

# Discos de estado sólido SSD

# Tipos de memorias secundarias

- Discos duro
- **Discos de estado sólido**
- Nas
- Pendrives
- Tarjetas flash
- CD
- DVD
- Bluray

# Definición

La unidad de estado sólido, dispositivo de estado sólido o SSD (acrónimo inglés de solid-state drive) es un tipo de **dispositivo de almacenamiento** de datos que utiliza memoria **no volátil**, como la **memoria flash** (como las de los usb), para almacenar datos, en lugar de los platos o discos magnéticos de las unidades de discos duros (HDD) convencionales.



# Fabricantes más importantes

Corsair  
Crucial  
Gigabyte  
Intel  
Kingston

OCZ  
Samsung  
Sandisk  
Toshiba  
Transcend  
Western Digital

# Ventajas

- **Arranque más rápido**, al no tener platos que necesiten alcanzar una velocidad constante.
- Lanzamiento y **arranque de aplicaciones** en menor tiempo
- Gran **velocidad de escritura**.
- Mayor **rapidez de lectura**, incluso 10 veces más que los discos duros tradicionales.
- **Baja latencia** de lectura y escritura, cientos de veces más rápido que los discos mecánicos.
- **Menor consumo** de energía y producción de **calor**: resultado de no tener elementos mecánicos.
- **Sin ruido**: la misma carencia de partes mecánicas los hace completamente inaudibles.
- Mejorado el tiempo medio entre fallos, superando dos millones de horas, muy superior al de los discos duros.
- **Seguridad**: permitiendo una muy rápida "limpieza" de los datos almacenados.
- **Borrado más seguro e irrecuperable** de datos, es decir, no es necesario hacer uso del Algoritmo Gutmann para cerciorarse totalmente del borrado de un archivo.
- **Rendimiento determinista**: a diferencia de los discos duros mecánicos, el rendimiento de los SSD es constante y determinista a través del almacenamiento entero. El tiempo de "búsqueda" constante.
- El **rendimiento no se deteriora** mientras el medio se llena. (Véase Desfragmentación).
- **Menor peso y tamaño** que un disco duro tradicional de similar capacidad.
- **Resistente**: soporta caídas, golpes y vibraciones sin estropearse y sin descalibrarse como pasaba con los antiguos discos duros, gracias a carecer de elementos mecánicos.

*Ángel González M.*

# Desventajas

- **Precio:** los precios de las memorias flash son considerablemente más altos en relación precio/gigabyte, debido a su menor demanda. Su **precio bajará** y se regularizará con el tiempo.
- **Limitada recuperación de datos:** después de un fallo físico se pierden completamente, pues la celda es destruida, mientras que en un disco duro normal que sufre daño mecánico los datos son frecuentemente recuperables usando ayuda de expertos que accedan al platillo.
- **Fallo producido de forma inesperada:** a diferencia de los discos tradicionales que empiezan a acumular sectores erróneos de forma espaciada en el tiempo; los discos SSD producen el fallo de forma inminente sin dar tiempo a salvar ningún dato.
- Por lo tanto, **no** son **recomendados** para el almacenamiento de **datos importantes** para el usuario, ni en entornos empresariales **sin copia de seguridad**.
- **Vida útil:** al reducirse el tamaño del transistor se disminuye directamente la vida útil de las memorias NAND. Se solucionaría ya en modelos posteriores al instalar sistemas utilizando memristores.
- Es muy **difícil de calcular su duración**, ya que no depende del tiempo, sino principalmente del uso intensivo de escritura y lectura que se le dé.
- **Menores tamaños de almacenamiento** ofertados debido a su alto precio.  
Un corte en el suministro eléctrico brusco, puede producir la pérdida absoluta de todos los datos. Se recomienda usarlos con un dispositivo protector de la energía eléctrica SAI.

*Ángel González M.*

# Vida útil

Los SSD se deterioran cuando se escriben en ellos, pero con el avanza de la tecnología **hoy en día ya podemos olvidarnos de ese problema** porque el tiempo de vida se ha alargado considerablemente.

Las SSD incluyen **células** de memoria **adicionales libres** para cuando las otras fallen no perder capacidad y además reasignan automáticamente los sectores dañados para no perder datos ni rendimiento.

Las tareas que más acortan la vida son:

- La desfragmentación del disco duro
- La utilización de la SSD como memoria virtual
- O los procesos de indexación de búsqueda.
- Los tests de rendimiento en lectura y escritura,
- El formateo que desgasta automáticamente la unidad.



*Ángel González M.*

# Tipo de memoria que usan internamente



# Tipo de memoria que usan internamente

Los SSD se basan en 2 tipos de memorias

- Memoria volátil DRAM (obsoleto)
- Memoria no volátil NAND flash (más modernos)

# Memoria volátil DRAM

Las SSD basados en este tipo de almacenamiento proporcionan una alta velocidad de acceso a datos, en torno a  $10 \mu s$

Estas SSD incorporan una **batería** o bien un adaptador de corriente continua.

Estas SSD son generalmente equipados con los mismos módulos de **memoria RAM** que cualquier ordenador corriente, permitiendo su sustitución o expansión.

Son sistemas **muy caros**, y han sido sustituidos por SSD flash NAND



*Ángel González M.*

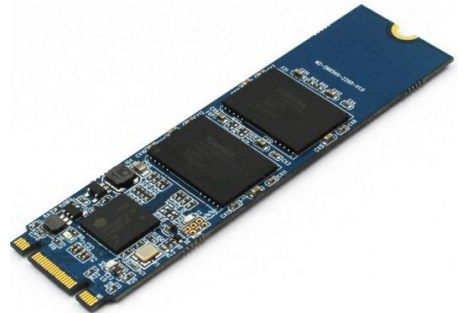
# Memoria no volátil NAND flash

La **mayoría** de los SSD **usan** esta tecnología

**No necesitan de una fuente** de alimentación/baterías para que los datos permanezcan guardados ya que son memorias no volátiles.

Son **más lentos** que los SSD basados en DRAM

Son **más baratos** que los basados en DRAM



*Ángel González M.*

# Arquitecturas

# Tipo de tecnología

- Celda de nivel individual (SLC)
- Celda de nivel múltiple (MLC)
- Celda de nivel triple (TLC)
- Celda de quadruple nivel (QLC)

# Celda de nivel individual (SLC)

- Son considerablemente **más rápidos** que los de la tecnología opuesta (MLC).
- Poseen **mayor longevidad**. Son capaces de aguantar 100.000 operaciones de borrado antes de que empiecen a dar algún tipo de problema
- Poseen **menor consumo** de energía
- Tienen un **menor tiempo de acceso** a los datos.
- Son las **más caras**, pensado para equipos en los que el precio no es lo importante.
- A nivel técnico, pueden almacenar solamente **1 bit** de datos por celda. Necesitamos por tanto  $10^9$  celdas para tener 1GB de capacidad
- Suelen **ocupar** más espacio **físico**
- Por su coste **casi no se fabrican**
- **Ideales para servidores** que hacen un uso más intenso de los discos duros

# Celda de nivel múltiple (MLC)

- Tiene una **mayor capacidad** por chip que con el sistema SLC y por tanto, un **menor precio** final en el dispositivo.
- A nivel técnico es **menos fiable, durable, rápido** y avanzado que las SLC.
- Estos tipos de celdas almacenan **2 bits** por cada una, es decir  $2^2=4$  estados, por esa razón las tasas/velocidad de lectura y escritura de datos se ven disminuidas.
  - Esto lleva a que las lecturas son más lentas por que tenemos que distinguir más estados.
  - Cuando realizamos una escritura la caída de rendimiento es incluso mayor.
- Dependiendo de la tecnología de fabricación tenemos que:
  - con litografía de 5x nanómetros soportan 10.000 borrados,
  - con 3x nanómetros 5.000 borrados
  - y por último con 2x sólo 3.000.
- Recomendable para **entornos caseros**, se es con un sistema híbrido SSHD

# Celda de nivel triple (TLC)

- Nuevo proceso en el que se mantienen **3 bits** por cada celda.
- Es decir es decir  $2^3=8$  estados
- Por tanto, las **lecturas y escrituras** son aún **más lentas** que lo que ocurría con SLC.
- Sin embargo los fabricantes consiguen **reducir** los **precios** que era lo que andaban buscando, esta es su mayor y única ventaja.
- En cuanto a la durabilidad (su mayor desventaja) según la tecnología usada tenemos que empiezan a dar problemas con:
  - 2500 ciclos para 5x nanómetros,
  - 1250 en 3x nanómetros
  - y 750 en 2X nanómetros.
- Recomendables para usuario que quiere **gastar poco dinero** en su SSD

*Ángel González M.*



# Celda de quadruple nivel (QLC) (Quad Layer Cell)

Esta memoria es una evolución de la memoria TLC y tiene, por tanto, las mismas virtudes y defectos que ella, algo peor dado que estas memorias son capaces de almacenar hasta cuatro bits por celda.  $2^4=16$  estados

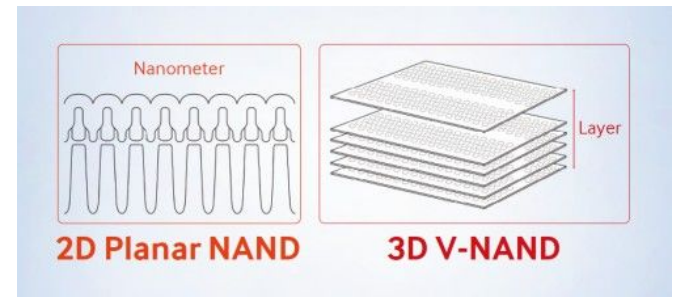
Aunque también es verdad que, gracias a las nuevas tecnologías de corrección de errores y de nivelación del desgaste de las células, se consigue que un SSD que vaya a montar este tipo de NAND Flash pueda soportar hasta los 300 TBW antes de que empiece a tener problemas.

# Características

# Características

- Memoria Flash con capas apiladas 2D o 3D
- N° de capas apiladas
- Capacidad de almacenamiento
- Factor de forma
- Velocidad de lectura / escritura secuencial.
- Velocidad de lectura / escritura aleatoria
- Velocidad de transferencia de datos
- Resistencia frente a la muerte
- Calificación TBW
- Interfaz usada
- Tiempo medio entre fallos

# Capas apiladas en 3D o 2D



La memoria 3D NAND Flash ha marcado un avance muy importante frente a la tradicional memoria 2D NAND Flash.

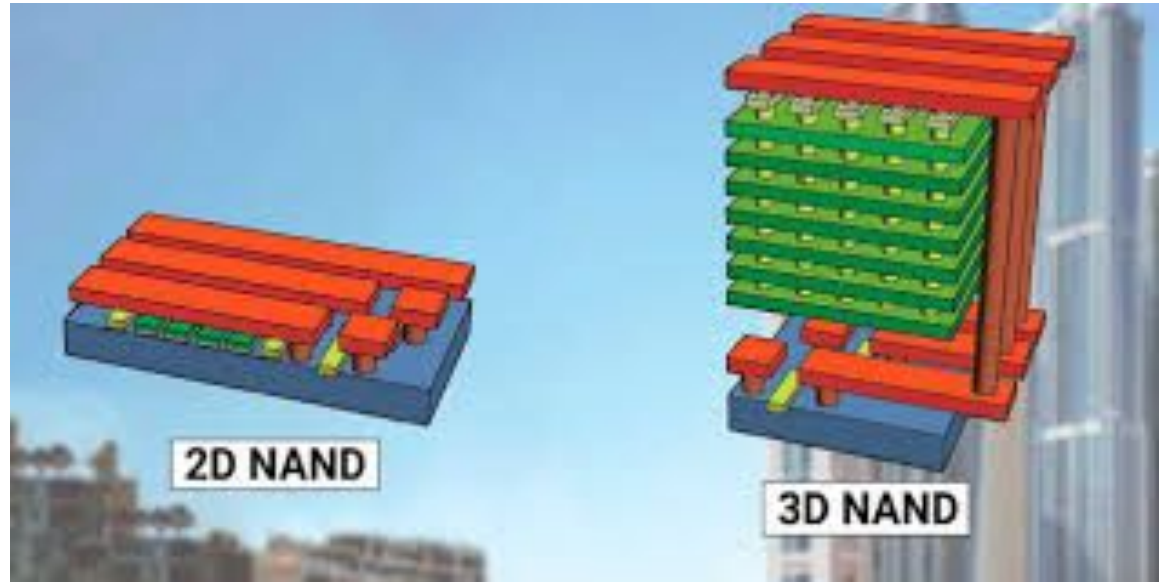
En la primera las diferentes capas de memoria que permiten aumentar la capacidad de almacenamiento de una unidad se apilan en vertical y no en horizontal, esto permite la conexión de un mayor número de transistores en un mismo espacio y facilita crear unidades más compactas y de menor tamaño.

La primera memorias flash 3D NAND fue de Samsung y se llamaba VNAND, contaba con 24 capas.

Actualmente se trabaja con memorias 3D NAND Flash de 64 capas a 96 capas.

*Ángel González M.*

# Nº de capas apiladas



Las SSD con tecnología 3D poseen las capas apiladas una encima de otra.

Dependiendo del SSD tendremos un mayor o menor nº de ellas.

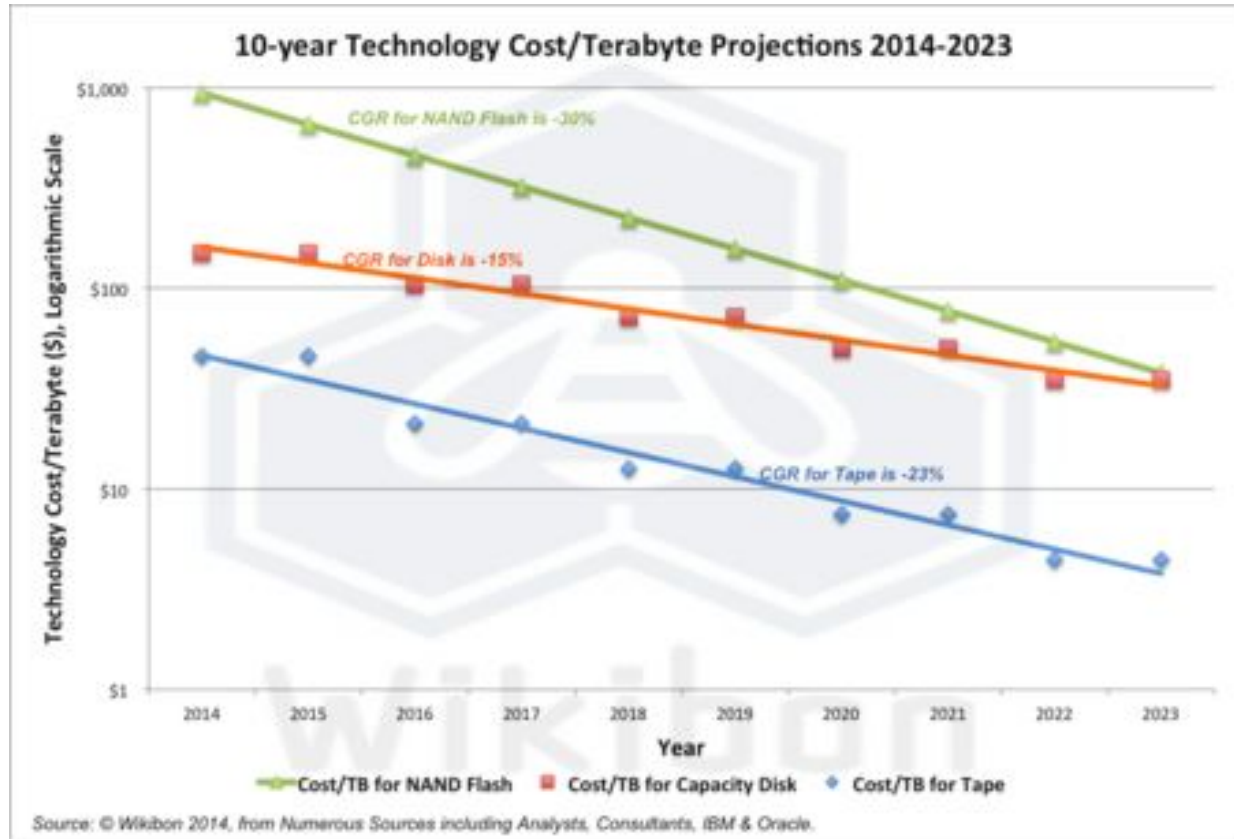
Lo normal es encontrarnos con discos de 64 capas a 96 capas

*Ángel González M.*

# Capacidad de almacenamiento

Nos solemos encontrar SSD desde 16 GB hasta 4 TB.

A mayor tamaño aumenta mucho el precio



# Factor de forma

SATA SSD



M.2 SSD SATA



M.2 PCIe



NVMe SSD



# SATA SSD

Son los más básicos y con peor rendimiento.

Ocupan mayor espacio.

Usan conectores SATA III.





# M.2 SSD

Los discos SSD M.2 han venido a solucionar el problema del tamaño y además están desplazando al disco de estado sólido tradicional por sus mayores prestaciones y velocidad.

Las memorias o discos SSD M.2 son unos discos SSD pero en los que el factor forma ha cambiado y por un formato mucho más pequeño.



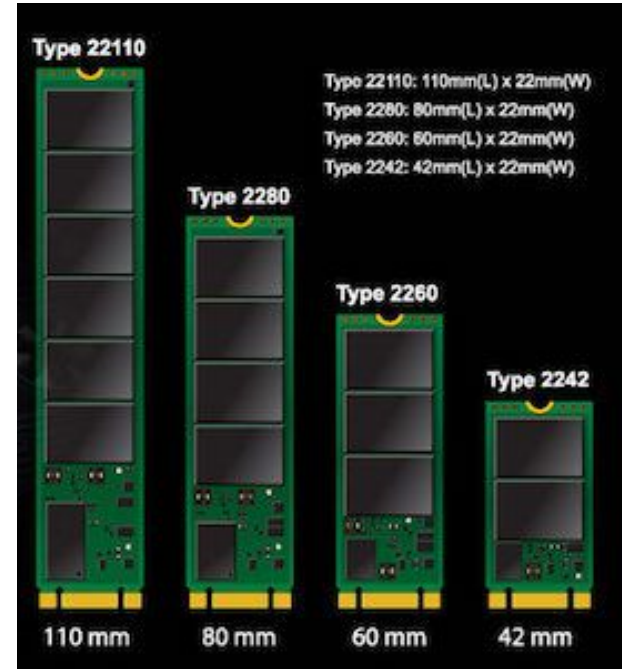
# Tamaños M.2 SSD

Aunque las memorias M.2 más habituales son de 22mm de ancho y entre 42 y 110 mm de largo, los modelos que actualmente existen son los siguientes:

- Ancho: 12, 16, 22 y 30 mm
- Largo: 16, 26, 30, 38, 42, 60, 80 y 110 mm

*Por ejemplo un disco SSD M.2 **2280** será una memoria de **22** mm de ancho y **80** mm de largo.*

Cuanto mayor sea su longitud de una memoria SSD M.2 mayor número de chips podrán alojar y por lo tanto mayor capacidad de almacenamiento tendrá.



# Interfaces usadas por los M.2 SSD

Actualmente los discos de estado sólido utilizan dos tipos de interfaz de almacenamiento:

- SATA 3.0
  - Utilizan el mismo controlador que sus hermanos SSD SATA
  - Tienen una limite, su velocidad máxima de transferencia de 600MB/sg
- PCIe (PCI-Express).
  - Utilizan unos controladores específicamente diseñados para este tipo de conexión
  - Estos dispositivos admiten muchísima más velocidad que los SATA 3



Ángel González M.

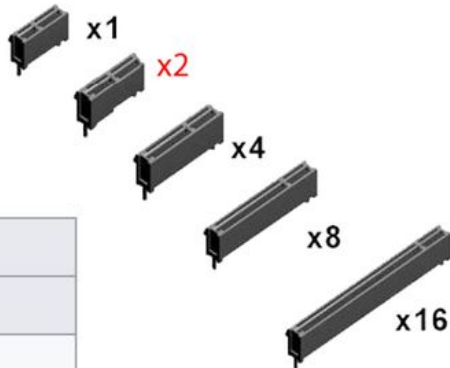
# PCIe (PCI-Express)

Las conexiones PCIe la podemos encontrar en todo clase de dispositivos como discos SSD M.2, tarjetas PCIe de red, tarjetas gráficas PCIe, tarjetas PCIe a Usb 3.0 y USB 3.1, tarjetas PCIe Thunderbolt, etc ...



La velocidad máxima de una PCIe vendrá determinada por la combinación de la versión y del número de carriles que tenga.

- Podremos tener PCIe con 1, 2 ,4, 8 o 16 carriles
- Además tenemos la versión: PCIe 1.1, PCIe 2.0, PCIe 3.0, PCIe 4.0



Versión de PCI Express	Código en línea	Velocidad de transferencia	Ancho de banda	
			Por carril	En x16
1.0	8b/10b	2,5 GT/s	2 Gbit/s (250 MB/s)	32 Gbit/s (4 GB/s)
2.0	8b/10b	5 GT/s	4 Gbit/s (500 MB/s)	64 Gbit/s (8 GB/s)
3.0	128b/130b	8 GT/s	7,9 Gbit/s (984,6 MB/s)	126 Gbit/s (15,8 GB/s)
4.0	128b/130b	16 GT/s	15,8 Gbit/s (1969,2 MB/s)	252,1 Gbit/s (31,5 GB/s)

# SSD NVMe

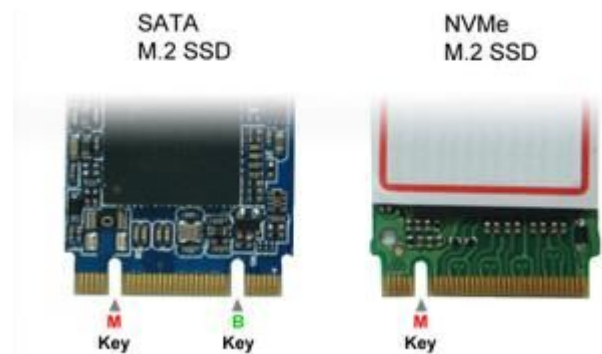


Sos discos o memorias SSD más rápidos que hay. Por su puesto son los más caros.

NVMe o “NVM Express” que es el acrónimo de memoria no volátil (Non Volatile Memory) express y es una especificación para el acceso a unidades SSD. Podríamos definirlos como un estado intermedio entre los chips NAND y los DRAM de las memorias RAM. Son unos chips o memorias muy rápidas pero que no se borran cuando no tienen tensión, de ahí su designación de “no volátil”.

Los NVMe usan las conexiones PCIe para alcanzar velocidades desorbitadas.

Pueden llegar a alcanzar los 3.5GB/s lectura/escritura



# Velocidades de los SSD

# Escritura secuencial y aleatoria

Aunque una SSD no tiene partes móviles, necesita más tiempo para escribir los datos que para leerlos.

Las operaciones secuenciales de escritura son más rápidas que las aleatorias para algunos tipos de unidades de estado sólido, debido a que la escritura aleatoria requiere una gestión espacial compleja

En una escritura secuencial, una computadora crea un archivo y escribe una serie de registros, uno después del otro. El tamaño del archivo crece con cada nuevo registro. Los archivos secuenciales son fáciles de procesar para la unidad de disco, ya que simplemente avanza hacia delante a partir de la ubicación de los datos por la última escrita.

La escritura aleatoria implica dos pasos: En primer lugar, el equipo debe buscar el registro que será escrito o actualizado. Entonces se produce la escritura real.

# Velocidad de lectura / escritura secuencial.

Este tipo de escrituras (secuenciales) solo se producen el 5% de las ocasiones, por tanto **no hay que fijarse mucho en este dato**. Se mide en MB/s

Ej 540 MB/s



# Velocidad de lectura / escritura aleatoria.

La estadística dice que al menos el 60% de las operaciones que realiza un ordenador son de tipo aleatorio (bloques de 4 Kb).

Esta será la medida en la que nos tenemos que fijar al comprar un disco SSD.

Se mide en IOPS (operaciones entrada/salida por segundo)

Ej 88,000 IOPS

# IOPS

En concreto IOPS es el acrónimo de Input/Output Operations Per Second (número de operaciones de lectura/escritura por segundo).

Los IOPS siempre van asociando con un valor Ej 4Kb

No es lo mismo tener 50.000 IOPS en escrituras a 256 Kb, que 50.000 IOPS en escrituras a 4 Kb.

# Tasa/velocidad de transferencia

Un SSD doméstico llega fácilmente a más de 500 MB/s, mientras que un disco duro tradicional suele ser de unos 100 a 150 MB/s en los de 7200 RPM.

Algunas SSD pueden superar fácilmente la velocidad de más de 1500 MB/s.

	Samsung 850 EVO (SATA)	Samsung 950 PRO (M.2)
<b>Lectura secuencial</b>	518.75	2123
<b>Lectura 4K</b>	31.19	44.18
<b>Lectura 4K-64Thrd</b>	381.27	1125.25
<b>Tiempo de acceso lectura</b>	0.079 ms	0.041

*4k-64thrd representa 64 hilos ejecutándose a la vez*

*Ángel González M.*

# Resistencia hasta su desgaste (TBW)

TBW: Terabytes Writen o el número estimado de terabytes capaces de ser escritos antes de desgastarse.

Ej 240 TB TBW (Total de bytes escritos)

# Tiempo medio entre fallos (MTBF)

MTBF: mean time between failure, tiempo medio antes del fallo del disco.

Se mide en horas

Ej el SSD de tipo TLC Samsung 850 EVO tiene:

- 1,5 millones de horas, 171 años trabajando 24 horas todos los días
- 75 TBW

# Espacio libre

Los discos SSD, para mantener su rendimiento lo más alto posible, deben tener una parte de su espacio libre, por lo que suelo recomendar dejar al menos un 10 a 20 por ciento del espacio total de los SSD libres

# Simulador de montaje de pc's

<http://tecno.iesvegadelturia.es/simulador/>

# Bibliografía

[https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/hardware/historia-primer-disco\\_duro-gigante-ramac\\_305\\_0\\_276122426.html](https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/hardware/historia-primer-disco_duro-gigante-ramac_305_0_276122426.html)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad\\_de\\_disco\\_duro](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_disco_duro)