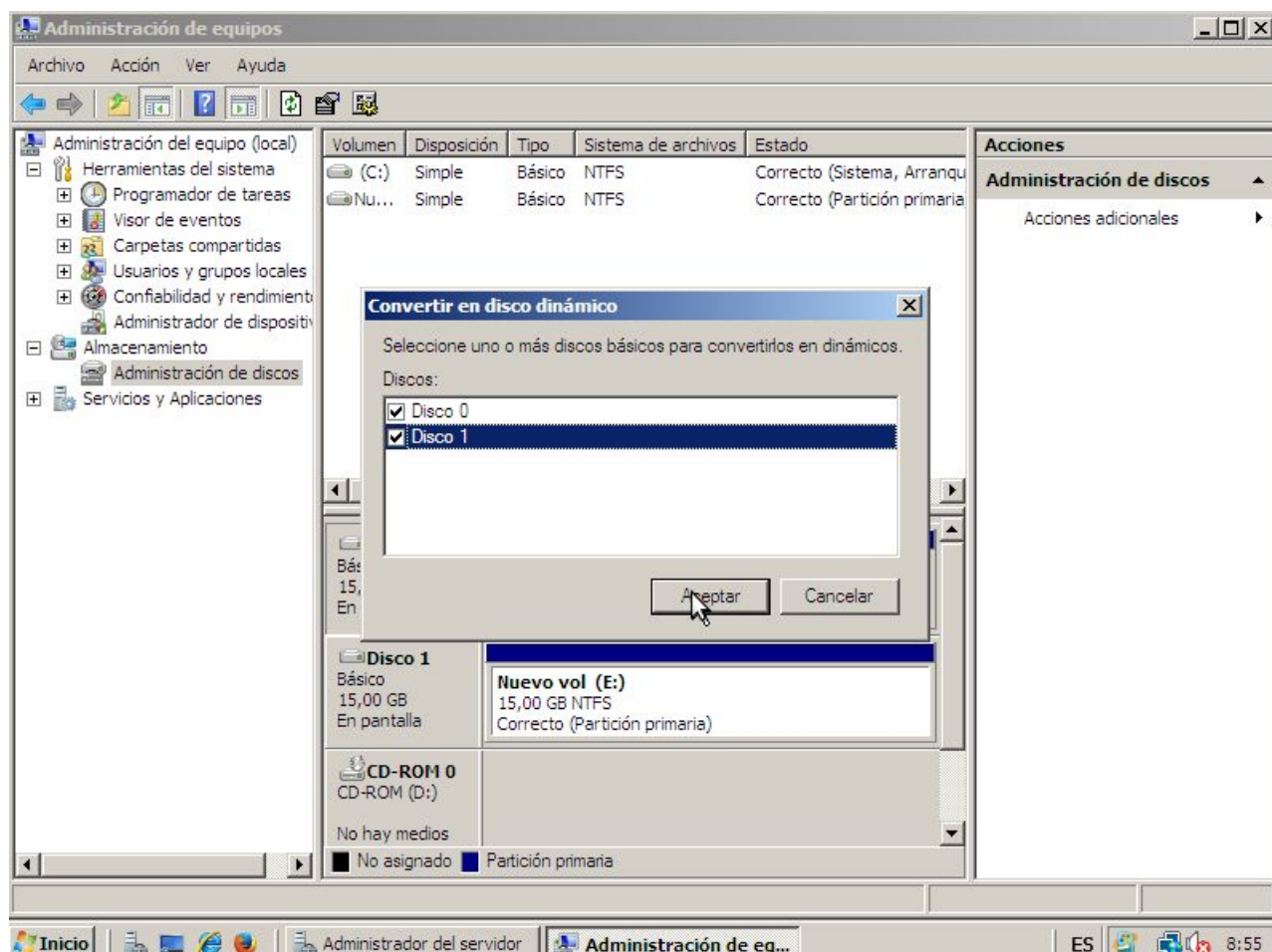
Una vez nos aparezca la ventana, elegimos la opción Almacenamiento → Administrador de discos. Nos saldrá un asistente para poder acceder a los discos. Le damos a aceptar y listo.



Ahora tenemos que configurar los discos como dinámicos. Hacemos clic con el botón derecho en cualquiera de los dos discos y seleccionamos "Convertir en disco dinámico".

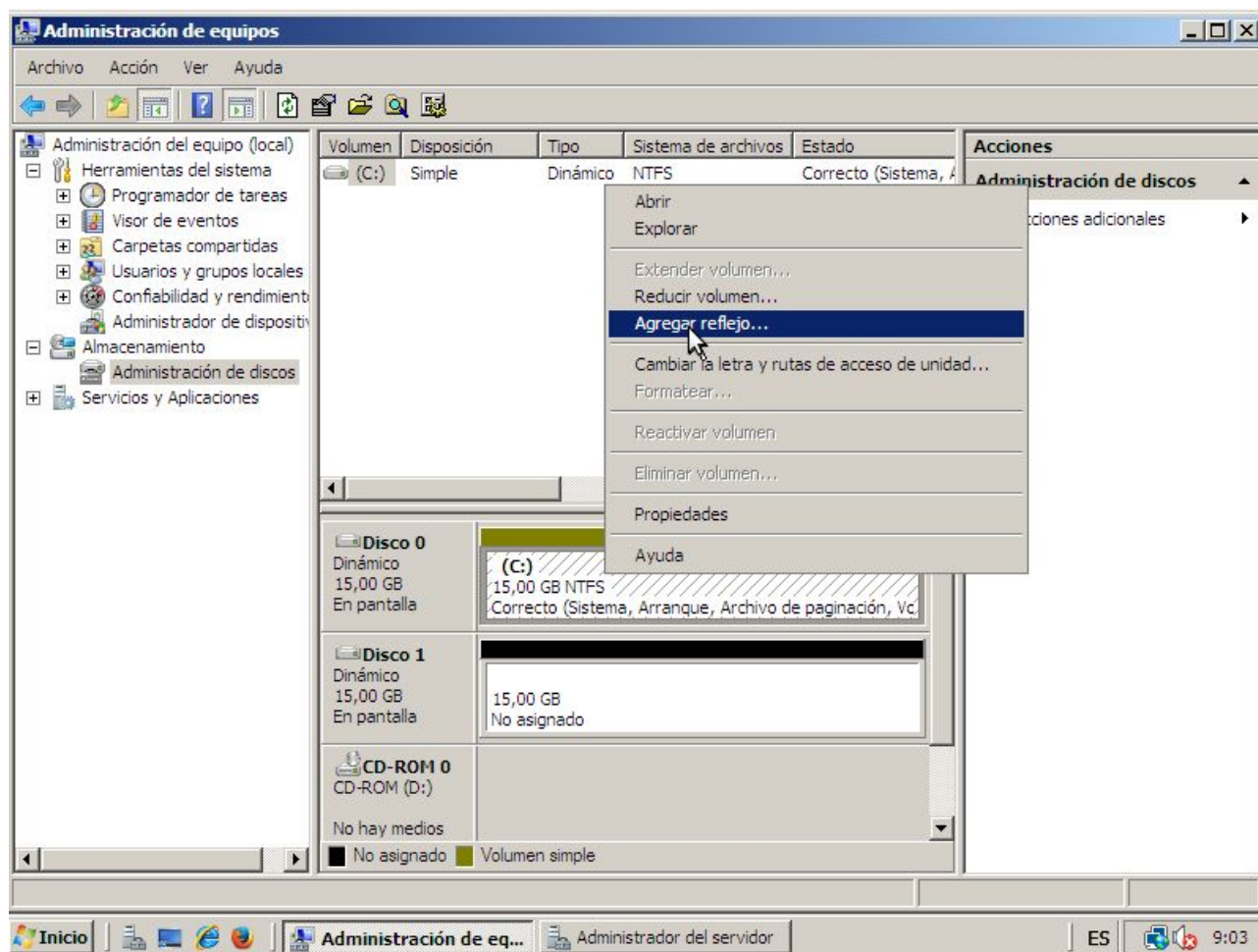


En el asistente que aparecerá seleccionamos los 2 discos y le damos a "Aceptar".



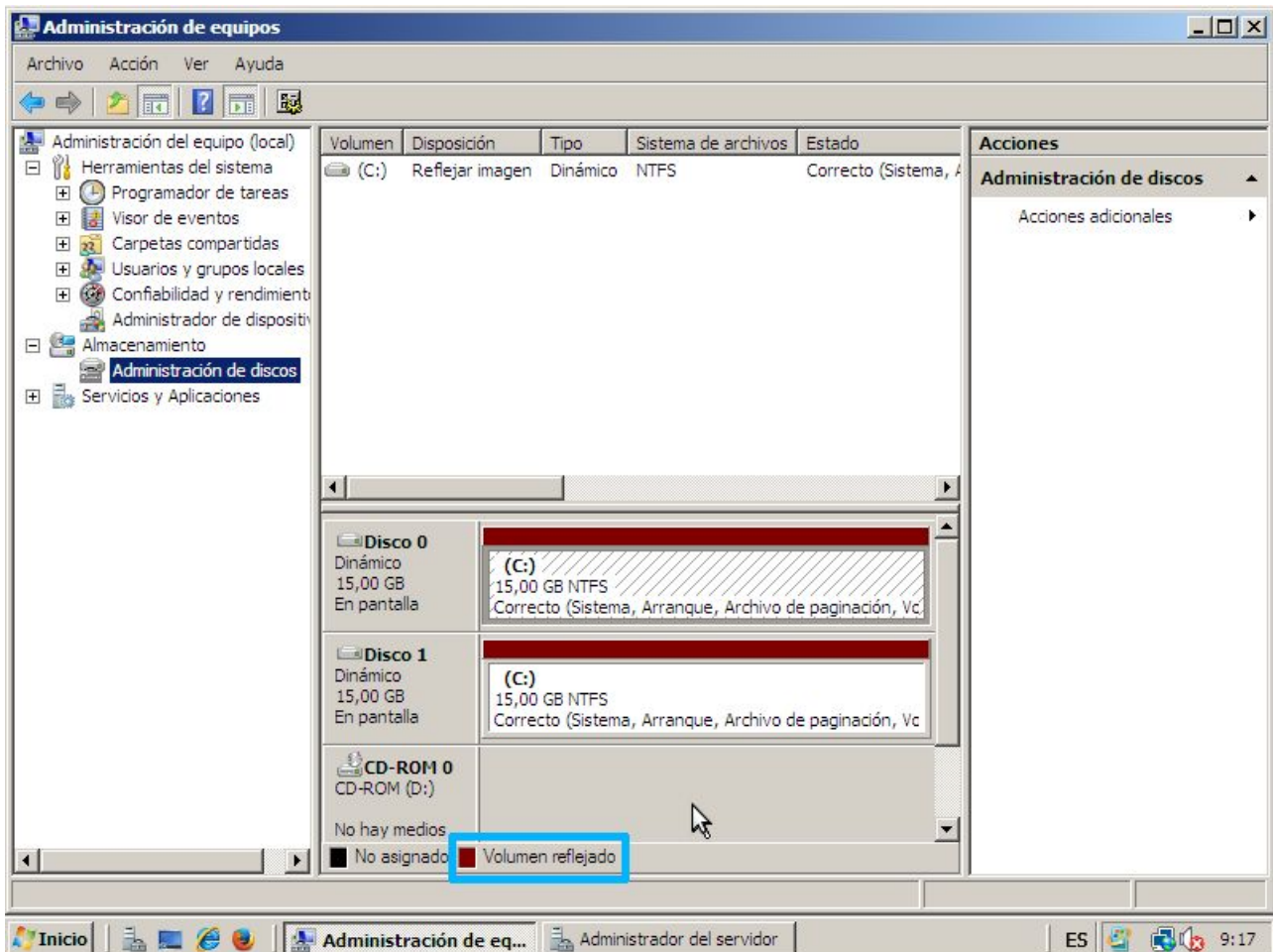


Una vez hecho esto, nos ponemos encima del disco que contiene el Sistema Operativo y con el botón derecho y elegimos "Agregar reflejo".



Puesto que le acabamos de decir al Sistema Operativo que cree un espejo, lo primero que hará será copiar los datos que ya existen en el disco original en el nuevo, por lo tanto, ahora toca esperarnos a que los discos se reflejen.

Este proceso suele tardar un par de minutos. Una vez terminado podemos comprobar que los volúmenes están reflejados (mirar recuadro azul).



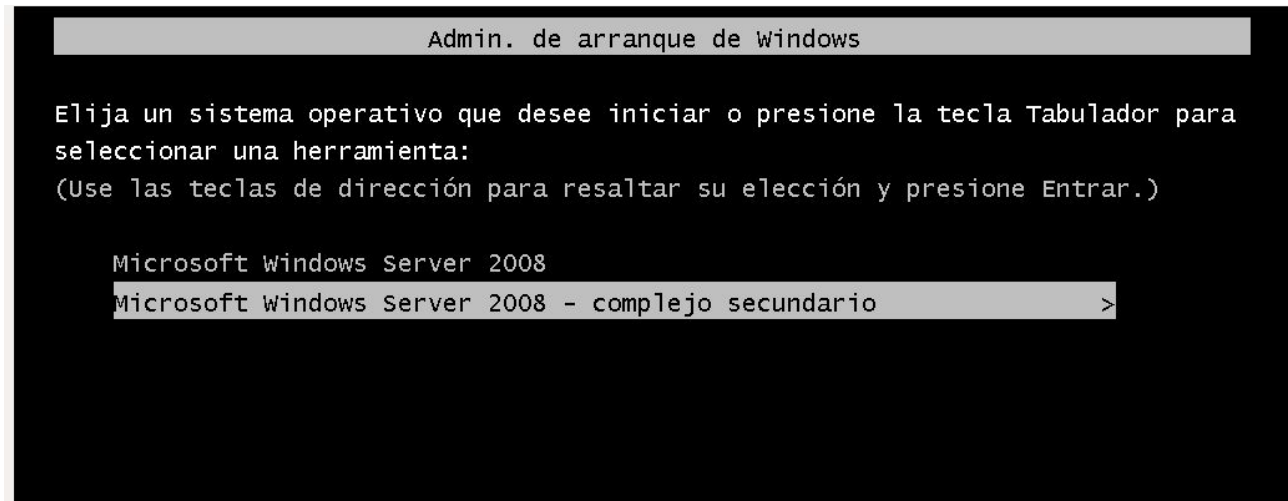


A continuación simularemos el fallo de un disco. Apagamos la máquina y borramos el disco que contenía el Sistema Operativo original.



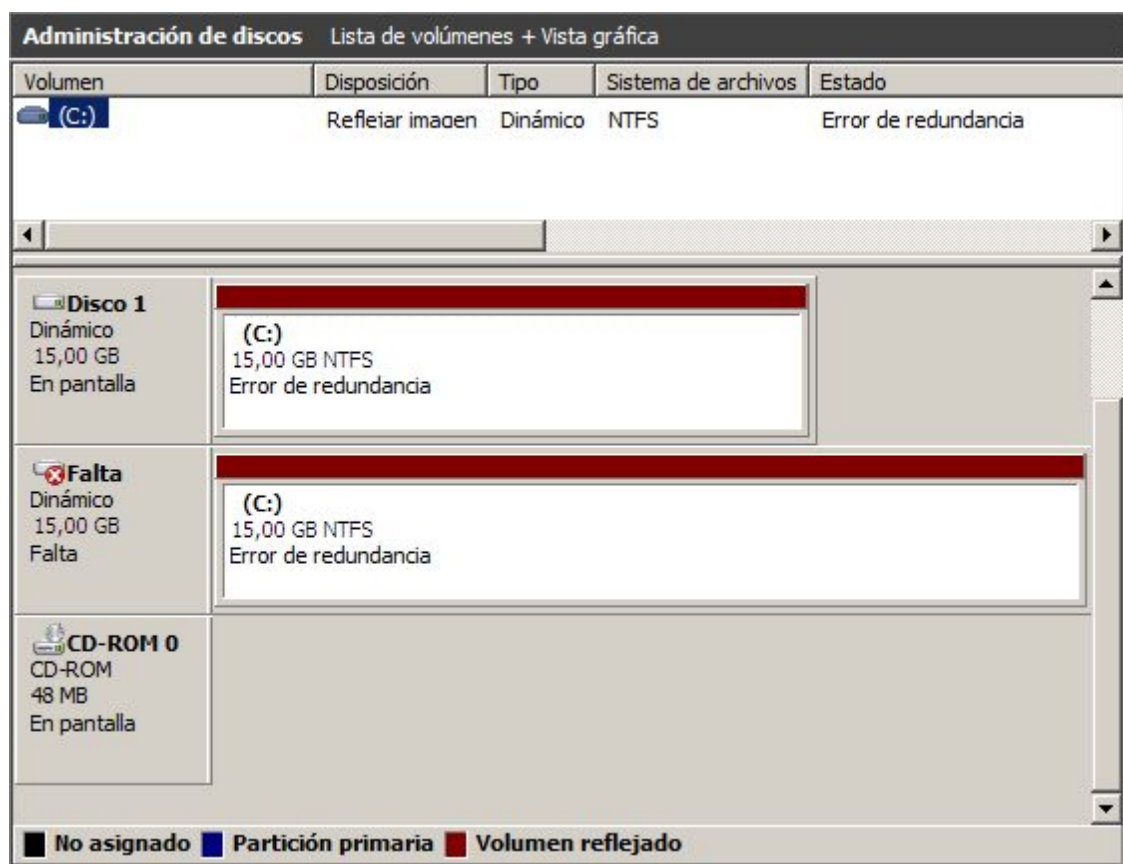
Iniciamos la máquina y al detectar que ha habido un fallo, nos aparecerá un mensaje del administrador de arranque de Windows.

Como el disco que acabamos de quitar era el original, nos pide cuál de los discos supervivientes queremos utilizar para arrancar el Sistema Operativo. Debemos darle a la opción que pone "complejo secundario" para que se puede arrancar la máquina.



Una vez en marcha, si volvemos a abrir el administrador de discos, veremos que nos sale un error de redundancia.

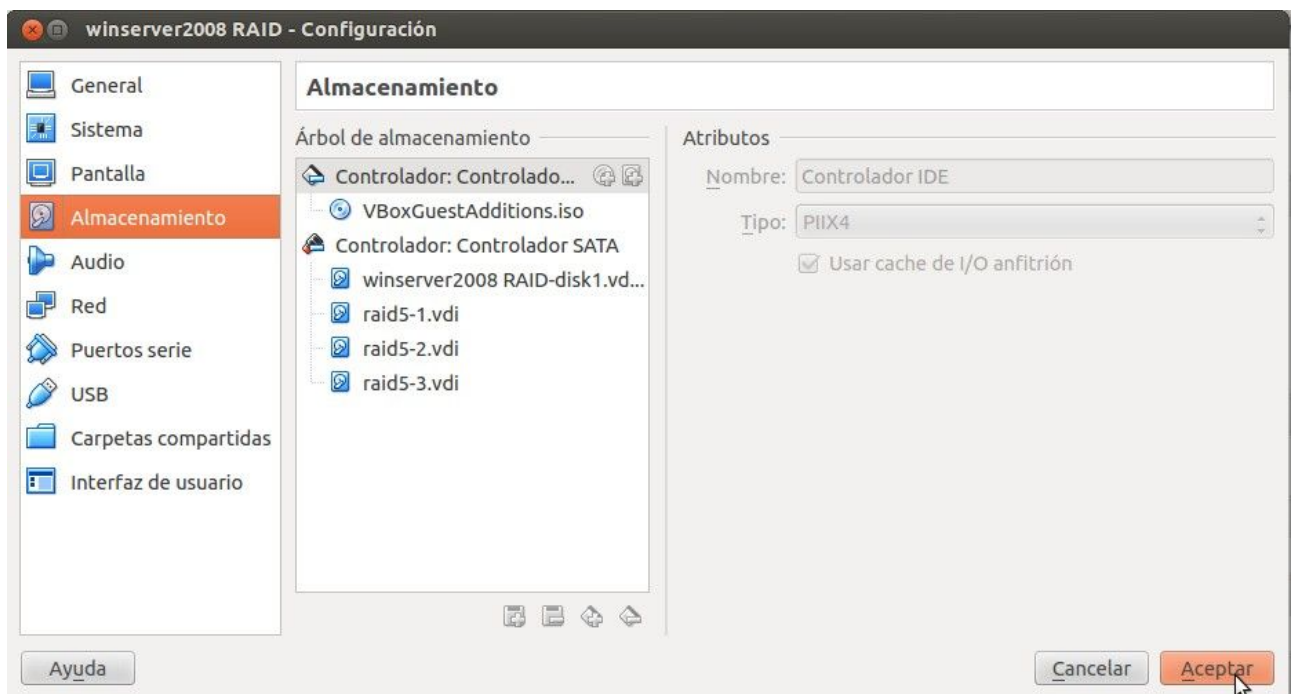
Esto se debe a que un disco falla (en nuestro caso el que hemos eliminado). La solución para este error es insertar otro disco y recuperar el espejo. Realízalo.



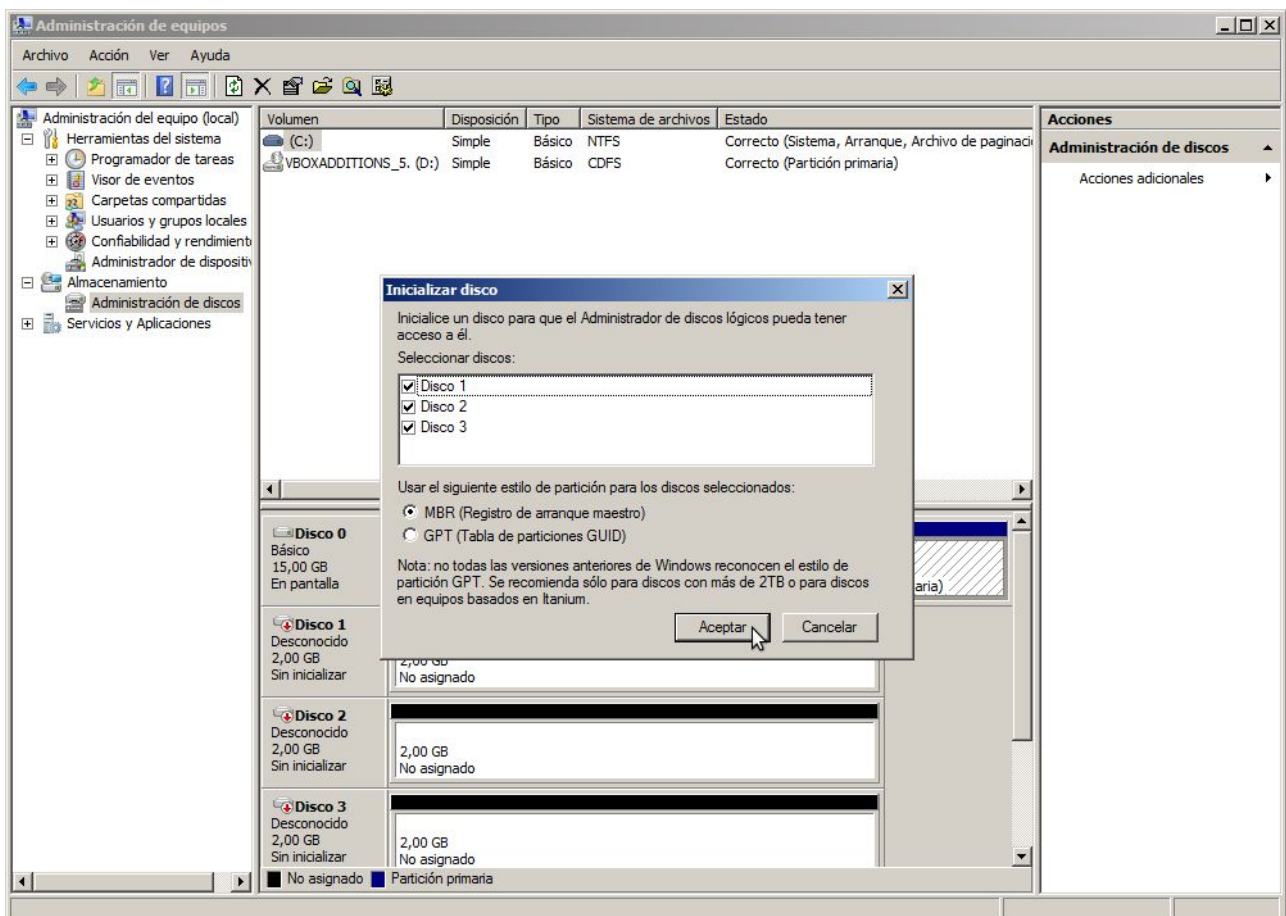
## 9 Raid 5 en Windows

En esta práctica aprenderemos a realizar un RAID 5, pero con 3 discos. Para ello, hemos realizado en una máquina virtual a la cual hemos añadido tres discos de 2 GB. Seguiremos los siguientes pasos:

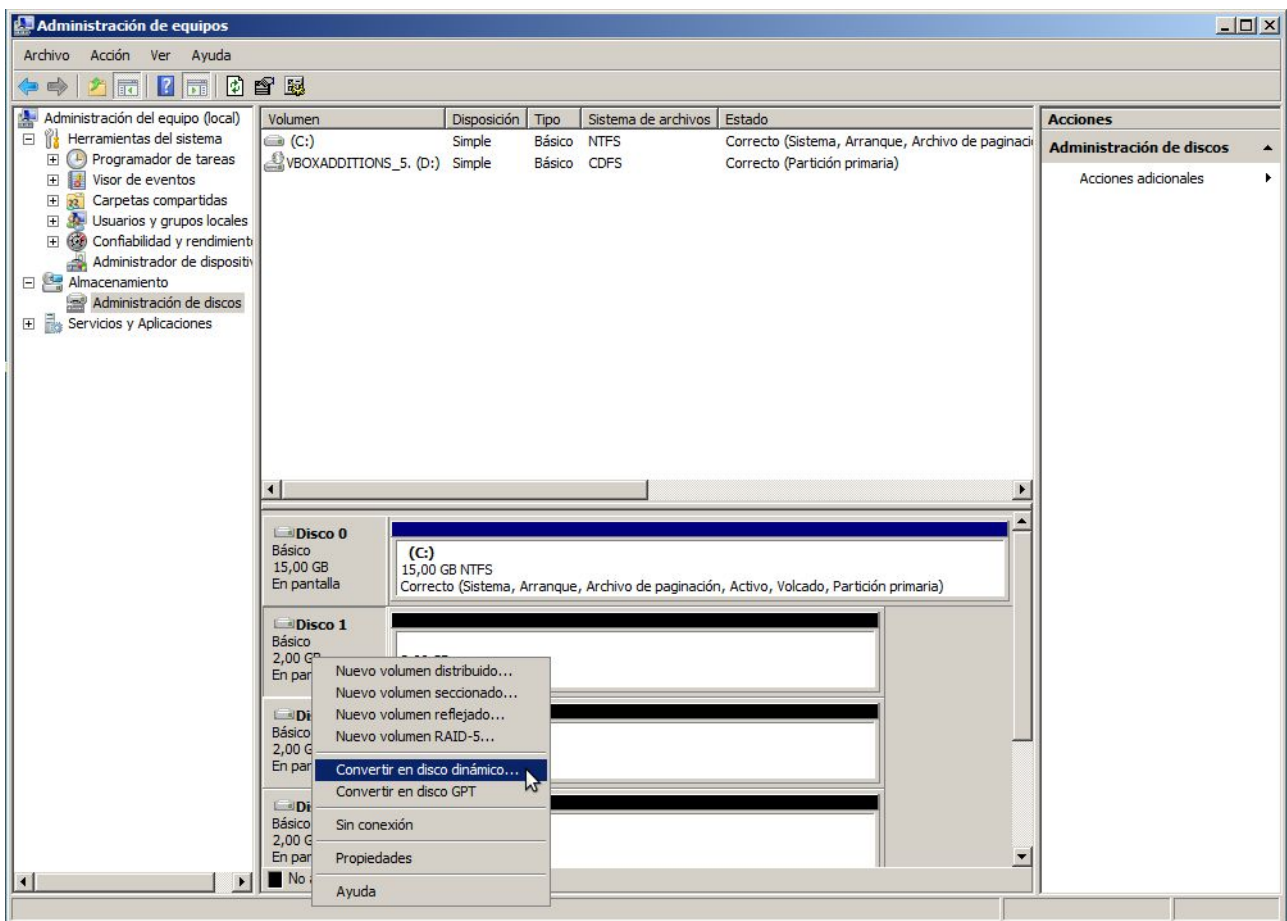
Añadimos los discos a la máquina virtual correspondiente.



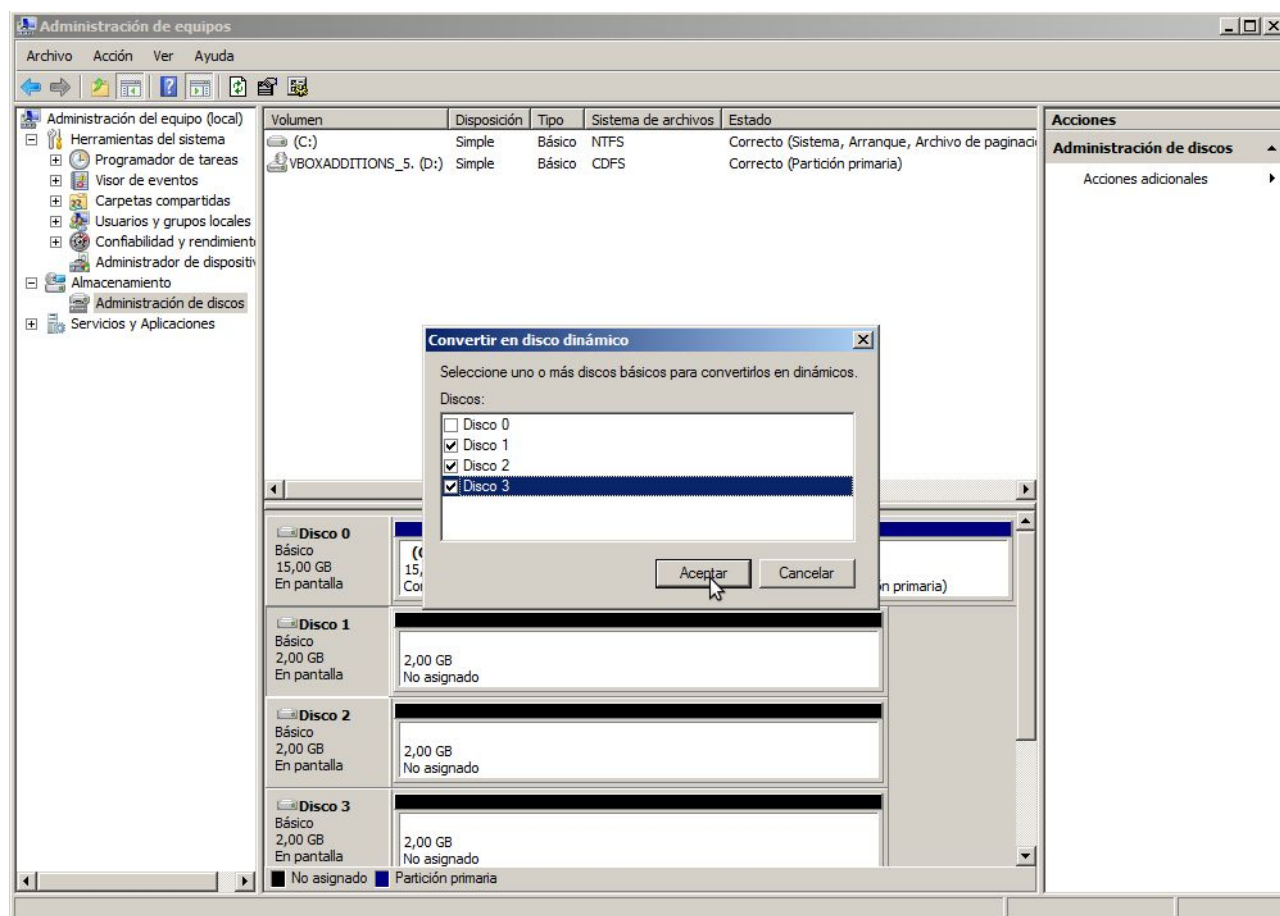
Una vez iniciada la máquina nos dirigimos a Inicio → Herramientas administrativas → Administración de equipos. Y dentro de ésta al apartado Administración de discos. Nos aparecerá un asistente que nos dice que tenemos que convertir los discos en discos lógicos. Seleccionamos los tres discos y le damos a "Aceptar".



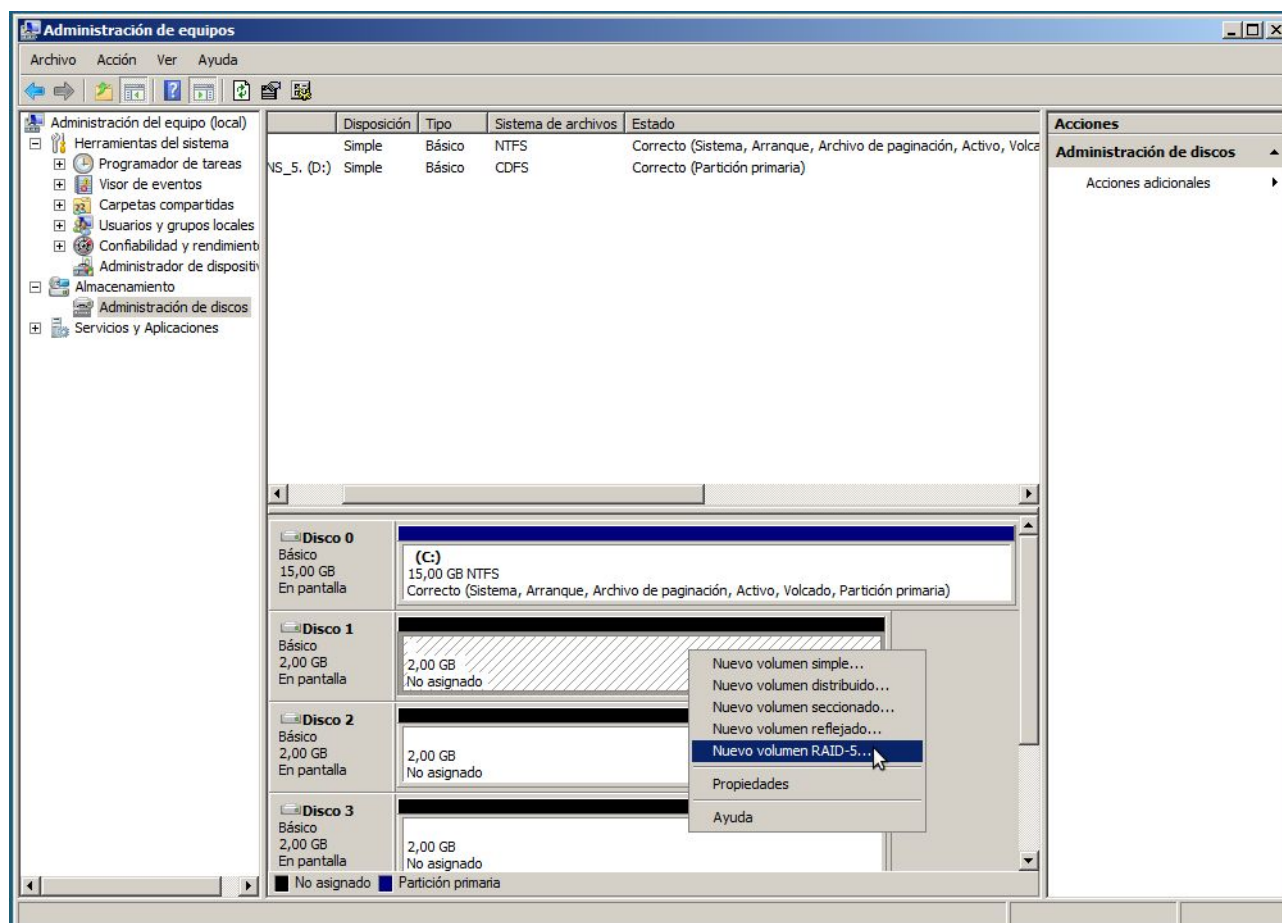
A continuación tenemos que convertir los discos a dinámicos. Esta paso es **OBLIGATORIO** ya que no podremos crear el conjunto si los discos no son dinámicos. Para ello hacemos clic con el botón derecho en cualquiera de los discos y seleccionamos "Convertir en disco dinámico".



Seleccionamos los tres discos que vamos a utilizar para el RAID.

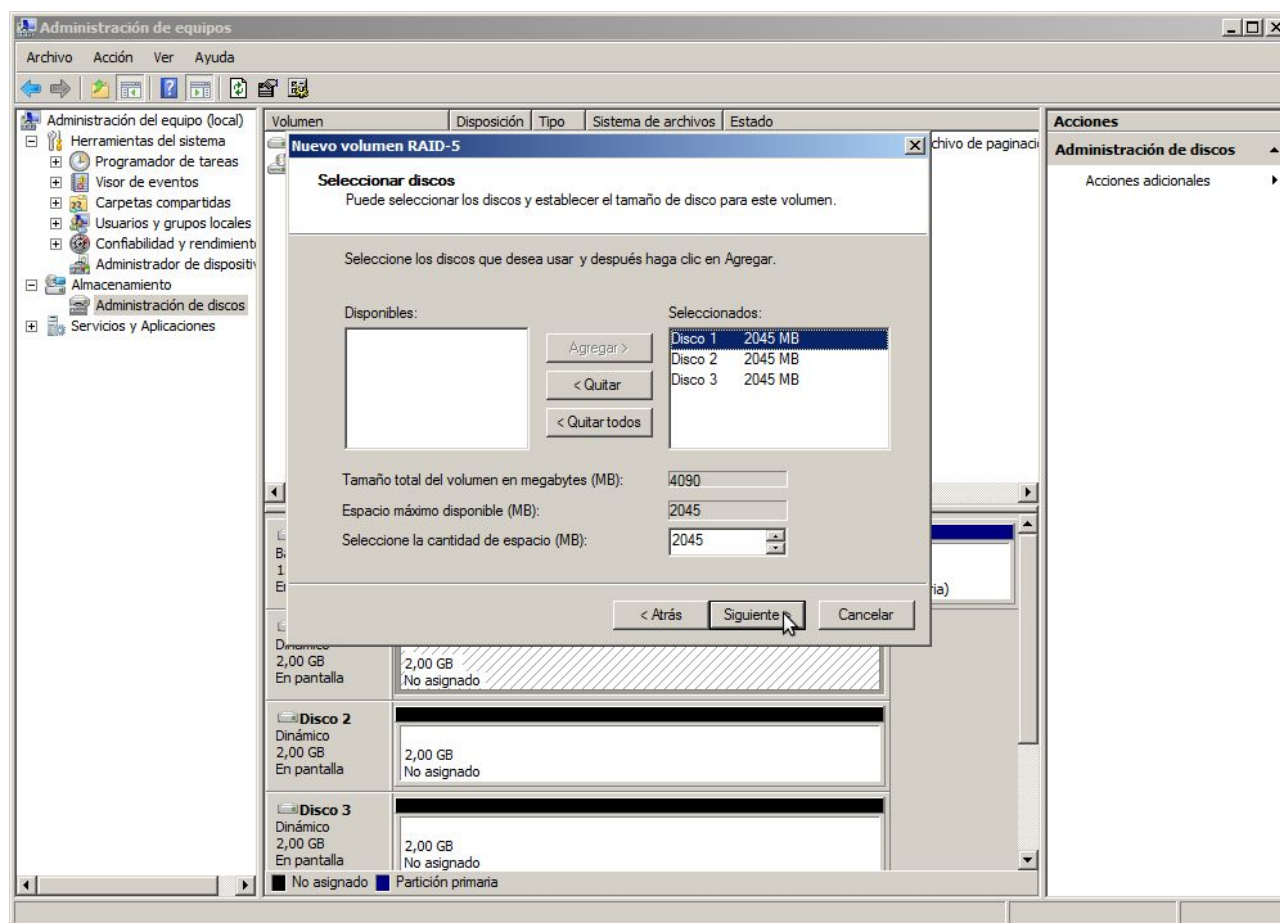


Una vez hecho esto, volvemos a elegir un disco cualquiera de los que vamos a utilizar y con el botón derecho elegimos la opción "Nuevo volumen RAID-5".

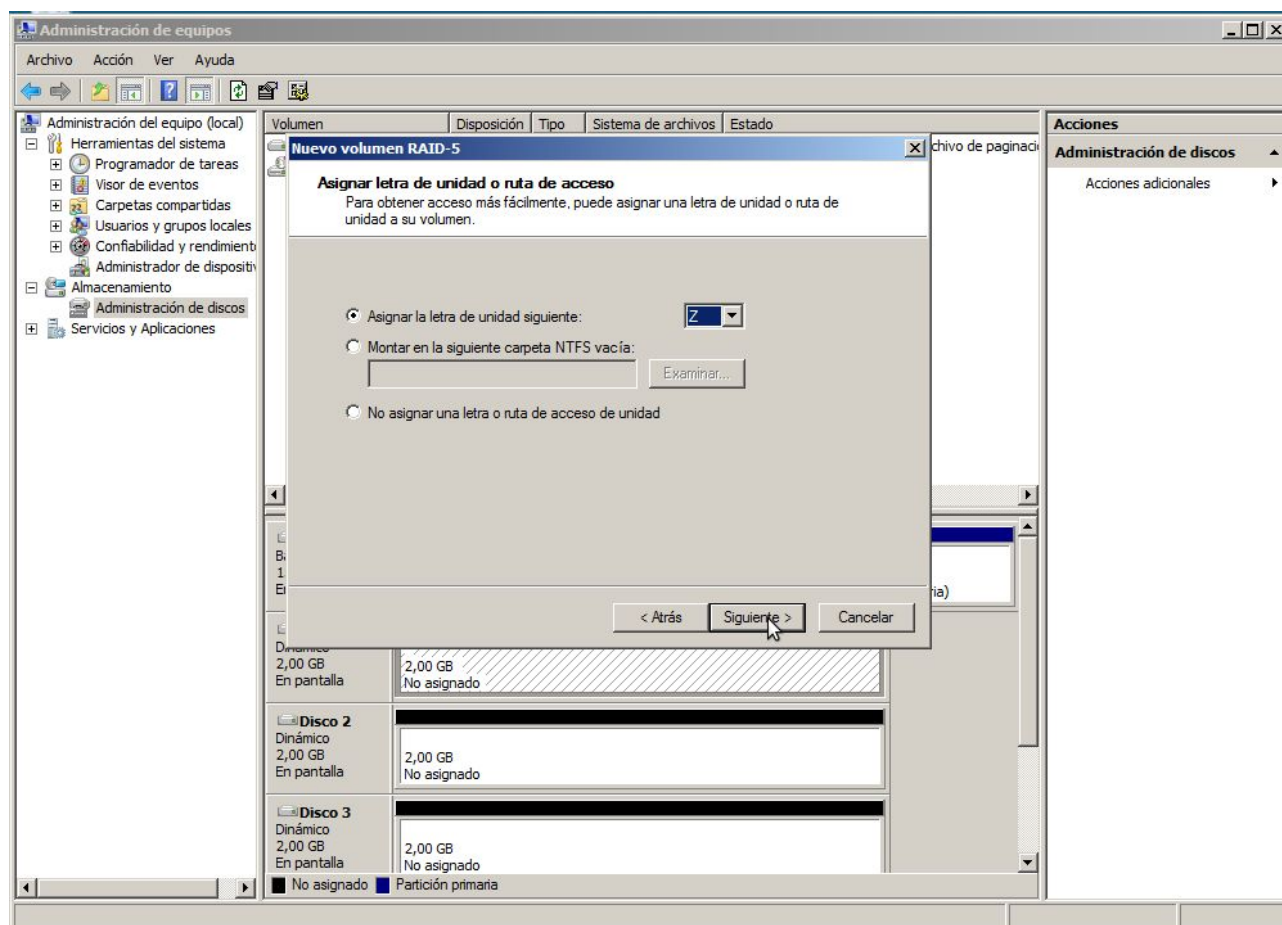




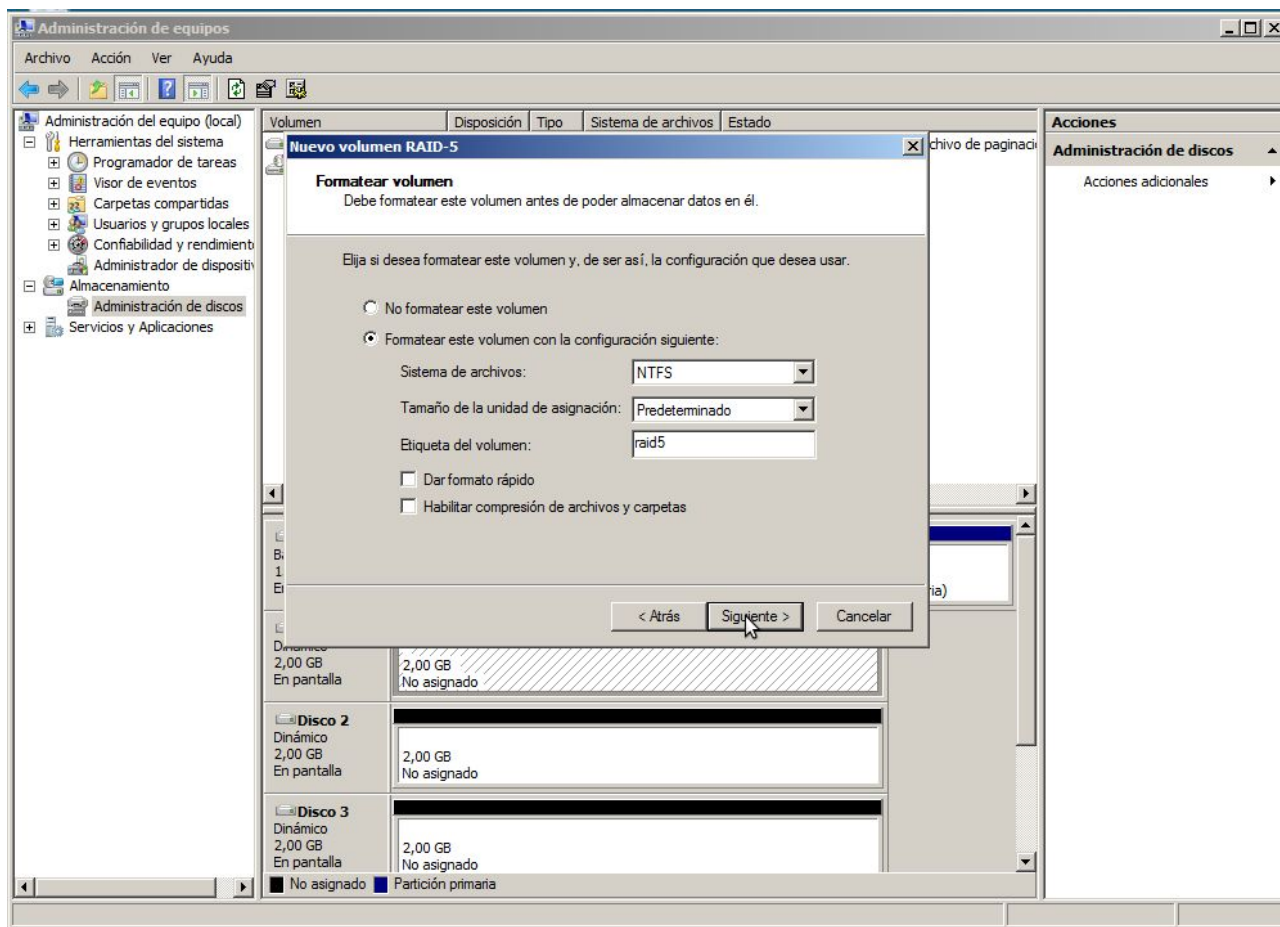
En la siguiente ventana seleccionamos los tres discos que vamos a utilizar. Le damos a "Siguiente".



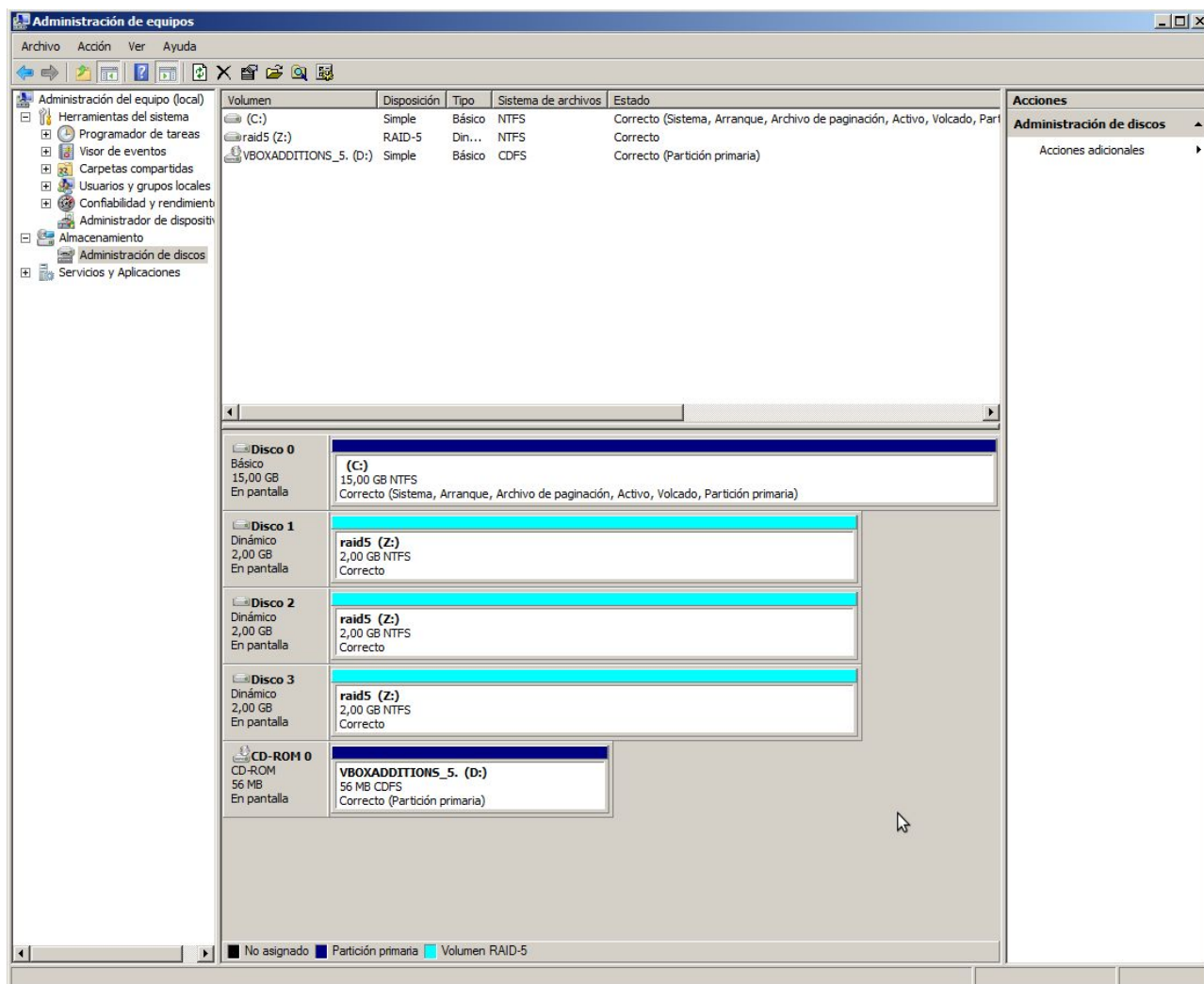
Seguidamente hay que asignarle una letra a la unidad. Aquí podéis elegir la que vosotros queráis.



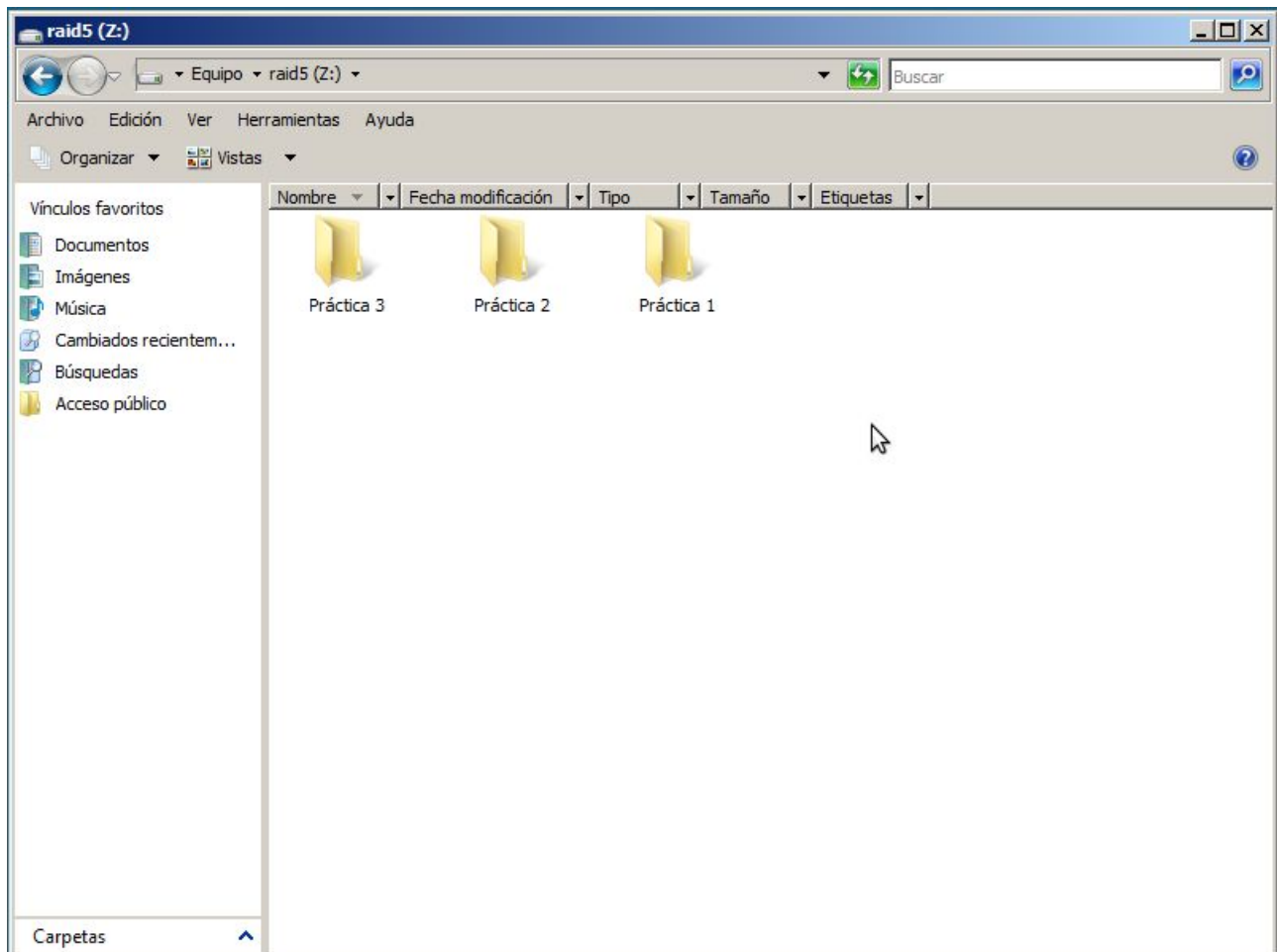
El siguiente paso es darle formato al nuevo volumen. En este caso se ha dejado tal y como te viene por defecto. Justo después de esta pantalla aparecerá una ventana que nos da un resumen de la operación que se va a realizar. Si todo es correcto pinchamos en "Finalizar".



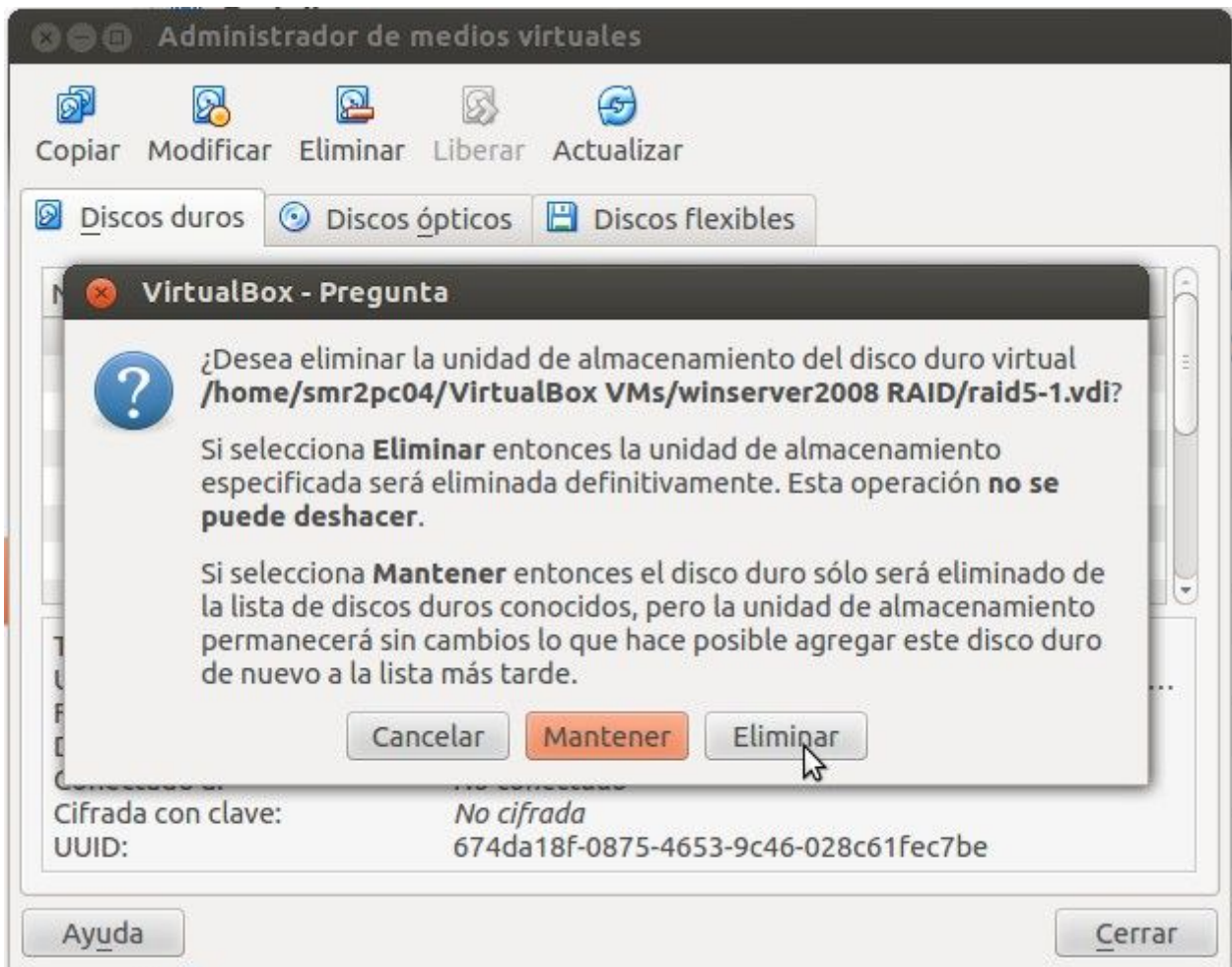
Aquí vemos como se ha creado correctamente el conjunto.



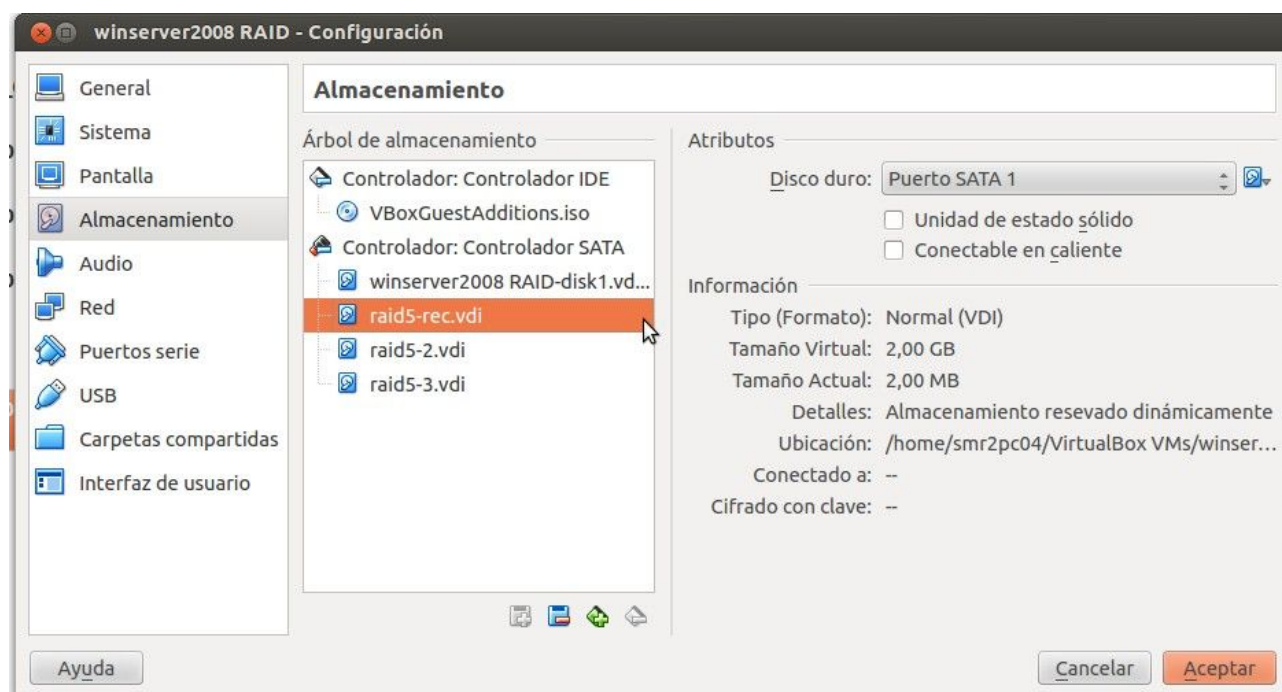
Y en esta otra como hemos metido archivos en el RAID.



Lo siguiente que vamos a hacer es simular el fallo de uno de los disco y ver de qué manera se reemplaza. Para ello apagamos la máquina y eliminamos 1 de los 3 discos que hemos utilizado.

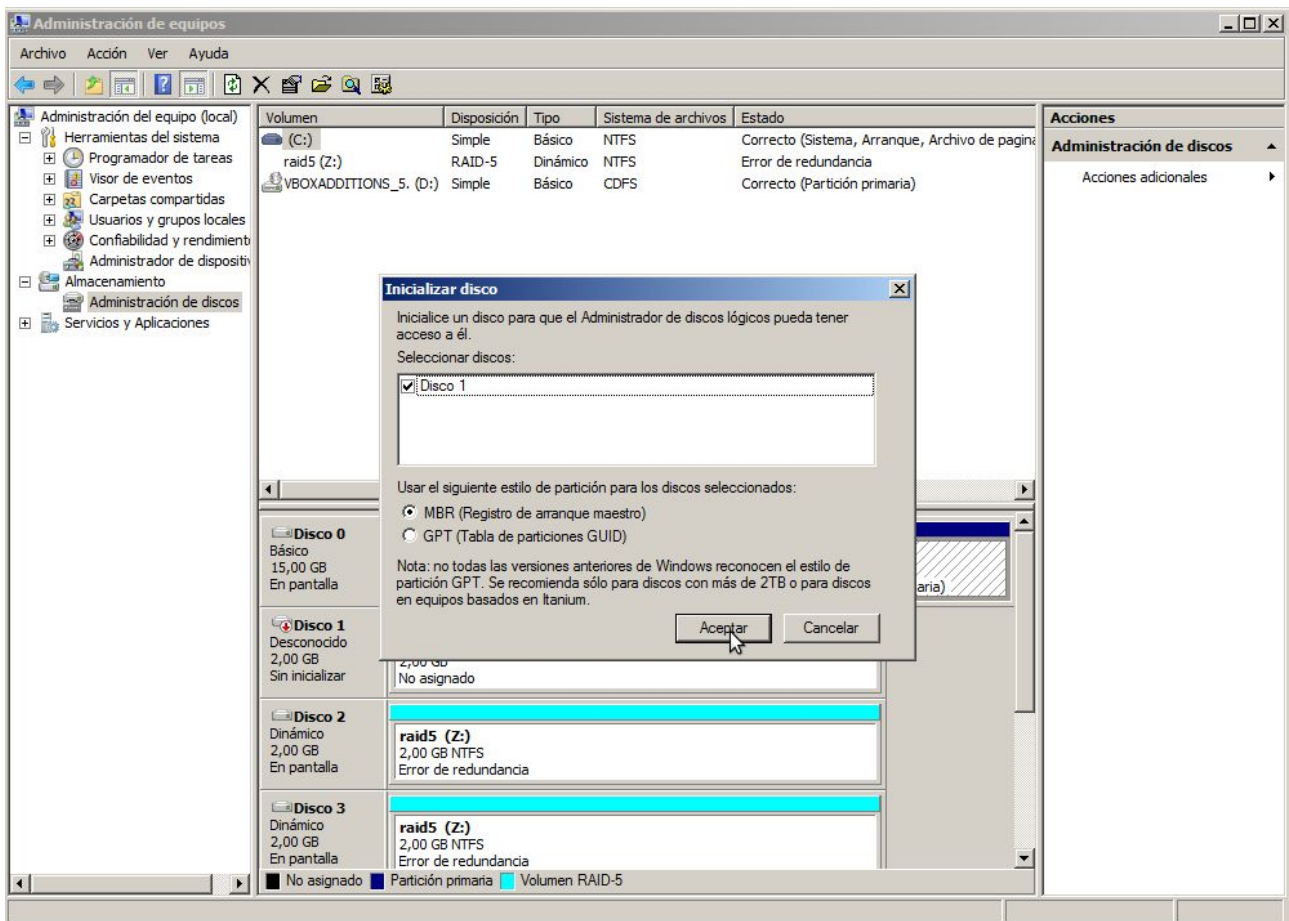


Antes de iniciar la máquina, añadimos el disco que vamos a utilizar para la recuperación del conjunto.



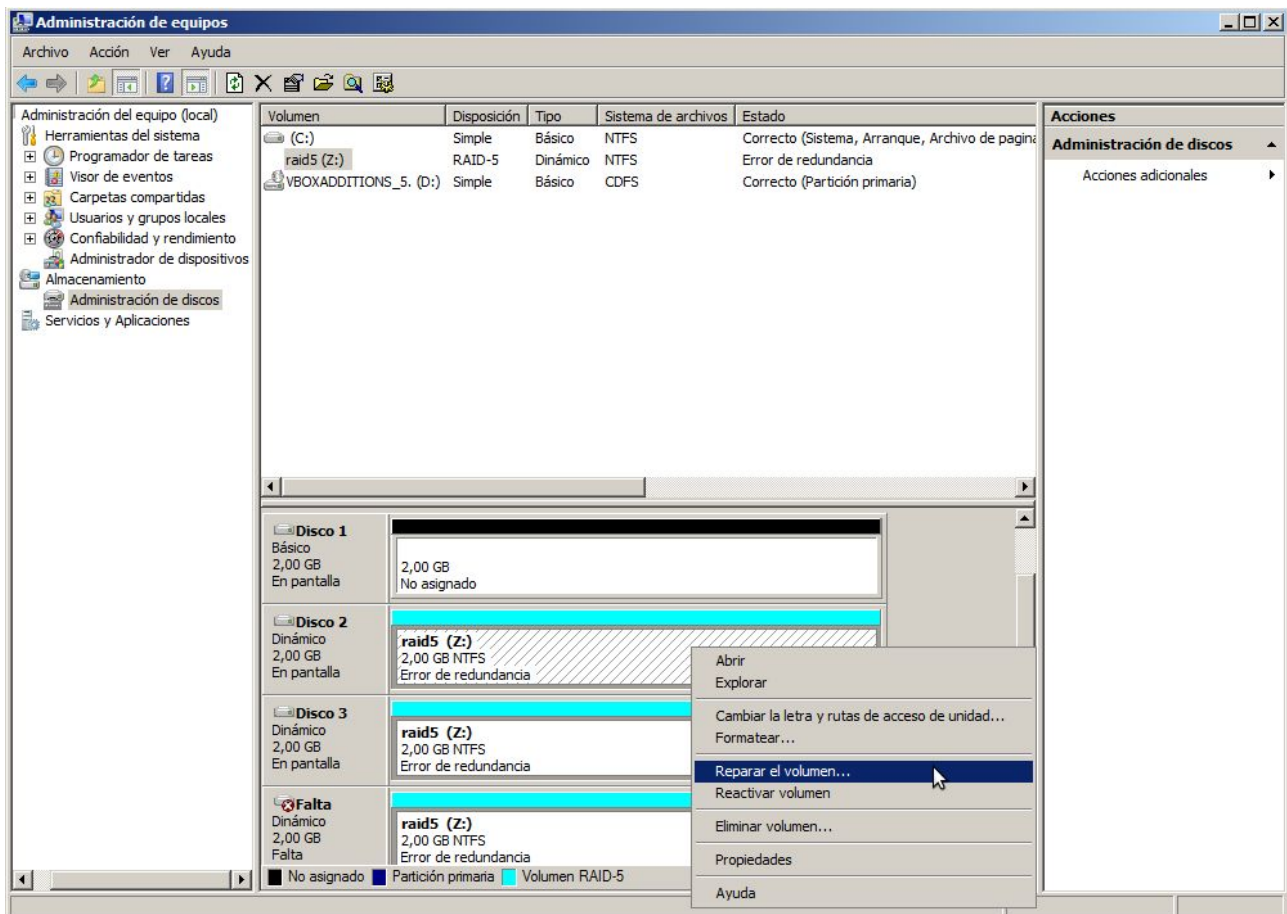


Nos volvemos a dirigir a Inicio > Herramientas administrativas → Administración de equipos → Administración de discos. Nos aparecerá otra vez el asistente de discos. Seleccionamos el nuevo disco y le damos a “Aceptar”.

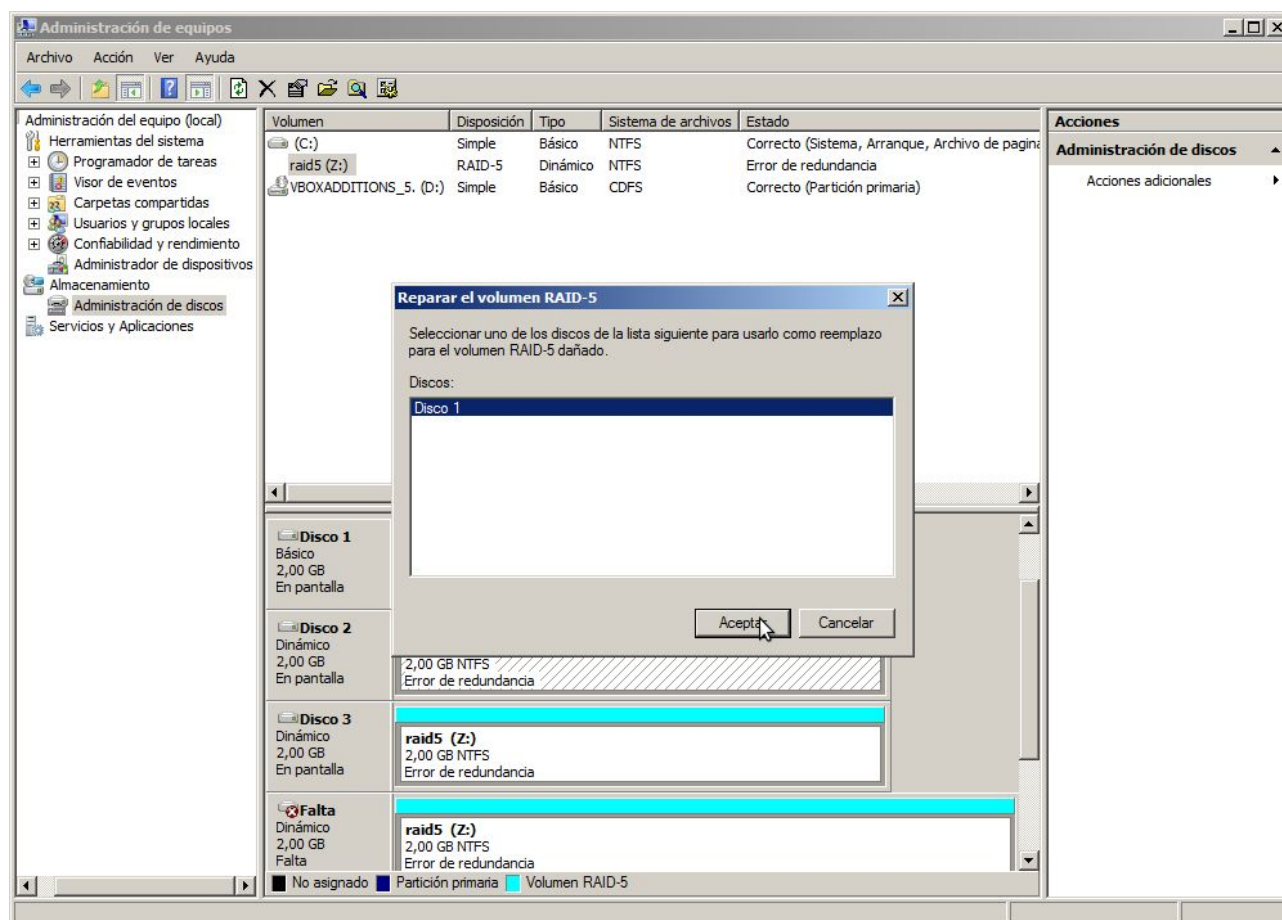




Como vemos nos da un error de redundancia en todo el conjunto. Esto se debe a que falta un disco. Para solucionarlo nos posicionamos encima de uno de los 2 discos del conjunto y con el botón derecho seleccionamos la opción "Reparar volumen...".



Una vez más elegimos el disco que hemos insertado para la recuperación.



Ahora solo toca esperar a que el conjunto se vuelva a sincronizar. Esto suele tardar un rato en proporción al tamaño de los discos que hemos utilizado. En la siguiente imagen podéis ver como el RAID vuelve a estar totalmente operativo.

The screenshot shows the Windows Disk Management console. On the left, the navigation pane lists system tools, with 'Administración de discos' (Disk Management) selected. The main area displays a table of volumes and a detailed view of the disks.

Volumen	Disposición	Tipo	Sistema de archivos	Estado	Capacidad
(C:)	Simple	Básico	NTFS	Correcto (Sistema, Arranque, Archivo de paginación, Activo, Volcado, Partición primaria)	15,00 GB
raid5 (Z:)	RAID-5	Dinámico	NTFS	Correcto	2,00 GB
VBOXADDITIONS_5. (D:)	Simple	Básico	CDFS	Correcto (Partición primaria)	56 GB

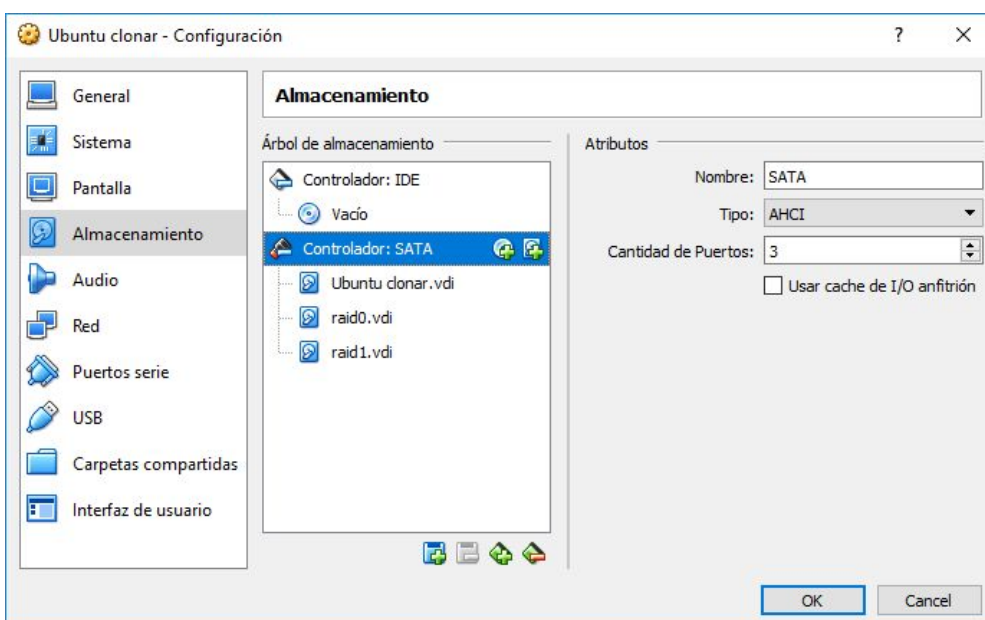
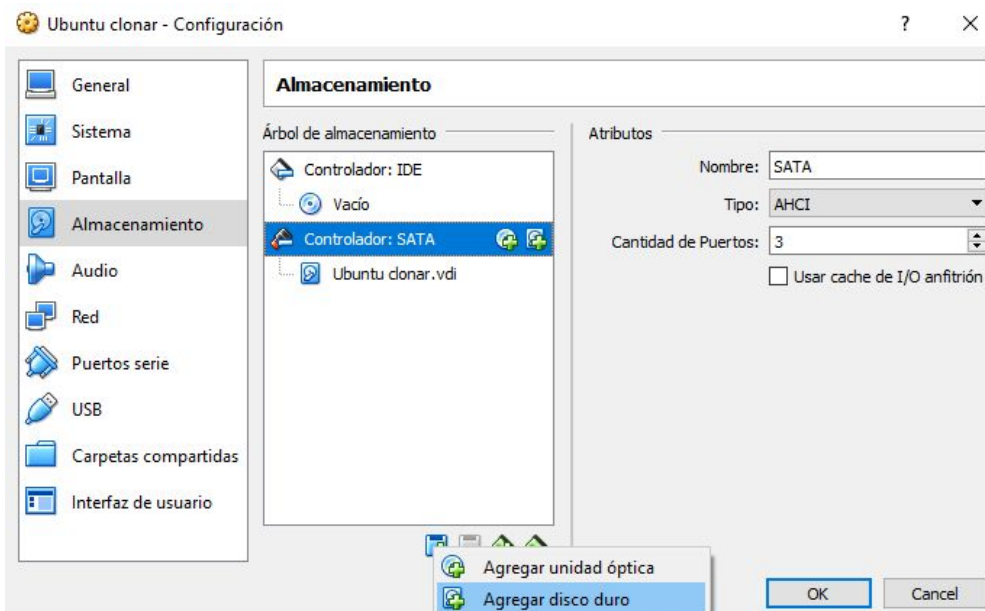
  

Disco	Dispositivo	Formato	Tamaño	Estado
Disco 0	(C:)	NTFS	15,00 GB	En línea
Disco 1	raid5 (Z:)	NTFS	2,00 GB	En línea
Disco 2	raid5 (Z:)	NTFS	2,00 GB	En línea
Disco 3	raid5 (Z:)	NTFS	2,00 GB	En línea

## 10 Raid 1 en Linux

En esta práctica vamos a crear dos discos en RAID1 por software en Linux. También sustituiremos un disco fallido.

Lo primero es crear una máquina virtual e instalar una distribución de linux, hemos elegido Ubuntu. Acto seguido apagamos la máquina virtual y añadimos dos discos de 100MB cada uno.



Arrancamos la máquina, abrimos un terminal y nos ponemos con privilegios de administrador.

```
sudo -i
```

Instalamos el paquete mdadm. Veremos que, además del mdadm, vamos a instalar el servidor de correo postfix. Esto se debe a que el RAID se puede configurar para que avise por correo cuando ocurra un fallo.

```
apt-get install mdadm
```

Comprobamos que los discos están ahí

```
fdisk -l
```

```
Disk /dev/sdb: 100 MiB, 104857600 bytes, 204800 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

Disk /dev/sdc: 100 MiB, 104857600 bytes, 204800 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
```

Creamos el RAID 1 con el comando:

```
mdadm --create /dev/md0 --raid-devices=2 /dev/sdb /dev/sdc --level=raid1
```

Donde /dev/md0 es el nombre del nuevo dispositivo RAID, level=1 indica un RAID 1, raid-devices=2 indica que son dos discos.

Comprobamos que el nuevo dispositivo está disponible y tiene 100 MB, como los originales.

```
Disk /dev/md0: 99,9 MiB, 104726528 bytes, 204544 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
```

Ya podemos trabajar con él como un disco cualquiera: crear particiones con fdisk, formatearlo con mkfs, etc. Vamos a crear una partición, la formateamos y metemos un fichero de 50 MB. Para crear la partición usamos:

```
fdisk /dev/md0
```

Este comando nos ofrece un menú con múltiples operaciones, en nuestro caso vamos a las siguientes instrucciones:

1. Elegimos n para crear la nueva partición.
2. Elegimos p de primaria.
3. Número de partición 1.
4. Como primer sector, lo que viene por defecto, enter.
5. Como último sector, lo que viene por defecto, enter.

se ha creado una partición de tipo ext4. Puede que debamos usar los siguientes comandos para formatearla o para usarla. Vamos a intentar crear una vfat.

```
mkfs /dev/md0p1  
mkdir /mnt/raid1  
mount /dev/md0p1 /mnt/raid1
```

Ahora vamos a crear un archivo de unos 50MB en dicha unidad.

```
dd if=/dev/zero of=/mnt/raid1/fichero bs=512 count=100000  
ls -l /mnt/raid1
```

Para comprobar el estado del RAID tenemos el fichero /proc/mdstat (que podemos abrirlo con cat). En nuestro caso nos muestra que tenemos un RAID md0, que está activo, de tipo raids, cuyos componentes son sdc y sdb.

Si un disco falla, podemos quitarlo y el RAID se mantiene porque espera que lo sustituyamos por otro. Para ello primero hay que marcarlo como disco fallido y luego quitarlo del RAID. Vamos a hacerlo con el disco sdb. Los comandos son:

```
mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdb  
cat /proc/mdstat  
mdadm /dev/md0 --remove /dev/sdb  
cat /proc/mdstat
```

Es muy importante que te des cuenta de los logs que saca el comando mdadm. Si te fijas, nos permite quitar los discos en caliente. Sin embargo, los datos siguen ahí, puedes comprobarlo con ls.

Si quisiéramos que el disco sdb volviera al RAID, primero habría que eliminar su configuración anterior (borrar el superbloque) y luego añadirlo. Los comandos son:

```
mdadm --zero-superblock /dev/sdb  
mdadm /dev/md0 --add /dev/sdb
```

Como se ve, después de añadir el disco se inicia un proceso de sincronización (recovery). Hasta que no ha terminado el RAID no recupera el estado RAID.

Si queremos que los sistemas de ficheros creados en un RAID estén disponibles al arrancar, debemos incluirlos en el fstab, como es habitual.

Podemos desactivar temporalmente un RAID con el comando (pero este comando necesita que el disco no esté siendo utilizado en ningún sistema de ficheros):

```
mdadm /dev/md0 --stop
```

Para volverlo a activar el RAID tenemos

```
mdadm --assemble --scan
```

Ahora intenta tú crear un sistema en RAID0 y otro en RAID5



## 11 RAID 0 y 1 en Windows

En esta práctica vamos a crear un RAID 1 y un RAID 0 en Windows, donde se llaman volumen reflejado y volumen distribuido, respectivamente. En el caso del RAID 1, romperemos el espejo para obtener dos discos iguales.

Esta práctica se ha testado con Windows Server 2008 R2. En principio todas las versiones posteriores de podrán hacer de manera parecida, pero hay que probarlo, ya que no todas las versiones soportan las mismas configuraciones de RAID.

1. Crear una máquina virtual e instalar Windows (Server 2008).
2. Antes de arrancarla, crearemos los discos que queremos conectar.
  - a. Serán dos discos muy pequeños, de 100 MB, para que las pruebas sean rápidas.
3. Arrancamos nuestra máquina Windows.
  - a. Nos logueamos como administrador y entramos a la herramienta de gestión de discos. Hay varias formas de hacerlo.
    - i. Por ejemplo, pulsar en Inicio
    - ii. Sobre la opción Equipo activamos el menú de botón derecho y elegimos Administrar.
    - iii. Aparecerá una ventana donde seleccionaremos Administración de discos.
4. Como se ve, el sistema ha detectado que hay discos nuevos. Nos solicita inicializarlos y aceptamos.
5. Ahora tenemos dos discos nuevos y vamos a crear un RAID 1 con ellos. Nos ponemos sobre cualquiera de ellos y pulsamos el botón derecho. En el menú que aparece elegimos Nuevo volumen reflejado.
6. Se inicia un asistente que nos pregunta qué discos queremos incluir. Seleccionamos los dos discos libres. Como ya sabemos, el tamaño final serán 100 MB.
7. Al terminar el asistente tenemos el espejo creado. En el administrador de discos aparecen marcados en rojo
8. Pero para el usuario es una unidad normal y corriente de 100 MB.
9. En la nueva unidad vamos a crear un fichero de texto llamado prueba.
10. Para comprobar que efectivamente es un espejo y los dos discos tienen el mismo contenido, vamos a romper el espejo.
  - a. Volvemos al administrador de discos, nos situamos sobre uno de los discos rojos y pulsamos el botón derecho.
  - b. Elegimos Romper volumen reflejado.
11. El resultado es que nuestros discos ya no tienen el color rojo que indica que están reflejados, sino el verde de disco normal.
12. Para el usuario, de repente, han aparecido dos unidades de 100 MB, con el mismo contenido cada una.
13. Ahora vamos a montar un RAID 0 con esos mismos discos. En el administrador de discos nos ponemos sobre cualquiera de ellos, y en el menú de botón derecho primero ejecutamos Eliminar volumen (ahora están en uso como mirror) y después Nuevo volumen seccionado. De nuevo, el asistente nos permite elegir los discos y formatearlos. En el administrador de discos aparecen con un verde distinto.
14. Para el usuario es una nueva unidad de 200 MB

15. Podemos usarlo para guardar un fichero de 160 MB, lo que no podríamos hacer con los discos de 100 MB
16. Podemos comprobar que, si rompieramos el volumen seleccionado, perderíamos todos los datos.

## 12 RAID en hardware con Intel Matrix Storage

El material necesario para hacer esta práctica es un ordenador con BIOS compatible con Intel Matrix Storage, dos discos duros SATA (160 GB en este ejemplo) y el CD de instalación de Windows. Es posible hacerlo con otro tipo de hardware.

Como es muy difícil que tengamos algo así en casa, lo que se va a pedir en esta práctica es que busquemos en nuestra placa base, para ver si tiene algún tipo de posibilidad para crear RAID en hardware.

1. Conectamos los dos discos duros SATA.



2. Encendemos el ordenador y entramos en la BIOS (típicamente pulsando F2 durante el arranque). Buscamos la opción que activa la funcionalidad RAID y la seleccionamos.
3. Guardamos los cambios y al arrancar de nuevo aparecen las opciones de configuración RAID. En nuestro caso, es la herramienta ROM del Intel Matrix Manager y se accede al menú principal pulsando Ctrl+J.

4. Vemos los dos discos y ningún volumen creado. Pulsamos 1 para crearlo. Le damos nombre (espejo, por ejemplo), elegimos el tipo de RAID y los discos afectados. Finalmente seleccionamos Create Volume.
5. Si todo ha ido bien, volvemos al menú principal con la nueva configuración.
6. Salimos de la herramienta y al arrancar de nuevo vemos nuestro mirror, pero no hay ningún sistema operativo. La herramienta ya nos advirtió de que el RAID 1 se crearía vacío.
7. En este punto introducimos el CD de instalación de XP. Elegimos XP porque no tarda mucho en instalarse. Si el CD no viene preconfigurado con los drivers para Intel Matrix, habrá que interrumpir la instalación pulsando F6 cuando llegue el momento.
8. Si todo ha ido bien, Windows nos ofrecerá instalarse en un disco de 160 GB, aunque físicamente tenemos dos.
9. Creamos una partición de 40 GB (suficiente para Windows), una vez terminada la instalación, en el administrador de dispositivos podemos ver la controladora RAID.
10. En el administrador de discos aparece como un único disco (en el caso práctico 2 se veían dos discos marcados en verde).
11. Para trabajar con la configuración del RAID podemos seguir utilizando el arranque, pero también hay aplicación llamada Intel Matrix Console. Al arrancarla podemos ver el estado de nuestro RAID.
12. Podemos verlo en modo avanzado para tener los detalles de nuestro volumen. Aparece nuestro volumen y los discos que lo componen.
13. Si nos situamos en el volumen, podemos lanzar las operaciones asociados.
14. Vamos a robar a romper el volumen. Arrancamos y pulsamos Orak para entrar a la herramienta. Ahora elegimos la opción 2 para recuperar uno de los discos.
15. Nos situamos en el segundo y pulsamos la tecla Ahora pulsamos Enter para confirmar la operación. El RAID 1 ha quedado degradado, pero no se ha perdido todo: los datos siguen en el único disco que todavía forma parte del espejo.
16. Podemos arrancar la máquina y comprobaremos que ahora hay dos discos.
17. Incluso en el nuevo disco E: están los mismos contenidos que en C: Es decir, al romper el espejo no se ha perdido nada en ninguno.
18. Si arrancamos la Intel Matrix Console, nos avisará del problema.
19. Podríamos regenerar el RAID con el disco disponible o eliminar definitivamente el volumen. Aunque, como es el disco de Windows, habría que hacerlo desde la herramienta ROM.

## Bibliografía

---

- Muchas de las prácticas de estos documentos referentes a la seguridad de almacenamiento que aquí se presentan fueron recogidas de los trabajos de **Ángel Santos Ríos**.
- También se ha recogido material del departamento de Informática del IES San Vicente y del IES Severo Ochoa