



EL ROL DE LA

TECNOLOGÍA BARIUM FERRITE²⁰¹⁸

EN EL ALMACENAMIENTO DE DATOS

Integridad de datos,
reducción del espacio físico,
capacidad de cartuchos de
cinta,

duración del archivo,
velocidad de escritura...



Índice

Introducción	05
Integridad de datos	09
Una medida oficial de la integridad de datos, el BER	10
La integridad de datos depende esencialmente del nivel de SNR	11
El SNR de las cintas Barium Ferrite es superior al SNR de las cintas MP	16
La tecnología Barium Ferrite presenta una mejor dispersión, una mejor alineación y una mejor orientación de las partículas sobre la superficie de la cinta	19
Otra manera de medir la integridad de datos de las cintas LTO: el DUDBL	21
Mecanismo del cabezal de escritura y de lectura Terzetto de IBM	24
Oxidación de las partículas MP: otro factor que afecta la integridad de datos	27
La capacidad de almacenamiento	29
El Barium Ferrite = mayor capacidad de almacenamiento	29
¿Cómo aumentar la capacidad de los cartuchos de cinta?	32
Situación actual y hoja de ruta	35
Actualización de la segmentación del mercado de cinta	37
La cuestión fundamental del espacio físico dedicado a almacenamiento	39
Otras ventajas del BaFe	45
Período de vida útil del archivo	45
Período de vida útil del drive	46
La velocidad de escritura	48
Conclusión	50
Descripción de una rápida progresión	50

Introducción



CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO SUPERIOR
PERO NO A CUALQUIER PRECIO.



LAS CINTAS BAFE OFRECEN
UN NIVEL DE RENDIMIENTO
SIN PRECEDENTE EN LA
HISTORIA DEL
ALMACENAMIENTO DE DATOS.



LA INTEGRIDAD DE DATOS
DE LAS CINTAS BAFE ES
10.000 VECES SUPERIOR A
LA DEL DISCO DURO.



EL DISCO Y LAS CINTAS MP YA NO
SATISFACEN LAS NECESIDADES
DE RETENCIÓN DE DATOS DE LOS
USUARIOS.



EN 6 AÑOS Y DOS GENERACIONES, LA
LTO HA MULTIPLICADO SU CAPACIDAD
POR 4,8 VECES Y SU VELOCIDAD POR
2,25 VECES.



Introducción

1. Desafío – ¿Cuál es el papel de un fabricante de soportes de almacenamiento de datos?

El reto principal de las soluciones de almacenamiento de datos es permitir a los usuarios finales adaptarse a la evolución del mercado TI y responder a sus nuevas necesidades. En el entorno del almacenamiento de datos, o en otras palabras, ante la conservación de datos a largo plazo, la demanda prioritaria de los actores del mercado es que las tecnologías de almacenaje puedan responder al fuerte crecimiento de creación de datos digitales, mejorando a su vez los rendimientos del sistema de almacenamiento. Los trabajos realizados en el área de investigación y desarrollo (I+D), por Fujifilm e IBM, sobre la cinta de almacenamiento van en esta dirección:

- ¿Cómo aumentar la capacidad de los soportes de almacenamiento y reducir el espacio físico dedicado al almacenamiento?
- ¿Cómo aumentar la velocidad de escritura de datos y reducir el tiempo destinado al almacenamiento?
- y ¿Cómo reducir el número de errores de escritura y mejorar la integridad de datos?

2. ¿Cuál es la prioridad en innovación tecnológica en el área de conservación de datos a largo plazo?

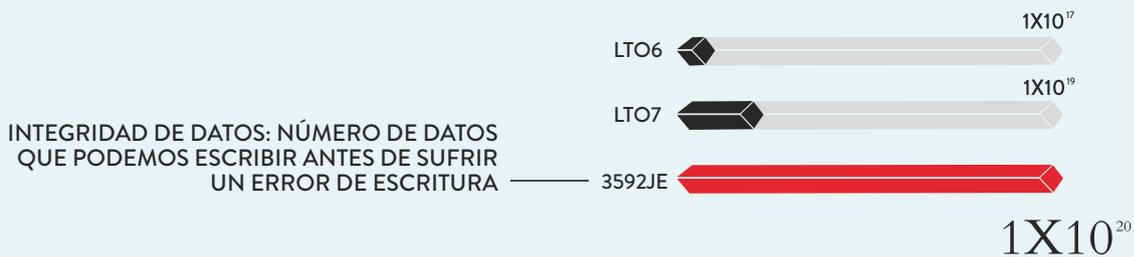
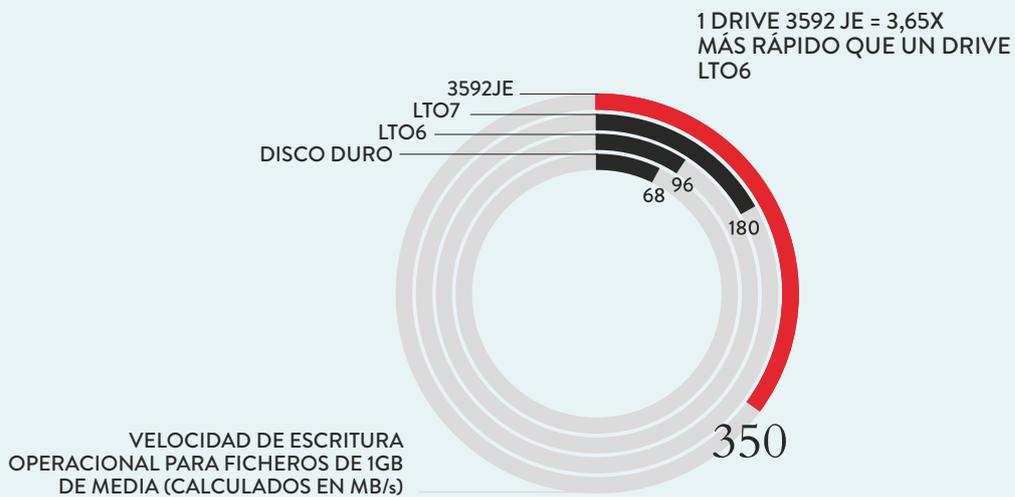
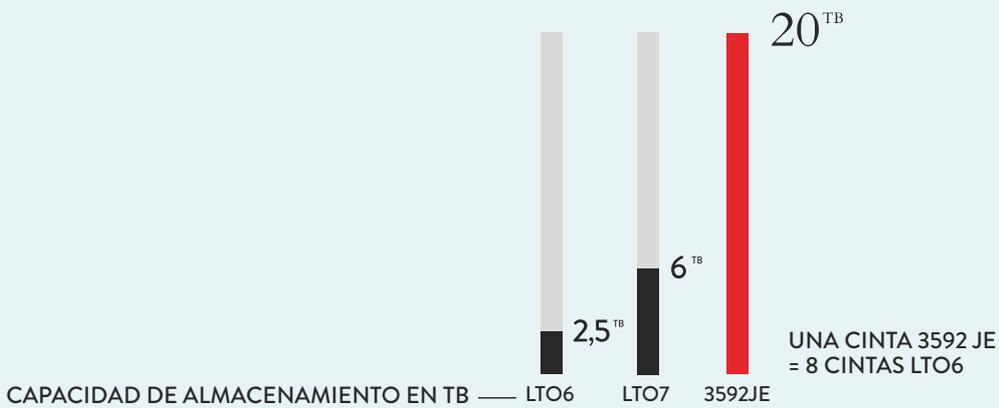
En el área de la fabricación de cintas de almacenamiento, el Barium Ferrite es una tecnología revolucionaria que marca un punto de inflexión permitiendo generar capacidades de almacenamiento sin precedente. Esta innovación hubiera sido imposible sin los desarrollos tecnológicos llevados a cabo sobre los drives por parte de IBM:

- En el espacio de 6 años, entre los lanzamientos de la LTO6 y de la LTO8, la tecnología de cinta LTO habrá conseguido multiplicar:
 - Su capacidad nativa por cartucho por 4,8
 - Su velocidad de escritura por 2,25
 - La integridad de datos de los cartuchos de cintas por 100

Ninguna otra tecnología de almacenamiento ha conseguido un tal reto en el espacio de dos generaciones y un plazo de tiempo tan reducido.

- Más impresionante todavía, es el proyecto 3592JE de IBM. Este nuevo drive de cinta, con un lanzamiento previsto para Junio de 2018, deberá proponer una capacidad de 20TB por cartucho de cinta, una velocidad de escritura de 500MB/s y un BER (integridad de datos) diez veces superior al propuesto por la LTO7, mil veces superior al propuesto por la LTO6 y 100.000 veces superior al propuesto por los discos Enterprise SATA.

Descripción de una revolución tecnológica: la **IBM 3592JE** comparada a sus predecesoras



3. Mayor capacidad de almacenamiento pero no a cualquier precio

Cuando los fabricantes tuvieron que aumentar las capacidades de las cintas se vieron confrontados a múltiples problemas:

- Tradicionalmente se afirmaba que la potencia magnética de una cinta dependía de su forma y, por consiguiente, de su tamaño. Producir cintas de mayor capacidad implicaba la utilización de partículas más pequeñas y, por lo tanto, de fuerza magnética inferior.
- El aumento de la capacidad de una cinta exigía incrementar el número de pistas, y por consiguiente, utilizar pistas más estrechas. Pero, un ancho de pista inferior reduce imperativamente la potencia global del campo magnético de la pista.
- Además, una cinta de mayor capacidad debe ofrecer, naturalmente, una velocidad de escritura superior. Pero, un incremento de velocidad puede perjudicar la calidad de intercambio de señales entre el cabezal de lectura del drive y las partículas de la cinta.

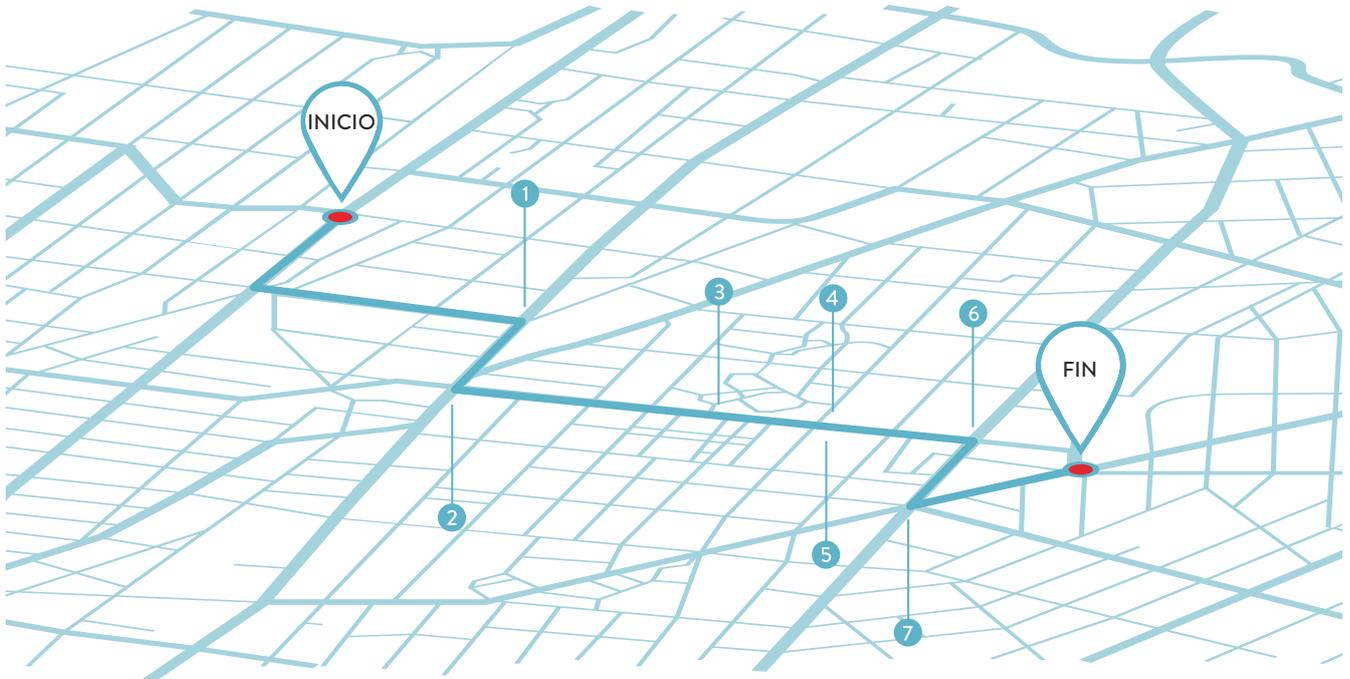
Los tres ejemplos que acabamos de citar representan tres retos fundamentales de la tecnología de cinta en el área de integridad de datos. Una pérdida de potencia magnética, un campo magnético débil y dificultades de percepción de las señales emitidas por la cinta: en los tres casos, hablamos de disfunciones en la transmisión del mensaje dentro del drive. En consecuencia, estamos hablando de un incremento potencial de errores en escritura y/o en lectura de la cinta magnética.

En otras palabras, podemos resumir la cuestión afirmando que es fácil desarrollar cintas de capacidad superior. No obstante, se deberá garantizar que estas cintas funcionan y cumplen los criterios de excelencia establecidos por los usuarios informáticos. Queda plasmado que uno de los mayores retos en el desarrollo de soluciones de capacidad de almacenamiento superior es conseguir un nivel de integridad de datos que sea como mínimo igual y en el mejor de los casos superior al ofrecido por las generaciones precedentes de cintas magnéticas.

En consecuencia, realizaremos nuestro análisis de la siguiente manera:

- en primer lugar, abordaremos la cuestión de la integridad de datos, como una condición esencial al desarrollo de futuras generaciones de productos de almacenamiento.
- en segundo lugar, trataremos la cuestión de la capacidad de almacenamiento como tal.
- y, finalmente, trataremos otras áreas dónde el Barium Ferrite contribuye a la progresión de la tecnología de almacenamiento en cinta, como la conservación de los datos archivados a largo plazo o la velocidad de escritura.

Integridad de datos



.1

Principios básicos:

UNA MEDIDA OFICIAL DE LA INTEGRIDAD DE DATOS, EL BIT ERROR RATE (BER).

.2

La integridad de datos depende esencialmente
DEL NIVEL DE SNR DE SU SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.

.3

La mejora de integridad de datos =
REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE DATOS Y MENORES ERRORES DE ESCRITURA.

.4

El SNR de las cintas Barium Ferrite
ES SUPERIOR AL SNR DE LAS CINTAS MP.

.5

Otra unidad de medida de
LA INTEGRIDAD DE DATOS DE LOS CARTUCHOS LTO ES EL DUDBL.

.6

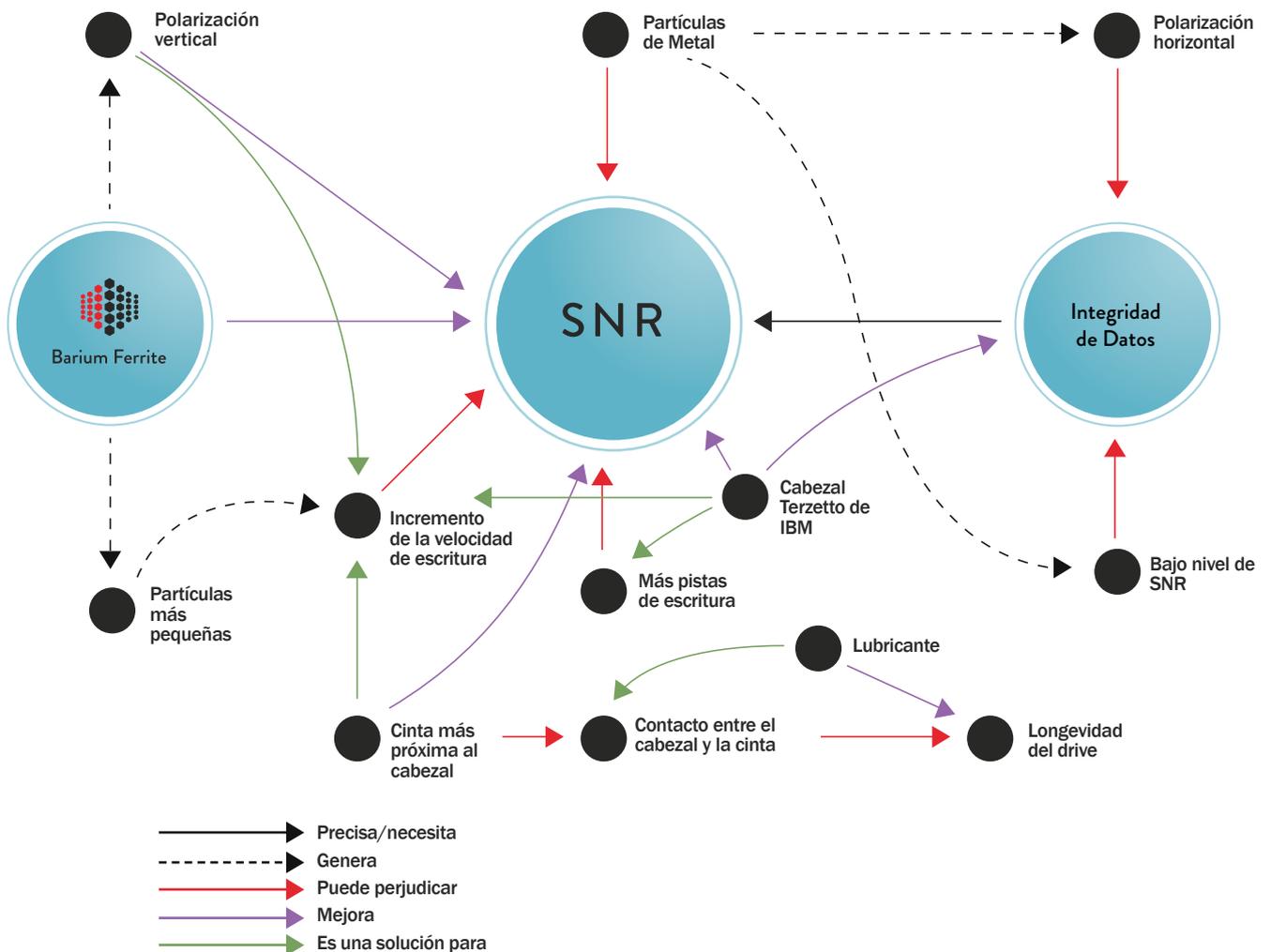
El nuevo cabezal Terzetto de IBM
ES UNA REVOLUCIÓN EN EL ÁREA DE INTEGRIDAD DE DATOS.

.7

La oxidación de las partículas MP
ES OTRO FACTOR QUE AFECTA LA INTEGRIDAD DE DATOS.

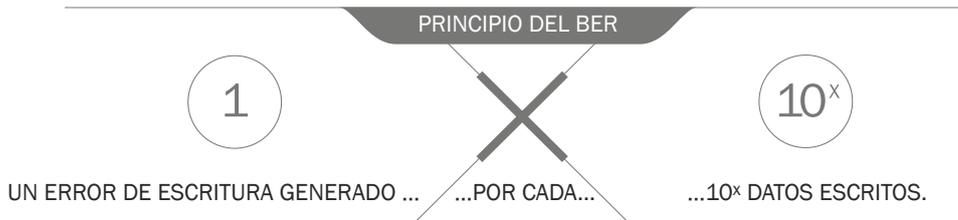
Integridad de datos

La **integridad de datos** es la capacidad de releer un dato escrito en un soporte de almacenaje, independientemente del tiempo que haya transcurrido entre el momento en que los datos fueron escritos y el momento en que el usuario decide acceder a esos datos. Se refiere, por consiguiente, tanto a la calidad de verificación de escritura en tiempo real como a la conservación de los datos a largo plazo. Véase, a continuación, un esquema de los retos relacionados con la integridad de datos:



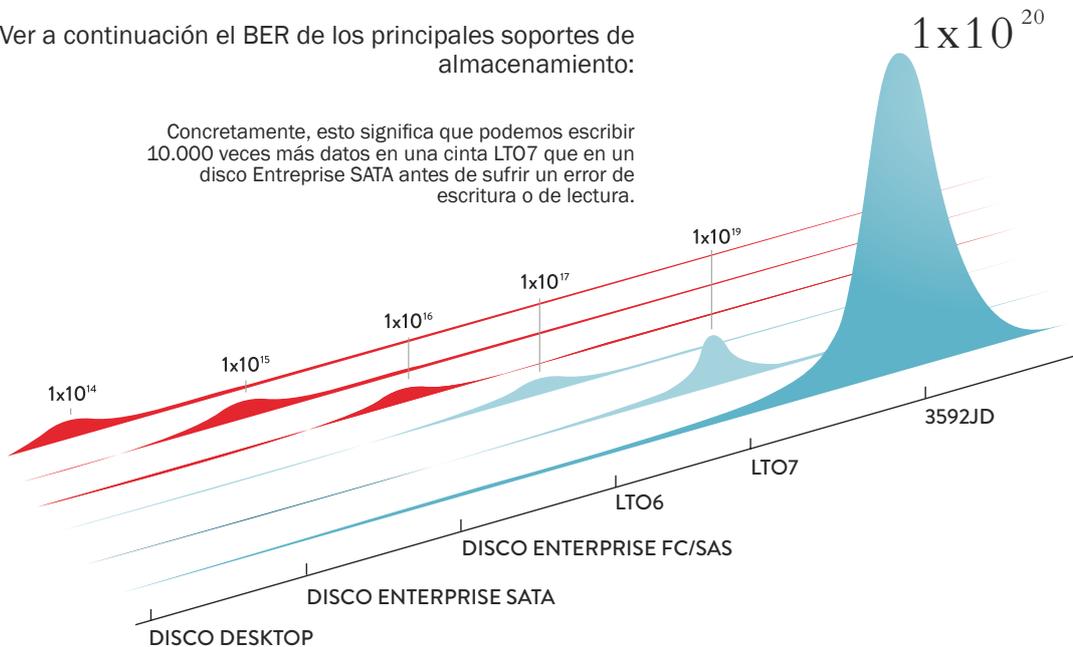
1. Principios de base: una unidad de medida oficial de la integridad de datos, el BER

La unidad de medida más conocida para evaluar la integridad de datos de los soportes de almacenamiento es el Bit-Error-Rate (o BER). El BER consiste en cuantificar el número de datos que podemos escribir antes de sufrir un error en escritura. Se describe de la siguiente manera:



Ver a continuación el BER de los principales soportes de almacenamiento:

Concretamente, esto significa que podemos escribir 10.000 veces más datos en una cinta LTO7 que en un disco Enterprise SATA antes de sufrir un error de escritura o de lectura.



Atención:

Las cifras de BER de las cintas LTO son las comunicadas por el Consorcio LTO. La primera impresión que podríamos tener observando estos datos es que todas las cintas de una misma generación son equivalentes. Sin embargo, sabemos, por un lado, que existen varios fabricantes de cintas LTO para una misma generación y que, por otro lado, la naturaleza misma de una cinta magnética provoca que existan variaciones de calidad entre diferentes cartuchos de cinta de un mismo fabricante.

Por consiguiente, entendemos, que los valores de BER comunicados por el Consorcio LTO son una estimación del valor mínimo de BER para cada generación de cinta. Podemos constatar que esta noción de “nivel mínimo” de calidad fue mencionada anteriormente y con mucha frecuencia por los fabricantes de cintas LTO6 MP:

- ¿Al evocar la calidad intrínseca de una cinta, cuál es el valor o medida que importa?
- ¿Es éste el valor máximo de este criterio de calidad, su valor medio, o su valor mínimo?
- ¿Si una cinta pasa los tests de calidad de manera muy justa, podemos considerar que es igual en calidad a cualquier otra cinta?

Vamos a intentar aportar una respuesta a todas estas cuestiones en este capítulo de integridad de datos.

2. La integridad de datos depende esencialmente del nivel de SNR del sistema de almacenamiento.

A. ¿Qué es el SNR?

El SNR o “Signal-to-Noise Ratio” indica la claridad de la señal emitida por la cinta en dirección del cabezal del drive. Mide la relación entre la potencia de salida magnética de la partícula y una cierta forma de polución sonora generada durante la utilización del drive. Tenemos por tanto una medida de valor positivo y una de valor negativo.

La señal es la que debe captar el cabezal para poder leer y escribir, y la polución sonora es la que impide al cabezal de captar las señales emitidas. Veremos, más adelante, que la calidad de la cinta contribuye a los dos criterios de medida del SNR:

- tanto en relación a la calidad o potencia de la señal emitida,
- como al murmullo generado por una polarización débil de las partículas.

B. Sobre la importancia del SNR:

El SNR es fundamental. Podemos incluso afirmar que es el factor que impacta más fuertemente la integridad de datos. El error de escritura y la pérdida de datos son dos de sus consecuencias directas.

Una manera simbólica de representar el papel central que tiene el SNR en el almacenamiento de datos sería imaginar que escribir los datos con un nivel de SNR elevado equivaldría a escribir sobre un papel con una tinta densa, que no llegaría a borrarse con el paso de los años.

Podemos definir, aquí, lo que constituye una idea clave en la relación escritura/lectura : el elemento fundamental de la medida de la integridad de datos se encuentra en la lectura de los datos. **Ésta se evalúa en el momento de la restauración de los ficheros:**

- Si un dato está escrito con un nivel de SNR débil, el cabezal de lectura tendrá dificultades para reconocer el dato.
- A diferencia de los seres humanos que están dotados de una capacidad de deducción, el cabezal de lectura no puede reconstituir un dato: basta con un error nanométrico, una mancha, un ligero trazo, o una ínfima porción ausente del dato para que el cabezal declare el error de escritura/lectura.

La **integridad de datos** depende en gran parte de la legibilidad de los datos escritos

Datos en el momento de escritura

DATA
DATA
DATA
DATA
DATA



Datos escritos con un SNR elevado = fácil de leer

Datos en el momento de lectura

DATA
DATA
DATA
DATA
DATA



Datos escritos con un SNR débil = difícil de leer



Generan errores de escritura y lectura

C. La medida de integridad de datos en el tiempo

Otro punto importante sobre este tema es que el fenómeno de error en escritura/lectura puede tanto ocurrir en el momento de escritura, como en la lectura de los datos a largo plazo. Por consiguiente, nos vemos confrontados a diversos riesgos como la pérdida de datos con el paso de los años, o la pérdida de capacidad de almacenamiento de una cinta magnética, dependiendo de cada escenario.

El análisis detallado de los diferentes fenómenos que pueden impactar la integridad de datos ha sido el reto principal de las investigaciones llevadas a cabo por Fujifilm e IBM en el momento de determinar las especificaciones de las nuevas generaciones de cintas:

- Degradación de la legibilidad de los datos en el tiempo: **datos escritos con niveles de SNR bajos pueden considerarse leíbles en el mismo momento de escritura, pero convertirse en errores de escritura/lectura al cabo de pocas semanas.**

Un ejemplo del mecanismo de degradación del SNR puede darse evocando el importante número de partículas y las múltiples capas de partículas que hay sobre una cinta. Estas partículas, cuando están polarizadas de manera horizontal, es decir, en dirección las unas contra las otras, generan fuerzas magnéticas opuestas.

Estas fuerzas magnéticas opuestas emiten, de manera orgánica, una forma de contaminación sonora que perturba la recepción de las señales magnéticas emitidas por las partículas en dirección al cabezal del drive. Este es el principio mismo del cálculo del SNR: ¿Cuál es la calidad de conexión entre el cabezal y la cinta?, ¿Interpreta correctamente el cabezal las señales emitidas por las partículas? Si las partículas destinadas a la escritura de un dato tienen una potencia de salida (o potencia magnética) débil, estas partículas pueden ver diluir su nivel de SNR dentro de la cacofonía sonora emitida por las otras partículas.

De manera muy concreta, asistimos entonces a una degradación de la calidad del SNR. Volviendo a la imagen simbólica de la tinta sobre papel, podemos decir que la tinta se diluye y que la escritura tiende a borrarse o a desaparecer.

- Por consiguiente, debemos tomar como premisa, la idea que en el momento de escritura de un dato sobre un soporte magnético, existe el riesgo que este dato sea ilegible con el paso del tiempo, cuando se escribe con una tecnología que no se adapta a las necesidades del usuario. En la página 16 de este documento, veremos que es precisamente el caso de la tecnología MP (Metal Particle) cuando estamos confrontados a la fabricación de cintas de capacidades nativas superiores a 1,5TB.

Finalmente, en referencia a este punto concreto, veremos en la página 27, que la naturaleza física de las partículas influye sobre su resistencia en el tiempo, y que ciertas partículas tienen una esperanza de vida más larga que otras. Esto es un factor determinante en el área de integridad de datos, precisamente cuando debemos restaurar datos semanas o meses después de su grabación.

Como conclusión de este punto, estamos hablando, aquí, de casos de pérdidas de datos a lo largo del tiempo.

- Un dato puede ser ilegible en el momento de escritura. Éste es otro escenario posible dónde el nivel de SNR de una cinta LTO puede ser débil en el momento de escritura.

Un cabezal de lectura es dual y está compuesto por dos elementos: un cabezal de escritura y un cabezal de lectura. El rol del cabezal de lectura es verificar la calidad y la precisión de escritura de cada dato grabado. De manera concreta, el cabezal de escritura no puede seguir escribiendo nuevos datos si el cabezal de lectura no ha verificado y validado los datos que han sido escritos previamente.

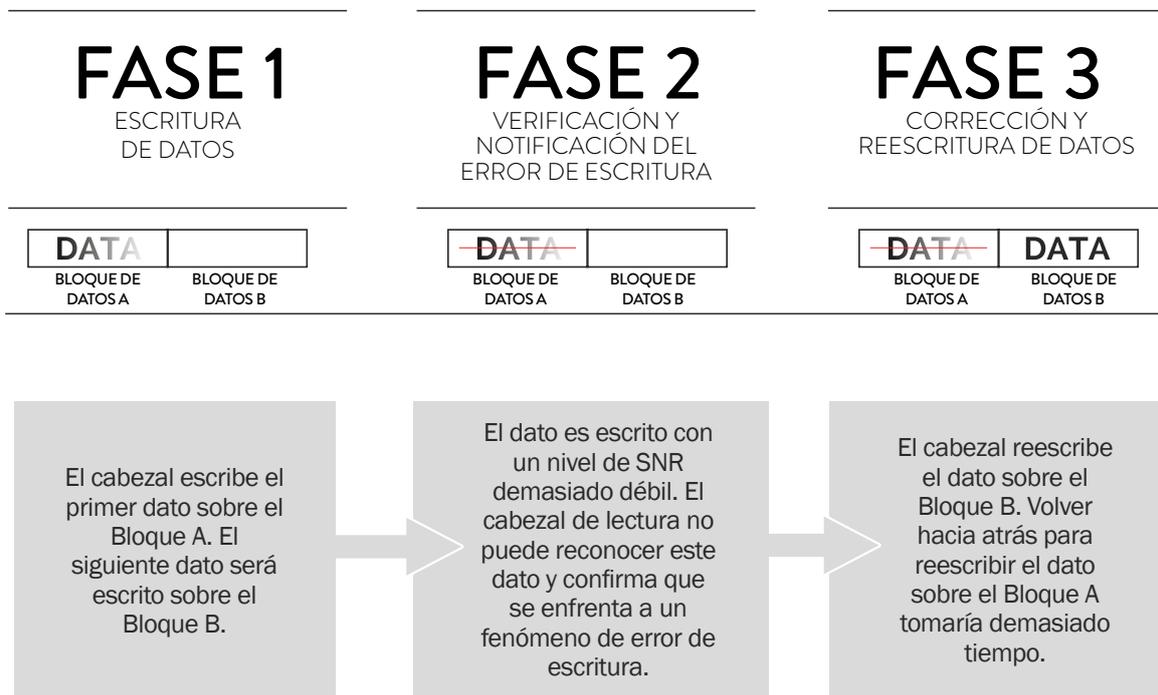
Pues bien, independientemente de la causa, si el cabezal de lectura se ve confrontado a una dificultad de lectura y de comprensión de un dato, acabará por declarar un error de escritura/lectura.



Atención: una buena transmisión de las señales entre la cinta y el cabezal de lectura depende tanto de la calidad de la cinta como de la calidad del cabezal.

- En otras palabras, podemos decir que para que dos personas puedan entenderse, se necesita que la persona que habla, lo haga con una voz clara y potente (la cinta), pero también que la persona que escucha tenga un excelente oído (el cabezal del drive).
- Por ejemplo, un cabezal de lectura deficiente, o envejecido puede tener más dificultades para captar las señales y, por lo tanto, más dificultades para “leer” un dato. Este fenómeno está explicado en mayor detalle en el capítulo que trata sobre la longevidad de un drive (ver página 47).
- Es por tanto crucial para los fabricantes producir cintas que propongan rendimientos superiores a los mínimos requeridos en términos de potencia de salida. Se debe totalmente tener en cuenta la erosión y tiempo de vida del cabezal de lectura.
- Podemos finalmente añadir sobre este punto concreto que el fabricante del drive puede tener un papel decisivo en la calidad del SNR. El nuevo cabezal Terzetto de IBM representa, en este aspecto, una verdadera revolución en el entorno del almacenamiento de datos (ver páginas 24-26).

D. SNR débil = pérdida de capacidad del cartucho de cinta. El proceso es el siguiente:

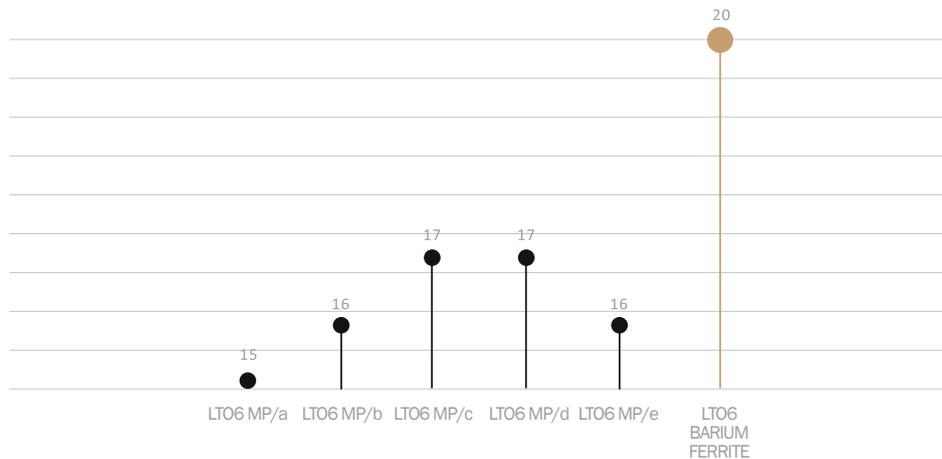


Como conclusión sobre este punto, podemos afirmar que un nivel demasiado débil de SNR tendrá como consecuencia un número más importante de errores de escritura, provocando, entre otros aspectos, una pérdida de capacidad de almacenamiento del cartucho de cinta.

3. El SNR de las cintas Barium Ferrite es superior al SNR de las cintas MP

A. Comparación del SNR de cintas LTO6 Barium Ferrite y MP.

Hemos evaluado el nivel de SNR de seis cintas LTO6. Cinco de ellas fabricadas a base de partículas de metal (MP) y la última fabricada a base de Barium Ferrite (BaFe). Podemos ver el resultado de este test en el siguiente gráfico :



El nivel de SNR es un segundo método que permite medir la integridad de datos de una cinta. En el capítulo 4 (página 21) que trata del DUDBL, descubriréis una tercera manera de medir la integridad de datos de una tecnología de almacenamiento.

B. ¿Cuál es el riesgo de utilizar cintas LTO6 MP (Partículas de Metal)?

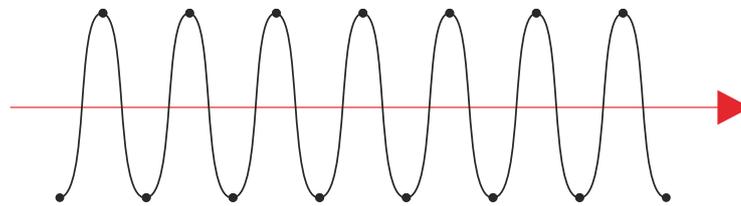
Cuando una tecnología de recubrimiento de cinta cumple con dificultad los criterios mínimos de calificación ante la fabricación a gran escala de cartuchos, el riesgo es ver disminuir la calidad media de algunos de estos cartuchos por debajo del mínimo establecido.

De hecho, es imposible impedir una desviación de las propiedades electromagnéticas de un cartucho de cinta durante su proceso de fabricación. Se puede incluso apreciar fácilmente esta desviación cualitativa de un bloque de datos a otro. Podríamos resumir aproximadamente el reto de la fabricación de cartuchos de la siguiente manera:

Desviación de las propiedades electromagnéticas por encima del mínimo establecido

Nivel mínimo aceptable de rendimiento para la fabricación a gran escala

Desviación de las propiedades electromagnéticas por debajo del mínimo establecido



El objetivo del esquema anterior es demostrar que, en último término, y teniendo en cuenta los requisitos relacionados con el entorno del almacenamiento de datos en cinta (importancia crítica de los datos almacenados, la necesidad de poder acceder a ellos en todo momento, incluso en un tiempo muy lejano), no es suficiente para una cinta LTO únicamente funcionar.

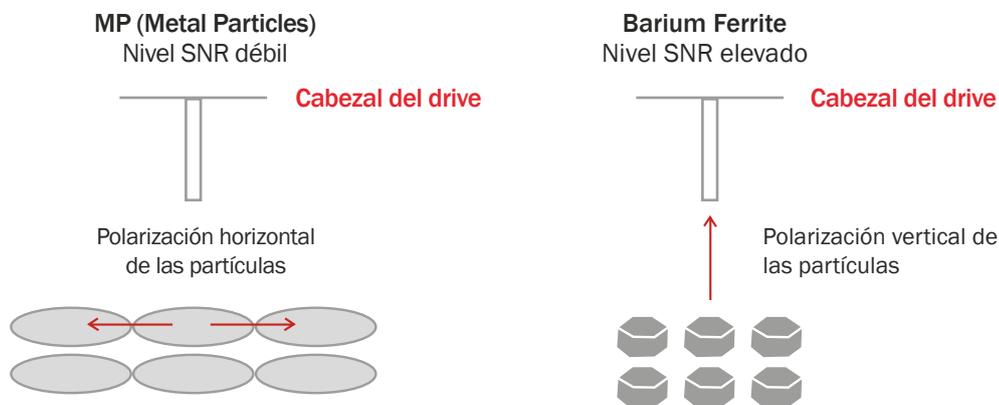
La cinta tiene que garantizar la perennidad de los datos en el tiempo. Nosotros conocemos estos criterios, mencionados específicamente en este capítulo de integridad de datos.

Fujifilm era ya el fabricante N° 1 a nivel mundial de las cintas MP, particularmente de las cintas LTO5, cuando **el equipo de Investigación y Desarrollo de Fujifilm descubrió que la tecnología MP tan sólo podía calificarse como mucho al nivel mínimo requerido por el Consorcio en términos de calidad.** En consecuencia, se consideró que una cinta LTO6 MP no podía ofrecer las garantías de rendimiento y durabilidad exigidas por los usuarios de cintas, de ahí el desarrollo y utilización de una nueva tecnología, el Barium Ferrite.

C. ¿Por qué el SNR de las cintas LTO6 BaFe es más elevado que el de las cintas MP?

Existe más de una propiedad del Barium Ferrite que lo define como una tecnología superior a la MP. Ocurre lo mismo con el SNR. Si tuvieramos que retener dos ventajas decisivas, serían, por un lado la polarización de las partículas Barium Ferrite, y, por otro lado, la mejor dispersión de las partículas sobre la superficie de la cinta.

1. El Barium Ferrite propone **una potencia de salida superior** a la de la MP gracias a su polarización vertical. Ver el siguiente esquema:



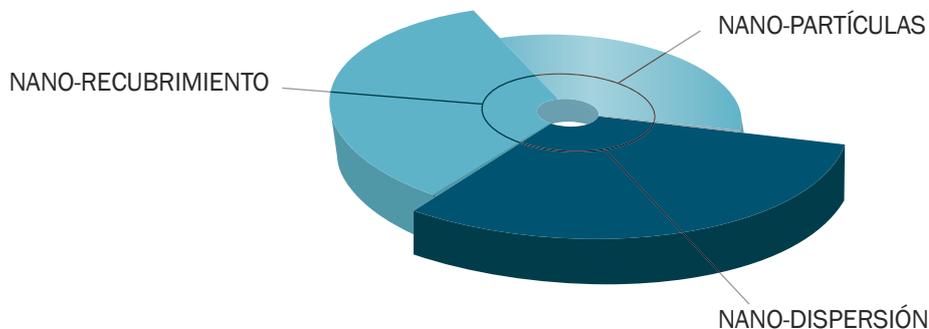
- Las señales no se emiten en dirección del cabezal del drive.
- La dirección de emisión de las señales genera fuerzas magnéticas opuestas que crean un sonido caótico.
- Este fenómeno se conoce como polución sonora: se trata del valor negativo del SNR. El que impide que el cabezal perciba las señales emitidas por la cinta.

- En el cálculo del ratio SNR:
- El valor "positivo", es decir, la potencia de salida está limitada por la polarización que está demasiado alejada del cabezal del drive.
 - El valor "negativo" o polución sonora, es demasiado importante debido a la oposición de las fuerzas magnéticas.

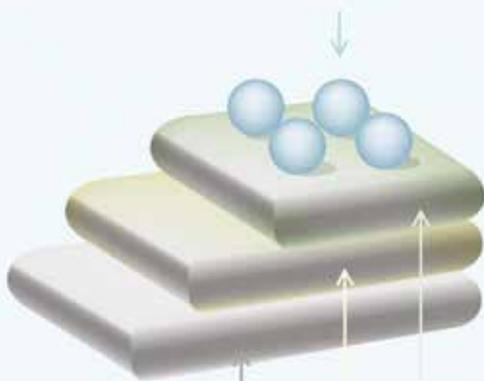
- **Las señales son emitidas en dirección del cabezal del drive. Una revolución en el área del SNR y la primera causa de la progresión de la cinta en materia de integridad de datos.**
- La propia naturaleza de las partículas Barium Ferrite hace que éstas emitan una polución sonora menor que las partículas MP, al no generar fuerzas opuestas.
- Esta polarización vertical representa un cambio de paradigma en la fabricación de cintas de datos ya que, durante años, se pensaba que la potencia de salida de una partícula dependía únicamente de su tamaño.

4. La tecnología Barium Ferrite presenta una mejor dispersión, una mejor alineación y una mejor orientación de las partículas sobre la superficie de la cinta.

Para ser totalmente correctos y precisos, el verdadero nombre de la tecnología Barium Ferrite debería ser tecnología Barium Ferrite Nanocubic de Fujifilm. La tecnología Nanocubic fue utilizada por Fujifilm para fabricar las cintas LTO4 y LTO5 con partículas de metal (MP). Ésta estaba basada en tres progresos mayores que Fujifilm quería conseguir en el área de la tecnología de almacenamiento en cinta:



El lubricante - Su misión es la de impedir en la medida de lo posible el contacto entre el cabezal del drive y la superficie de la cinta.



La capa magnetizada - que alberga los datos escritos.

La capa no magnetizada - su misión es aislar el campo magnético.

La capa base debe soportar y proteger otras capas de la cinta. La capa base es la capa más gruesa de la cinta. Si conservamos el cartucho bajo temperaturas inapropiadas, la capa base cambiaría de tamaño y grosor, modificando a su vez, la forma de la cinta.

- “Nano-coating” o Nano-recubrimiento, tiene como objetivo reducir considerablemente el grosor de las distintas capas de la cinta magnética.
- Nano-partículas, tiene como misión la reducción del tamaño de las partículas.
- y la Nano-dispersión, tiene la finalidad de mejorar la repartición y la alineación de las partículas sobre la superficie de la cinta.

De hecho, vemos como la tecnología Nanocubic anuncia ya la siguiente etapa, el Barium Ferrite. Debemos recordar que las investigaciones sobre el Barium Ferrite se inician a principios de los años 90.

Las consecuencias directas sobre el SNR de las innovaciones llevadas a cabo por la tecnología Nanocubic se centran en el grosor de la cinta y en la dispersión de las partículas.

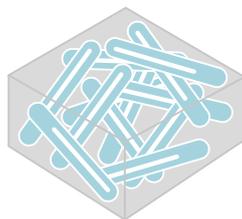
- Grosor de la cinta

El Nano-recubrimiento es una innovación que permite obtener una capa magnética ultra fina. Permitiendo, así, reducir los efectos de desmagnetización de la cinta. De hecho, ya hemos visto anteriormente que la polarización de las partículas MP es horizontal, y puede generar fuerzas magnéticas inversas que tienen tendencia a oponerse y a crear efectos negativos. Estos efectos negativos se verán acentuados si el número de capas de las partículas aumenta. Para minimizar este fenómeno Fujifilm ha reducido al máximo el grosor de la capa magnética, concretamente aplicando una capa inferior no magnética que reduce los efectos de desmagnetización y refuerza las señales emitidas por la cinta. Las señales serán más fuertes y podrán ser captadas más fácilmente por el cabezal de lectura. Los efectos de desmagnetización pueden llegar muy lejos y provocar un autoborrado de los datos. Por consiguiente es clave el poder minimizarlos.

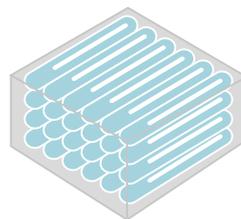
- La Nano-dispersión. Este tercer parámetro es complementario de los dos precedentes. En realidad, si es importante tener partículas de pequeño tamaño, es primordial que estas partículas estén bien ordenadas y posicionadas sobre la cinta, es lo que llamamos la Nano-dispersión. Mientras que, cuanto más pequeñas son las partículas más tendencia tienen estas a estar agrupadas. Todos hemos hecho la experiencia en la playa, es más difícil liberarse de un grano de arena fino que queda bien pegado a la piel que de un grano de arena más grueso que cae más fácilmente. La Nano-dispersión se realiza en dos tiempos:

- Para conseguir el posicionamiento de las partículas sobre una cinta, Fujifilm utiliza, en la sustancia de recubrimiento un aglutinante orgánico a base de polímero que dispersa de manera homogénea las partículas sobre la cinta.
- Una vez las partículas quedan posicionadas sobre la cinta, éstas son sometidas a un campo magnético para reajustar su orientación a la posición perfecta.

En el margen izquierdo se muestra un esquema que permite entender fácilmente que es la Nano-dispersión de partículas magnéticas.



Posicionamiento natural de las partículas MP



Posicionamiento alineado de las partículas MP para LTO5 gracias a la Nano-dispersión

En el margen izquierdo se muestra un esquema que permite entender fácilmente que es la Nano-dispersión de partículas magnéticas.

La dispersión y la orientación de partículas producen ventajas relacionadas con:

- **La capacidad:** es evidente que una dispersión homogénea de las partículas permite alcanzar una densidad de grabación más elevada al ser más numerosas sobre una misma superficie de cinta. Aunque todas las cintas LTO5 proponen la misma capacidad, 1,5TB, la correcta orientación de las partículas facilita alcanzar más rápidamente la capacidad requerida sobre la longitud de la cinta por el Consorcio, en este caso sobre los 846 m de cinta.

- **La claridad de la señal:** la dispersión homogénea de las partículas, así como su orientación contribuyen a la obtención de una capa magnética más fina, y por consiguiente a la reducción de los efectos de la desmagnetización que hemos mencionado precedentemente. Estos dos elementos permiten, a su vez, la emisión de una señal más potente. Para daros un ejemplo, la nano-dispersión permite cubrir una capa tan fina que un litro de líquido utilizando esta técnica permitiría cubrir 4 campos de fútbol!

- **Estabilidad de grabación:** la dispersión regular de las partículas permite al cabezal del drive interactuar siempre con la misma cantidad de partículas, tanto en el proceso de escritura como de lectura, lo que favorece a la estabilidad de la señal y por lo tanto a la grabación de datos.

- **Más importante todavía,** la Nano-dispersión permite obtener un alto nivel de SNR: la orientación y la alineación controlada de las partículas magnéticas que están posicionadas unas al lado de otras reducirán las interacciones de las fuerzas magnéticas. La cinta emitirá entonces una señal que será:

- × más potente, concretamente gracias a la reducción de los efectos de desmagnetización que hemos mencionado anteriormente.
- × y, también más clara ya que el murmullo inherente al campo magnético se verá reducido.

5. Otro modo de medir la integridad de datos de las cintas LTO: el DUDBL.

Existen otros medios de examinar y medir la integridad de datos y el SNR de una cinta. Un test particularmente revelador es el DUDBL:

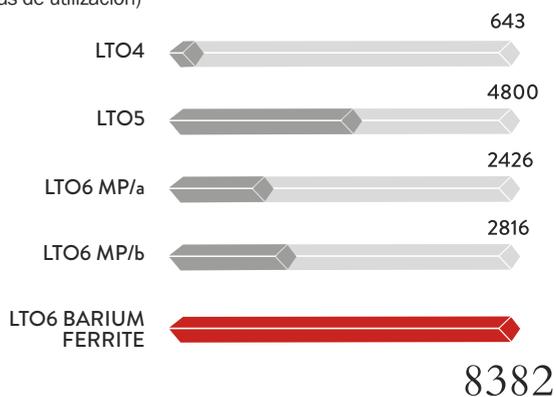
- Hemos visto que la acumulación de errores en escritura reduce la capacidad de almacenamiento disponible de un cartucho de cinta.
- Es la razón por la cual las cintas LTO proponen siempre un pequeño margen de capacidad de almacenamiento superior a la capacidad oficial anunciada. Este margen de capacidad suplementario equivale al 3% de la capacidad total del cartucho, ej.:
 - 45 GB para el cartucho LTO5
 - 75 GB pour el cartucho LTO6

Este suplemento de cinta tiene como finalidad poder absorber eventuales errores de escritura con el objetivo de no penalizar al usuario con una pérdida de capacidad.

- Basta con hacer funcionar una cinta y un drive de manera intensiva en continuo y medir al cabo de cuántas horas el cartucho de cinta no podrá contener el 100% de su capacidad de almacenamiento oficial. Llamamos a esta medida en horas el DUDBL, siglas en inglés del "Duration of use of the drive before the first loss of capacity" que traducidas al español significan: Duración de utilización del drive antes de la primera pérdida de capacidad.
- En otros términos, el DUDBL consiste en estimar al cabo de cuántas horas de utilización intensiva una cinta LTO6 habrá generado más de 75 GB de errores de escritura.

Ver a continuación los DUDBL de diferentes cintas LTO:

Duración de utilización continua de un drive antes de la primera pérdida de capacidad del cartucho de cinta (cifra en horas de utilización)



Vemos, aquí, que la integridad de datos de las cintas LTO6 Barium Ferrite es muy superior a la de las cintas LTO6 MP.

Este experimento, traducido en términos de capacidad de almacenamiento escrita sobre la cinta comparada al número de errores de escritura, demuestra incluso que la tasa de errores de escritura de la LTO6 MP es superior a la de la LTO5.

Por consiguiente, vemos que una tecnología de recubrimiento en cinta, que no se renueva o mejora, degradará el rendimiento del formato a medida que su capacidad y su velocidad van progresando. Dos ejemplos bastante significativos plasman esta idea:

A. Aumentar la capacidad de un cartucho de cinta puede perjudicar su SNR: veremos, en la página 32, que existen varios métodos para aumentar la capacidad de una cinta.

- Uno de ellos, el que se utilizó para fabricar la LTO6, consiste en aumentar el número de pistas que una cinta puede contener. Esto implica reducir el ancho de cada pista.
- No obstante, reducir el ancho de una pista equivale a debilitar todo su campo magnético.
- Un campo magnético más débil representa, pues, un riesgo de pérdida de SNR.

B. Aumentar la velocidad de escritura representa igualmente un riesgo importante de pérdida de SNR. Esto parece lógico: es evidente, que nos será más fácil comprender a alguien que nos habla y pasa delante nuestro andando que a alguien que pasa corriendo. Para hacerse entender o comprender por un individuo que pasa a toda velocidad, tendremos que hablar mucho más fuerte.

Se hace evidente que el desarrollo de cintas de mayor capacidad y rendimiento puede realmente alterar la calidad de escritura/lectura de una tecnología. Es impensable aumentar indefinidamente la capacidad de las cintas sin aumentar el SNR, idealmente mejorando la calidad de emisión de las cintas, tanto como la calidad de recepción de los drives.

Traducido en términos de almacenamiento de datos, la potencia de salida de la partícula Barium Ferrite es superior a la de la MP, gracias a la polarización vertical de sus partículas. Para simplificar, podemos decir que la partícula Barium Ferrite "habla más fuerte" que la partícula MP. El aumento de la velocidad de escritura entre la LTO5 y la LTO6, prácticamente insignificante, fue, no obstante, un factor de degradación del SNR de la LTO6 MP.

Como conclusión al test del DUDBL, relacionándolo con la cuestión inicial del Bit-Error-Rate, podemos asumir que, si el BER comunicado por el Consorcio para la LTO6 es de 1×10^{17} , corresponde al de la LTO6 MP, es decir el nivel mínimo de BER. Podemos también deducir que el verdadero BER de la LTO6 Barium Ferrite, observando los resultados de los tests del DUDBL, es superior al BER oficial de la cinta LTO6.

- Queda por saber cuál podría ser el verdadero BER de la LTO6 BaFe.

—> En otros términos, ¿Podemos afirmar por deducción que el BER, la integridad de datos de la tecnología LTO6 con cintas Barium Ferrite equivale al de la LTO7, es decir, 1×10^{19} ?

Para contestar a esta pregunta, debemos analizar la diferencia entre las tecnologías LTO6 y LTO7 sobre sus dos componentes principales, la cinta y el drive.

- Respecto a la cinta, podemos pensar que no existe una gran diferencia entre el SNR orgánico producido por la cinta LTO6 Barium Ferrite y la cinta LTO7 Barium Ferrite. Las dos cintas están fabricadas con las mismas partículas. En este caso, no encontramos ninguna diferencia sobre la calidad o fuerza de la señal emitida, las dos cintas emiten señales de potencia bastante equivalentes.
- Por otro lado, cuando analizamos la cuestión de la contribución del drive al SNR, vemos una enorme diferencia. Los drives LTO7 tienen mayor capacidad para captar las señales emitidas por la cinta que los drives LTO6. Esto se debe a la que es, probablemente, la mayor innovación sobre la tecnología de drive de cintas de estos 15 últimos años, el cabezal Terzetto de IBM.

6. Mecanismo del cabezal de escritura y de lectura Terzetto de IBM.

Los drives de cintas LTO7 son los primeros drives LTO que utilizan el nuevo cabezal de escritura/lectura Terzetto de IBM. Esta tecnología representa una verdadera ruptura en el desarrollo de la tecnología de cinta y, es en gran medida responsable de los espectaculares progresos llevados a cabo por la tecnología de cinta sobre el conjunto de los criterios fundamentales que permiten valorar el rendimiento de una solución de almacenamiento: capacidad, velocidad, longevidad, y, evidentemente, integridad de datos.

Si debemos resumir la contribución del cabezal Terzetto en una simple imagen, podríamos decir que Terzetto = SNR.

El cabezal

Terzetto-GMR de IBM.

GMR significa : "Giant Magnetoresistive", utiliza esta famosa tecnología del cabezal inventada por IBM y que ha marcado el almacenamiento de datos, tanto sobre la cinta como sobre el disco.



A. Los cabezales de lectura hasta la LTO6:

Durante el proceso de escritura, el cabezal del drive escribe sobre las pistas de la cinta empezando del inicio hasta el final de la pista, después continua la escritura de datos sobre esta misma pista en sentido inverso, del final de la pista hasta el inicio. Es el principio básico de la escritura lineal. Hasta la LTO6 inclusive, los drives utilizan un sistema de dos cabezales.

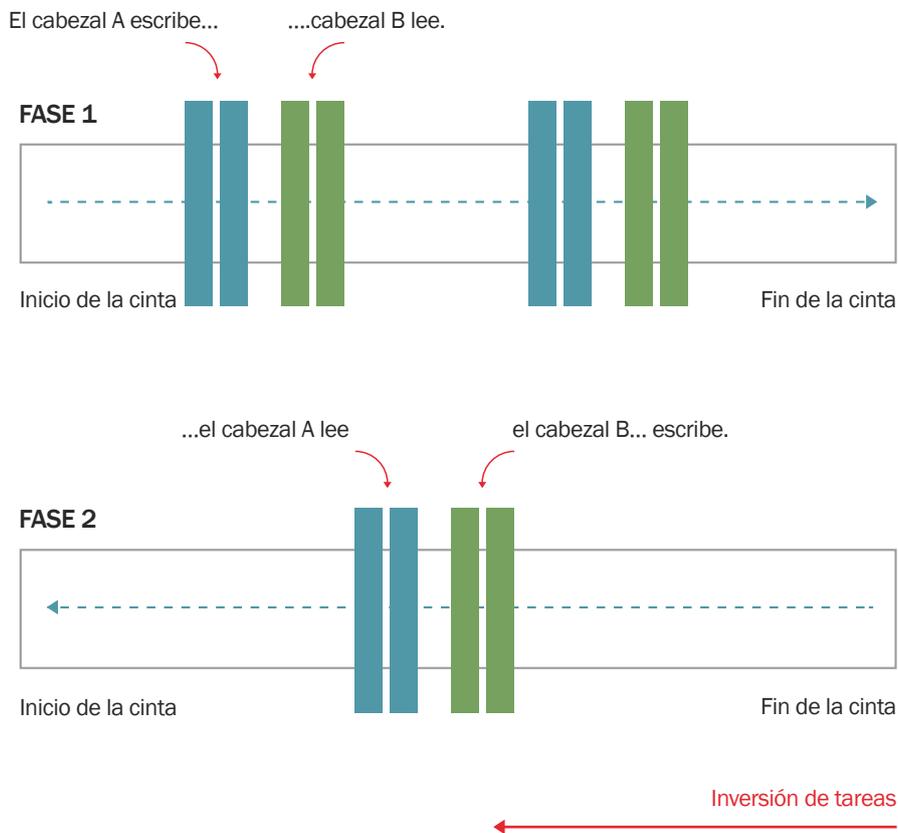
El primer cabezal escribe los datos mientras que el segundo cabezal lee y verifica la escritura. Este sistema exige una inversión de las tareas en función del sentido de la escritura. El problema de un sistema de doble cabezal es que los dos cabezales deben ser capaces de escribir y leer los datos, cuando se trata de dos funciones que no comparten ninguna característica técnica:

- El proceso de escritura consiste en inyectar fuerza magnética sobre la cinta. Si tuviéramos que utilizar una imagen para simbolizar este proceso, diríamos que la escritura se asemeja a la erupción de un volcán, con la lava representando el campo magnético que constituirá el dato sobre la cinta, a modo de tinta.
- Mientras la lectura consiste en captar las señales emitidas por la cinta.

Inyectores de fuerza magnética versus sensores de señales: en este sentido, la doble función de un cabezal implica que dos tareas totalmente distintas se efectúan en un espacio ínfimo.

La consecuencia lógica de esta acumulación de tareas sobre un cabezal de drive es que cada cabezal acaba teniendo unas propiedades electromagnéticas limitadas.

Mecanismo de funcionamiento con un sistema de doble cabezal



IBM concluyó que el sistema de doble cabezal era lo suficientemente eficiente para hacer funcionar un drive LTO6 de 2,5TB de capacidad, con una velocidad de escritura de 160MB/s y un BER de 1×10^{-17} .

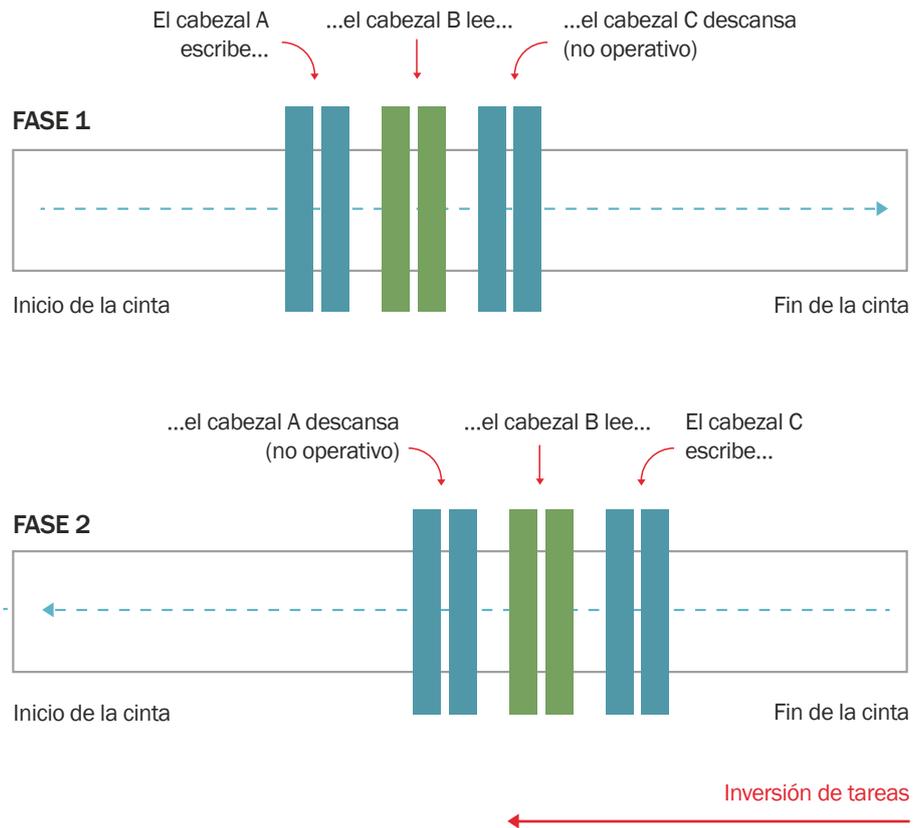
Deduciendo a su vez que, para un drive LTO7 de 6TB de capacidad, 300MB/s de velocidad y una integridad de datos 100 veces mayor, se deberá desarrollar un nuevo cabezal de escritura/lectura con propiedades electromagnéticas superiores.

B. El cabezal Terzetto de los drives LT07:

El cabezal Terzetto contiene tres cabezales: dos cabezales de escritura que tienen una única función, la escritura, y uno de lectura que únicamente sabe leer. El principio del sistema Terzetto es que permite a cada cabezal tener una única función. Esta especialización permite a los cabezales del drive trabajar con propiedades electromagnéticas mucho más elevadas. La especialización mejora el nivel de SNR durante las operaciones de escritura y lectura.

Ver el siguiente esquema :

Mecanismo de funcionamiento con un sistema Terzetto de tres cabezales



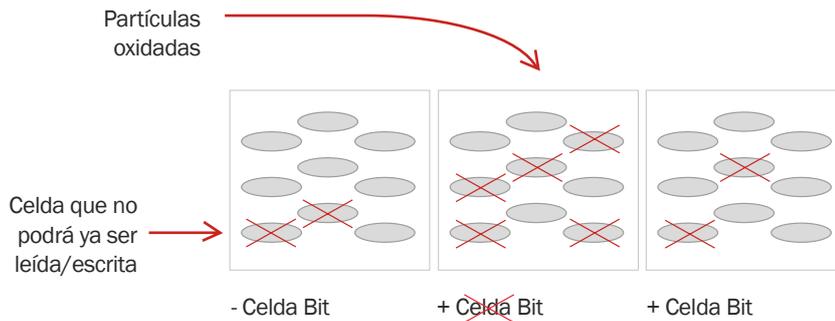
Como conclusión a este punto, podemos decir que la investigación y desarrollo de la cinta depende de las innovaciones de dos familias distintas y complementarias: los fabricantes del drive y los fabricantes de la cinta. Vemos que gracias a la contribución de estas dos familias se han conseguido estos espectaculares progresos en la tecnología del almacenamiento en cinta. Trataremos de nuevo este aspecto en la conclusión de este documento.

7. Oxidación de las partículas MP: otro factor que impacta la integridad de datos.

De hecho, la cuestión de oxidación de las partículas demuestra que las cintas BaFe proponen una duración de vida en archivo más larga que las cintas MP. **Este fenómeno de oxidación tiene también un papel determinante ante el hecho que las cintas MP son menos fiables que las cintas BaFe.**

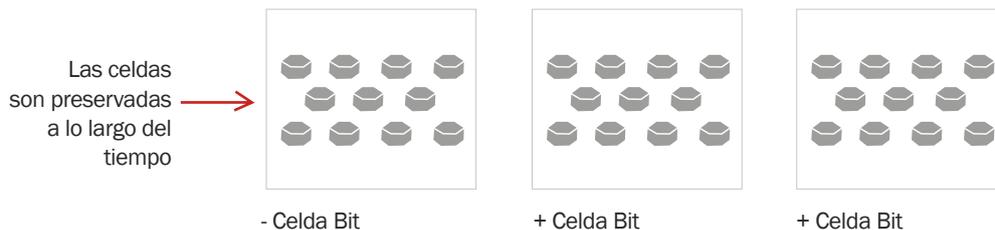
A. Las partículas metálicas están hechas a partir de hierro (Fe).

La propia naturaleza de estas partículas hará que se oxiden con el paso de los años. Las celdas que las componen, una vez oxidadas, no podrán volver a generar de nuevo los procesos de lectura/escritura. Se producirá una bajada en el rendimiento porque estas celdas se convertirán en inválidas. Más importante todavía, la oxidación de las partículas MP genera una pérdida de datos. Ver el siguiente esquema:



B. Como el Barium Ferrite es ya un óxido,

no se da ningún fenómeno de deterioración debido a la oxidación. La cinta LTO puede por lo tanto mantener su nivel de rendimiento inicial. Ver el siguiente esquema :



La pérdida de datos en el tiempo es un factor clave de la medida de integridad de datos, la propia naturaleza de las partículas (óxido para el Barium Ferrite o hierro para la MP) tiene, igualmente, un papel decisivo en el cálculo del BER.

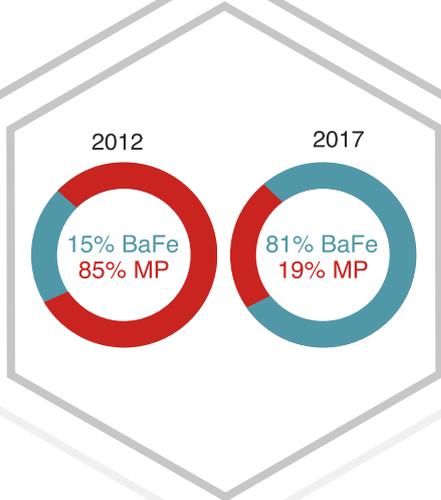
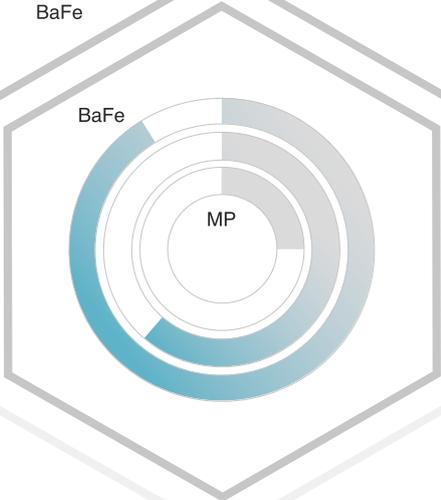
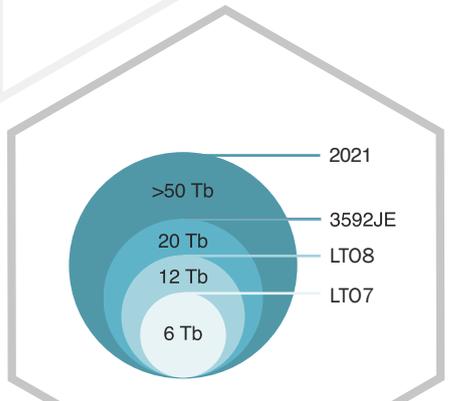
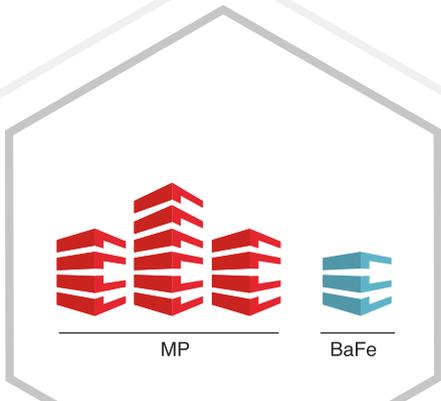
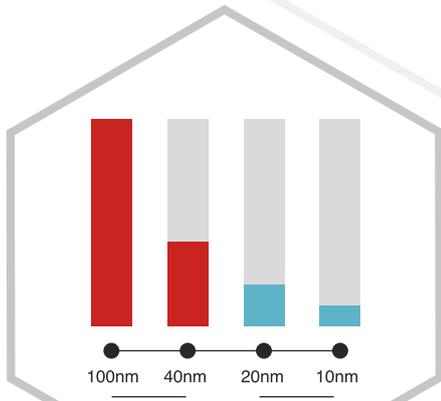
Importante: volveremos a tratar este fenómeno de oxidación de partículas en la página 45, en el capítulo "vida útil del archivo". El análisis de la naturaleza de estas partículas, determinará a su vez que podamos conservar los datos mucho más tiempo cuando están escritos en cintas BaFe respecto a las cintas MP.

Capacidad de almacenamiento de datos

El output magnético superior permite la producción de partículas más pequeñas

Cintas BaFe = reducción del espacio de almacenamiento

¿Qué capacidades de cinta utilizarán las compañías en el futuro?



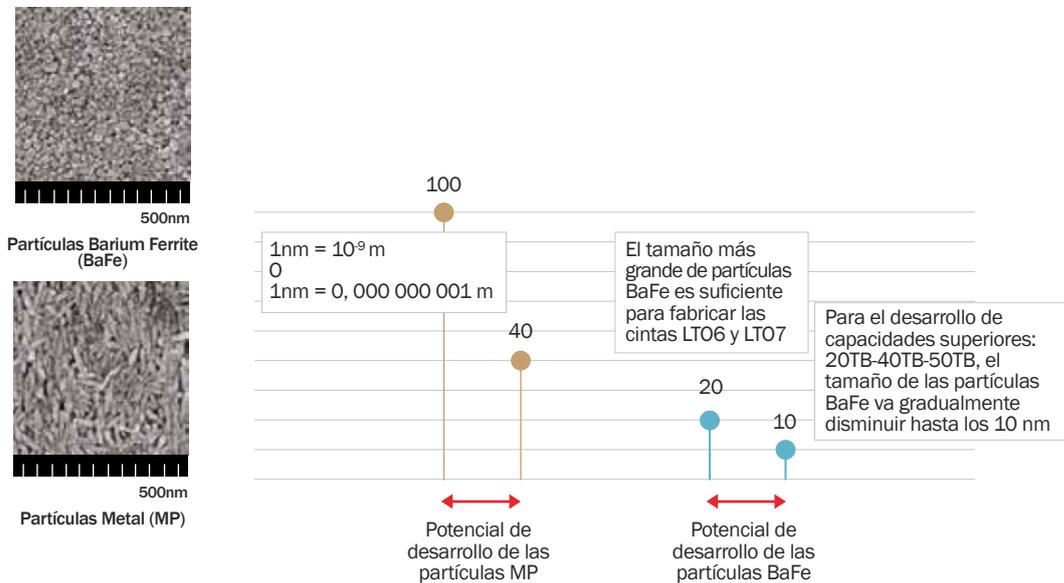
Crecimiento de la demanda del mercado en capacidad

El Barium Ferrite, es el formato ganador

Capacidad de almacenamiento

1. El Barium Ferrite = mayor capacidad de almacenamiento

La principal característica de las partículas Barium Ferrite es que son mucho más pequeñas que las partículas MP. Ver a continuación el potencial del desarrollo máximo de las partículas MP y Barium Ferrite (cifras en nm) :



El gráfico de arriba muestra que la tecnología Barium Ferrite puede producir cintas de mayor capacidad que la tecnología MP. Existe, de hecho, un límite al desarrollo de la tecnología MP en términos de capacidad y de rendimiento:

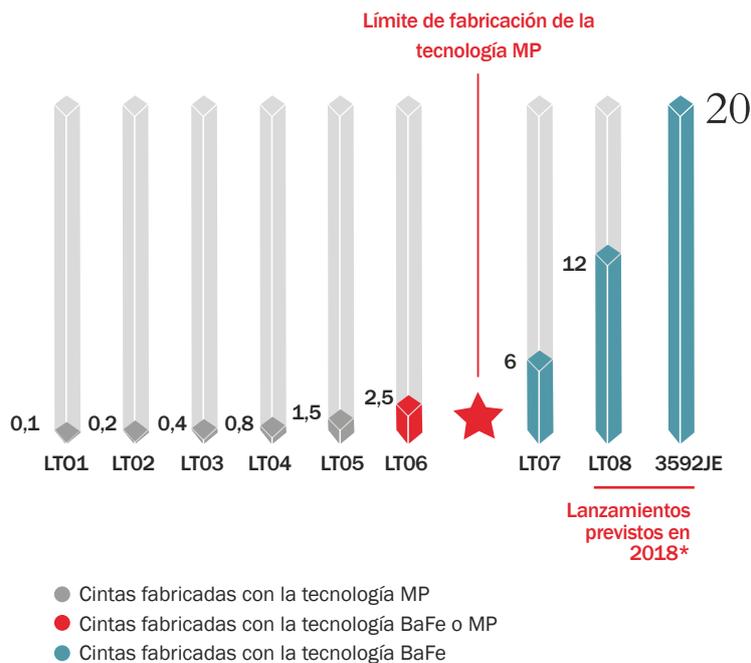
- Fundamentalmente, la LTO6 es la primera generación de cinta LTO fabricada con la tecnología Barium Ferrite.
- La LTO6 es, también, la última generación de cinta LTO fabricada con la tecnología MP.

Todo usuario de cintas LTO6 está sujeto a la elección entre estas dos tecnologías. Hemos visto, en el capítulo “Integridad de datos” que existe una diferencia de enfoque entre dos escuelas:

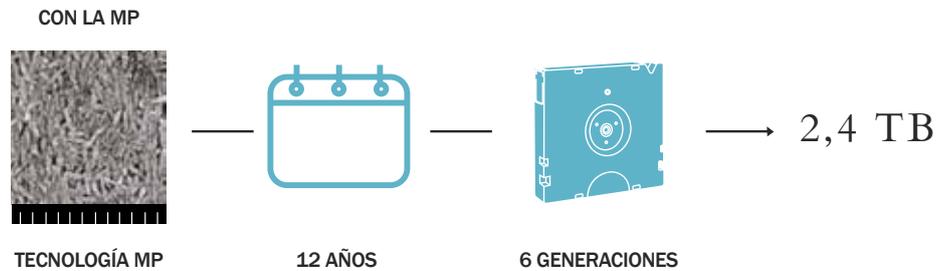
- Una que apoya la tecnología MP, afirmando que, aunque el rendimiento de la cinta sea inferior, y a pesar que la MP no puede producir una cinta LT07, a partir del momento en que un fabricante consigue recubrir 2,5TB de datos sobre una cinta LTO, el usuario puede tomar el riesgo de utilizar un cartucho de cinta LTO6 MP.
- La otra escuela que apoya el Barium Ferrite, afirma que tomar el riesgo de archivar datos sobre una cinta LTO6 MP equivale a jugar a la ruleta rusa con sus datos a largo plazo.

Podemos esquematizar la ruptura en términos de capacidad de almacenamiento entre el Barium Ferrite y el MP observando el histórico de diferentes formatos de cintas LTO, comparado a los próximos formatos con lanzamientos previstos para el 2018. Ver en el siguiente gráfico, las capacidades nativas de almacenamiento en TB de diferentes generaciones de cintas:

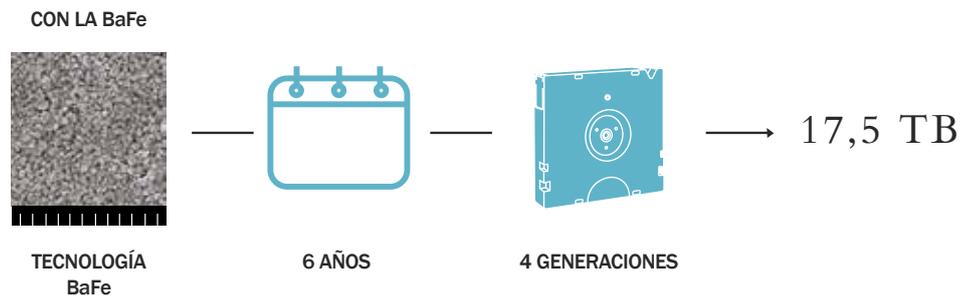
* Las capacidades de almacenamiento y la tasa de transferencia serán confirmadas por los miembros del consorcio LTO e IBM a finales de 2017



Finalmente, la manera más simple de resumir la diferencia en el margen de desarrollo entre las dos tecnologías de almacenamiento en cinta será de echar un vistazo a la evolución conseguida en capacidad de almacenamiento sobre cintas magnéticas para cada una de las tecnologías:



Se necesitaron 12 años, entre 2000 y 2012, y 6 generaciones de cintas para pasar de 0,1TB a 2,5TB de capacidad de almacenamiento (entre la LTO1 y la LTO6). **Es decir, una media de aumento de capacidad de almacenamiento de 0,2TB por año.**



Se habrán necesitado menos de 6 años, entre finales de 2012 y el verano de 2018, y cuatro generaciones de cintas (LTO6, LTO7, LTO8 y la 3592JE) para pasar de 2,5TB a 20TB de capacidad sobre una cinta magnética. **Es decir, una media de aumento de capacidad de almacenamiento de 2,9TB por año.**

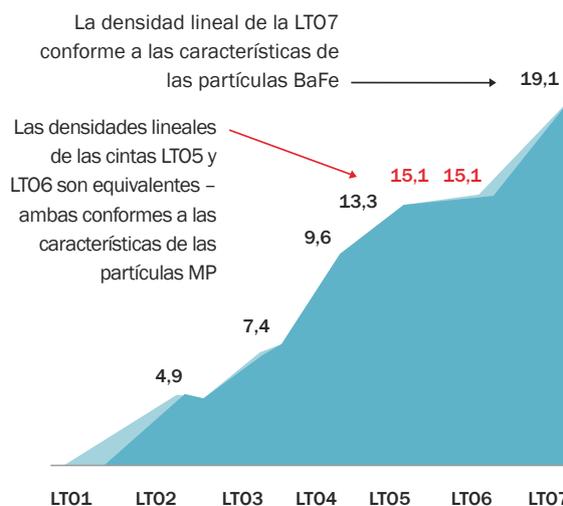
IMPORTANTE: veremos en la descripción del mecanismo de aumento de la capacidad de almacenamiento que, aunque tiene un papel decisivo, el tamaño de las partículas no es necesariamente el único reto a superar cuando evocamos la cuestión del aumento de la capacidad de almacenamiento de un cartucho de cinta. Podríamos resumir la principal dificultad afirmando que, aunque un fabricante consiga cubrir un gran número de partículas sobre la cinta, deberá todavía demostrar que esta cinta puede funcionar. Una vez más, el concepto de SNR es un elemento clave de esta reflexión.

2. ¿Cómo aumentar la capacidad de cartuchos de cintas?

Existen varias maneras de aumentar la capacidad de almacenamiento de una cinta. Existen tres métodos particularmente significativos. Podemos:

- Aumentar la densidad lineal de una pista de escritura/lectura, es decir, aumentar el número de partículas, y por lo tanto la capacidad de almacenamiento de una pista de escritura.
- Aumentar el número de pistas sobre una cinta.
- Aumentar la longitud de la cinta.

A. La densidad lineal es la cantidad de partículas que pueden recubrir una sola pista de escritura. Ver a continuación la evolución de las densidades lineales de las cintas LTO (siendo la unidad de medida kbits/mm):

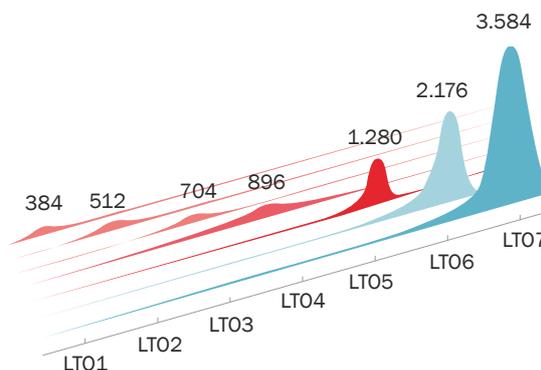


Observando el gráfico de anterior, vemos que las densidades lineales de las cintas LTO5 y LTO6 son equivalentes mientras que la de la LTO7 es 26% superior a la de la LTO6:

- Sabemos que las cintas LTO6 son fabricadas, o bien con partículas BaFe, o con partículas MP, mientras que la MP no puede fabricar cintas LTO7.
- Ya hemos visto (página 29) que las partículas Barium Ferrite son más pequeñas que las partículas MP. Deberíamos lógicamente poder recubrir más partículas Barium Ferrite sobre una pista de escritura. Lo que es el caso.
- Sabemos, también, que las partículas BaFe utilizadas para fabricar las cintas LTO6 y LTO7 son del mismo tamaño (página 29). No será el caso para las cintas LTO8 (12TB), ni para las próximas cintas 3592JE (20TB), que estarán producidas con partículas de menor tamaño.

Podemos, por consiguiente, concluir los siguientes puntos:

- La densidad lineal necesaria de las cintas LTO6 se adaptó a las capacidades y limitaciones de la tecnología MP.
- La densidad lineal de la LTO6 habría podido ser más elevada y más próxima a la de la LTO7. Y por consiguiente, la capacidad de cartuchos de cintas LTO6 habría podido ser mucho más elevada.



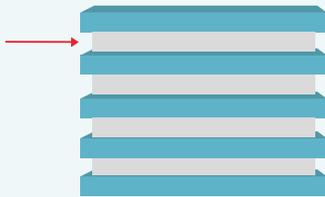
- La condición para obtener una capacidad de cinta LTO6 más elevada habría pasado por considerar la capacidad real de desarrollo del Barium Ferrite.
- Cabe señalar que una gran mayoría de usuarios afirman que la cinta LTO7 se ajusta mejor a sus necesidades que la cinta LTO6, debido al crecimiento importante de datos digitales. Una cinta LTO6 de capacidad superior habría sido mejor acogida por los usuarios informáticos.

B. El número de pistas.

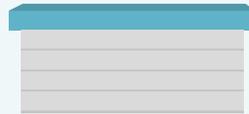
Teniendo en cuenta los elementos expuestos precedentemente, al no poder incrementar la capacidad de almacenamiento de una pista de escritura, no quedaba otra alternativa que la de aumentar el número de pistas de una cinta para poder obtener la diferencia de capacidad entre la LTO5 (1,5TB) y la LTO6 (2,5TB). Ver a continuación la evolución del número de pistas por generación:

De la cinta magnética a la partícula: la composición de la cinta en 6 etapas.

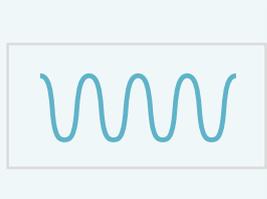
1. Una cinta LTO está compuesta de cuatro bandas de datos. Cuatro segmentos de la cinta separados por la pista Servo track.



2. Cada banda de datos contiene un determinado número de capas (34 para la LTO6, 28 para la LTO7).



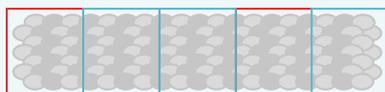
3. Cada capa contiene un determinado número de pistas (2.176 pistas en total para la LTO6, 3.584 para la LTO7).



4. Una pista de escritura se divide en bloques de datos (64kb/256kb).



5. Un bloque de datos está compuesto de celdas Bit. Una celda Bit = un dato (1 o 0).



6. Una celda Bit es una celda compuesta de partículas.



Es evidente que el aumento del número de pistas explica la capacidad superior de la LTO6 sobre la LTO5 y contribuye al aumento de la capacidad entre la LTO6 y la LTO7.

- Los riesgos asociados al aumento del número de pistas de escritura

Aumentar el número de pistas sobre la misma superficie de cinta utilizada para fabricar las precedentes generaciones de cintas LTO implica una reducción del tamaño de las pistas.

- Para ello, los fabricantes de drives deben desarrollar cabezales más pequeños capaces de escribir y leer sobre pistas más estrechas.
- **Otro punto muy crítico en este proceso es que al reducir el ancho de una pista de escritura se va a reducir igualmente el nivel global del campo magnético y, en consecuencia, reducir el nivel de SNR.**

Se trata, una vez más, del punto clave que pone en evidencia las ventajas de las dos innovaciones tecnológicas de la cinta que marcan la diferencia:

- Al analizar el SNR de la LTO6, la polarización vertical y una mejor dispersión de las partículas Barium Ferrite aportan una mayor estabilidad de grabación y reducen considerablemente la pérdida de datos.
- Al analizar el SNR de la LTO7, la tecnología Terzetto de IBM permite aumentar el número de pistas de 64% en relación a la LTO6, aumentando en paralelo el rendimiento de la cinta.

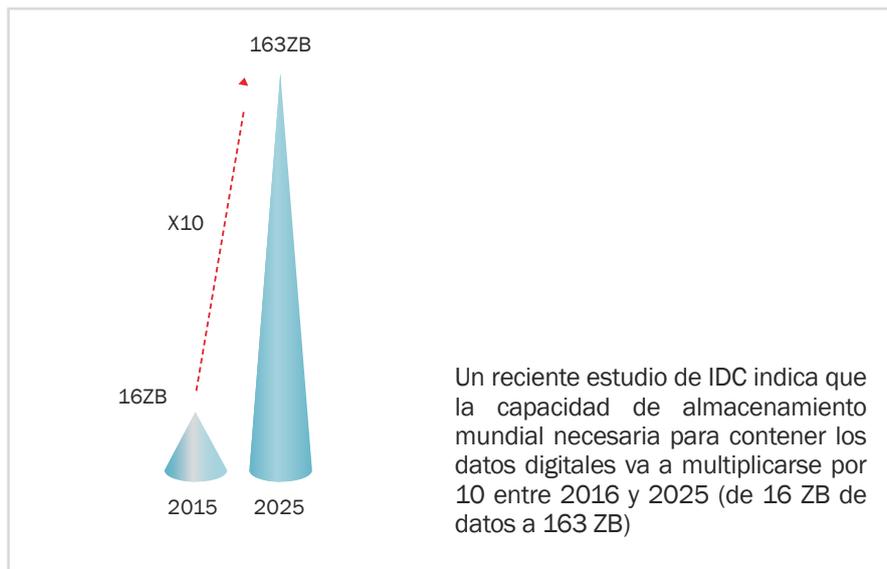
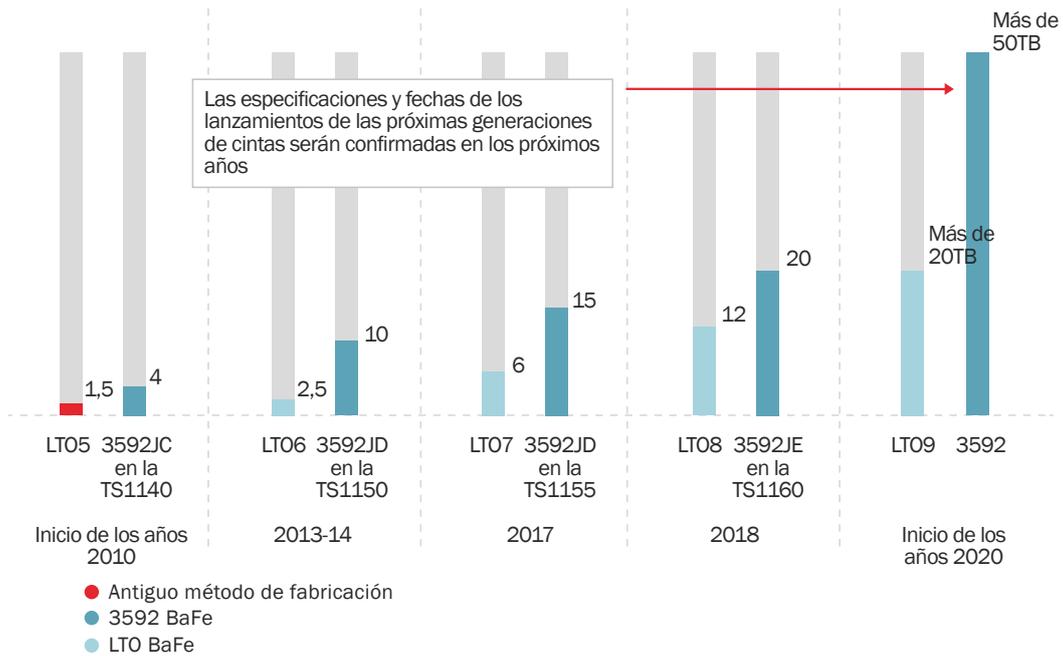
C. Aumentar la longitud de la cinta. Ver a continuación las longitudes de las cintas (en m) para cada generación de cintas LTO:



Aumentar la longitud de la cinta implica necesariamente reducir su grosor, ya que la cinta se enrolla alrededor de una bobina. El reto reside pues, en fabricar capas de cinta más finas, preservando o mejorando su rendimiento. El tamaño de las partículas y una perfecta dispersión de las mismas sobre la superficie de la cinta contribuyen a aumentar la longitud de la cinta.

3. Situación actual y hoja de ruta

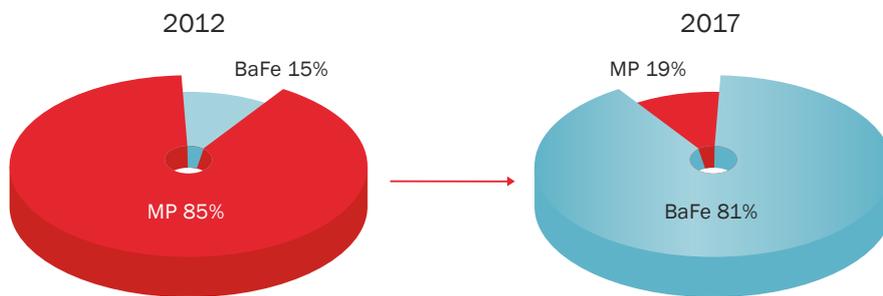
A. La hoja de ruta de la tecnología de cinta. Ver a continuación la evolución de la oferta de la cinta magnética durante los años 2010:



Este rápido crecimiento de la oferta en capacidad de almacenaje responde a la demanda de los usuarios finales que están, o bien confrontados a un crecimiento importante de datos digitales a almacenar, o bien afectados por el aumento de las nuevas legislaciones que exigen periodos de conservación de datos superiores en el tiempo.

B. El Barium Ferrite es el formato ganador

Otra consecuencia de este crecimiento rápido de la oferta en capacidad de almacenamiento es la desaparición gradual de la tecnología MP del mercado de almacenamiento en cinta. De hecho, una rápida comparación de la capacidad de almacenamiento sobre cintas magnéticas demuestra la inversión de las cuotas de mercado entre las tecnologías BaFe y MP. Ver a continuación la cuota en porcentaje % de la capacidad de almacenamiento entregada sobre el mercado mundial de la cinta en 2012 comparado al 2017:



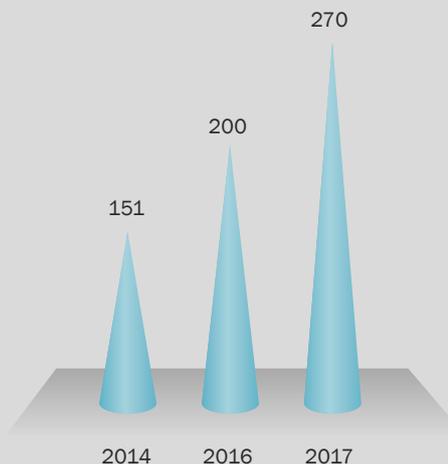
La explicación de este fenómeno es bastante lógico:

- Todas las cintas de alta capacidad y con altos rendimientos, es decir, las cintas 3592 de IBM y las T10000 de Oracle están fabricadas a base de Barium Ferrite. De hecho, la demanda de este tipo de cintas de alta gama está en fuerte crecimiento.
- La tecnología MP no puede servir a la fabricación de cintas de capacidad superior a 2,5TB. Por consiguiente, esta tecnología ante el aumento de cintas de alta capacidad tiende a la obsolescencia. La migración natural de antiguas generaciones de cintas (LTO3, LTO4, LTO5 y LTO6) hacia los nuevos formatos (LTO7 y 3592) genera naturalmente una caída rápida del número de cintas MP entregadas en el mercado mundial.

La demanda en cintas está en fuerte aumento

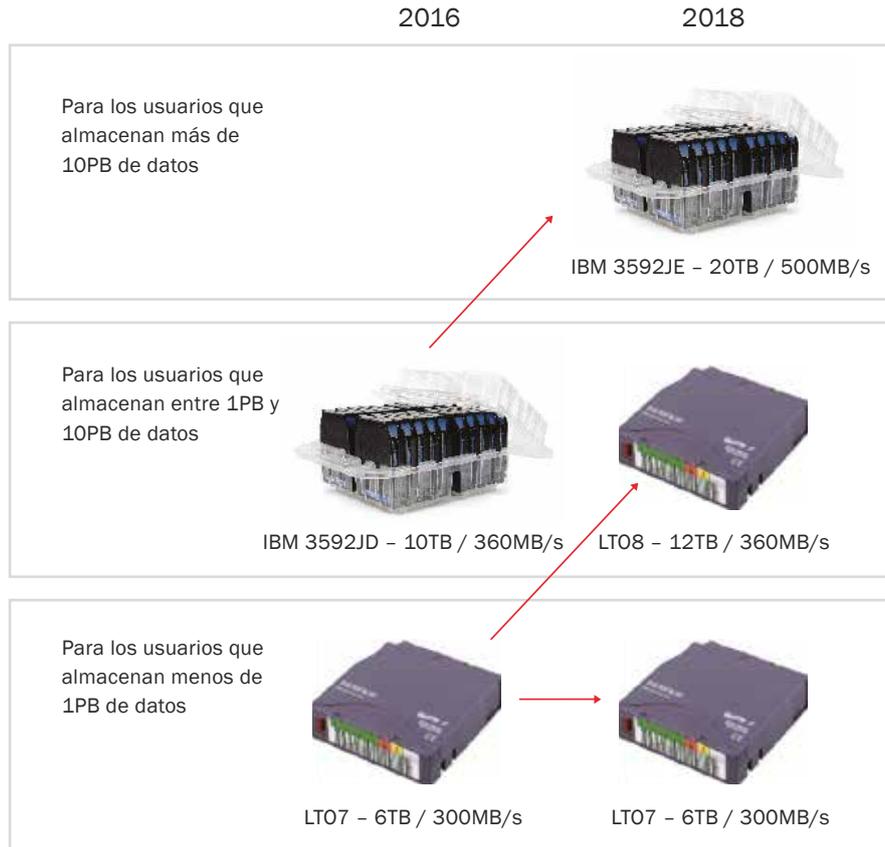
La tecnología de cinta, en su conjunto, ha experimentado un importante crecimiento estos dos últimos años.

Ver en este gráfico, la evolución de la capacidad de almacenamiento entregada en el mercado mundial de la cinta desde 2012 y el lanzamiento del Barium Ferrite. (Estas cifras = índice de evolución comparado a un índice de base 100 en 2012)



4. Actualización de la segmentación del mercado de la cinta.

Ver el gráfico a continuación:



Atención: el lanzamiento de la LTO8 está previsto para el primer trimestre 2018 y el de la 3592JE para el verano 2018. Las especificaciones y fechas de lanzamiento de estos dos productos pueden todavía ser cambiados por los fabricantes de aquí a su lanzamiento.

Algunas precisiones complementarias sobre este gráfico:

A. Las grandes empresas que almacenan entre 1PB y 10PB de datos, o las que almacenan hoy 0,8PB de datos pero que están enfrentadas a un tal crecimiento y verán incrementar sus datos de aquí a cinco años hasta alcanzar los 4-5PB de datos. Estos usuarios solicitan una cinta de mayor capacidad de almacenamiento que la LTO7 con el objetivo de reducir el espacio dedicado al almacenamiento y el coste de conservación de los cartuchos de cintas.

Además, un número considerable de estas empresas no tienen ninguna urgencia en mejorar la velocidad de escritura propuesta por la LTO7.

En otros términos, lo que estas empresas solicitan es obtener una cinta LTO7 con el doble de capacidad, conservando la misma velocidad de escritura, de aquí las especificaciones técnicas de la cinta LTO8 que será lanzada con una capacidad de 12TB y una velocidad de escritura que variará de 300MB/s a 360MB/s según el modelo de drive utilizado (HH o FH).

B. Las grandes empresas que almacenan capacidades superiores a 10PB.

El número de empresas con capacidades de almacenamiento que superan los 10PB de datos están en fuerte crecimiento como consecuencia de la explosión de datos digitales.

La creación importante de nuevos datos genera una demanda, no únicamente de mayor capacidad de almacenamiento, pero igualmente de mayor velocidad de escritura. Conseguir una velocidad de escritura de 500MB/s sobre un soporte de almacenamiento destinado a la conservación de datos a largo plazo es el resultado del análisis de las demandas de las distintas empresas europeas con las que hemos hablado. Se trata de sectores clave como la investigación científica, la televisión o el cine, los bancos, la teleobservación, las universidades, los ministerios, las grandes industrias, los hospitales o las empresas que apuestan sobre utilidades más verticales de la cinta en entornos como la video vigilancia, el Big Data, la inteligencia artificial o el IoT, el internet de las cosas. La 3592JE de IBM propondrá 20TB de capacidad y 500MB/s de tasa de transferencia.

C. Para las Pymes: la LTO7 está destinada a durar y se impone como la oferta ideal para las pequeñas y medianas empresas e industrias. La LTO7 representa ya una cuarta parte de la capacidad de almacenamiento entregada mensualmente sobre las cintas LTO en Europa, y deberá superar el 60% de aquí al verano 2018.

¿Por qué la LTO7 es la solución ideal para las Pymes?



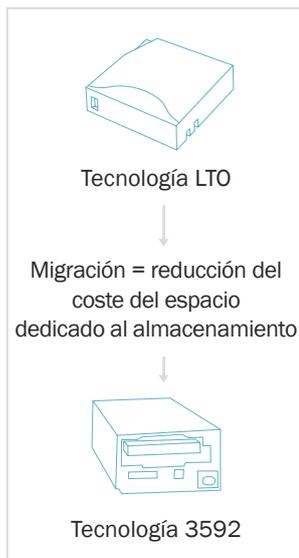
5. La cuestión esencial del espacio destinado al almacenamiento

A. Las grandes empresas – la primera consecuencia del desarrollo de la tecnología Barium Ferrite sobre el mundo del almacenamiento de datos es que los fabricantes pueden responder a las demandas de las grandes empresas que están enfrentadas a dos retos mayores.

Estas empresas europeas deben:

- Por un lado, absorber el importante crecimiento de datos digitales.
- Por otro lado, deben cumplir las exigencias legales en términos de conservación de datos a largo plazo.

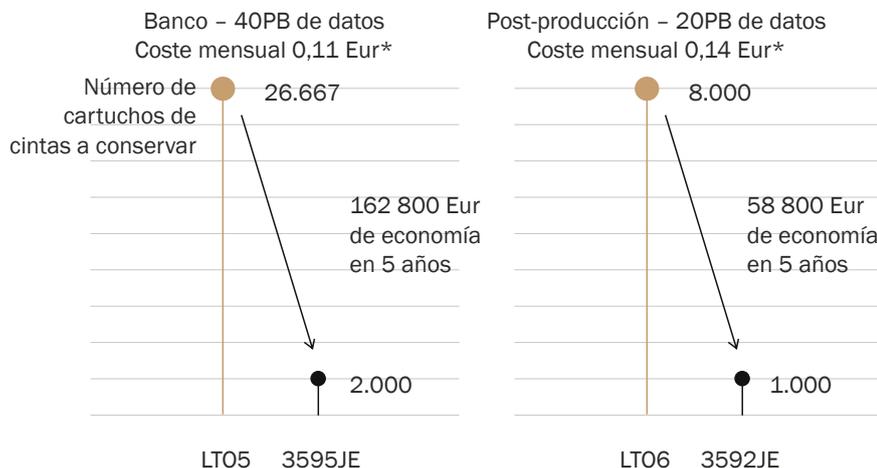
El crecimiento de datos digitales implica un aumento drástico del número de cartuchos a conservar. Además, las nuevas reglamentaciones contribuyen a aumentar los costes de conservación de los cartuchos de cintas ya que limitan la posibilidad de borrar antiguos datos críticos.



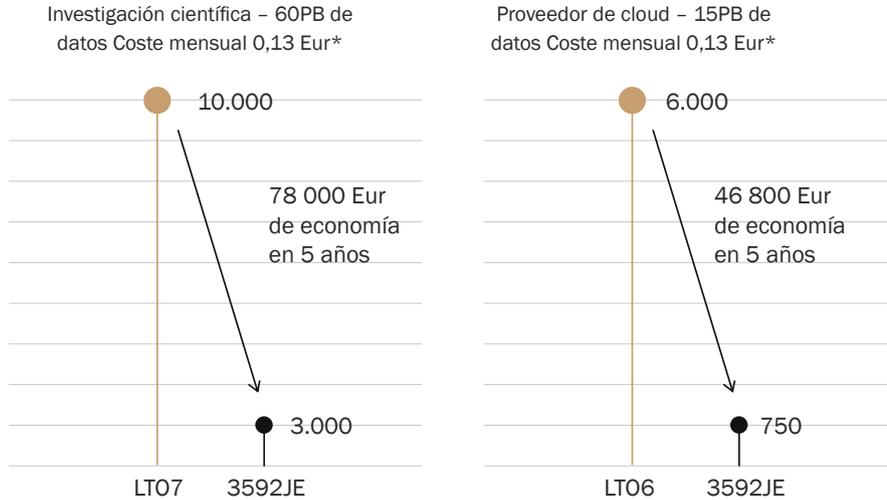
0,13 Eur por cartucho y por mes

Hemos realizado una encuesta sobre más de 1000 usuarios informáticos que almacenan, como mínimo, más de 800TB de datos. El resultado es que más del 85% de las empresas que hemos contactado estiman que el coste mensual medio de conservación de un cartucho de cinta es, como mínimo, de 0,13 Eur por cartucho por mes.

Podemos, dar cuatro ejemplos de empresas que usan cintas LTO, para las que, la utilización de cintas de mayor capacidad, como la 3592JE de IBM, va a generar importantes economías en términos de coste de conservación de cartuchos a largo plazo.

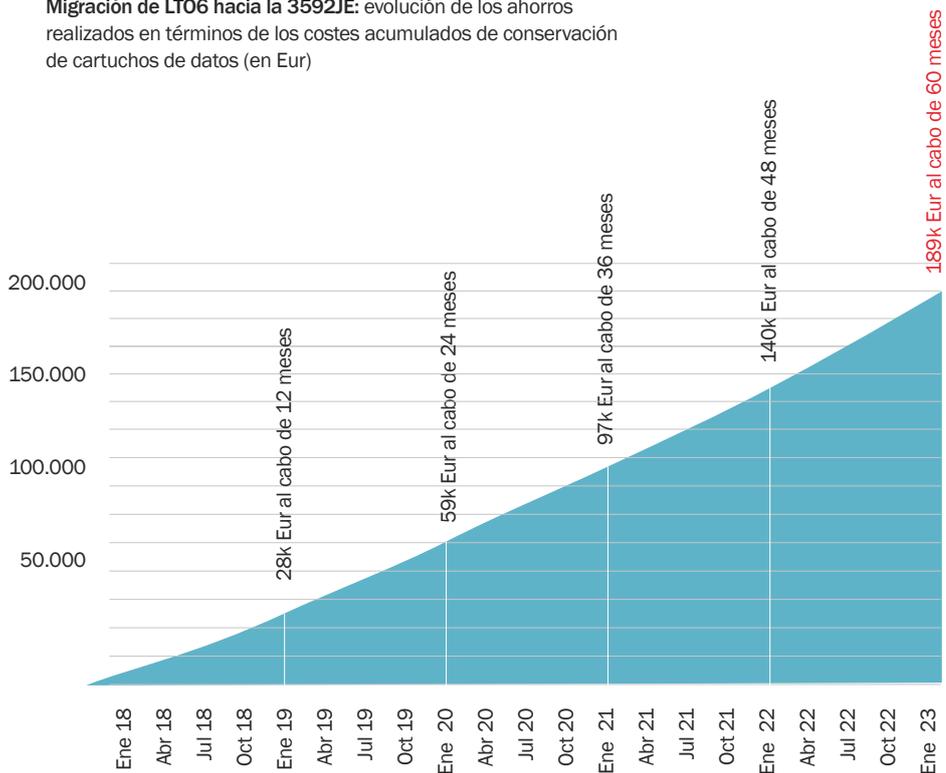


* Coste mensual significa: coste mensual medio de conservación de un cartucho de cinta



Algunas precisiones sobre estos gráficos: hemos tenido en cuenta, de manera teórica, el hecho que ninguno de los sectores citados arriba ha sufrido un crecimiento de datos. Por otro lado, estas cifras no tienen en cuenta otro dato importante en el cálculo del coste del espacio dedicado al almacenamiento: el tamaño y el volumen de la solución de almacenamiento de la sala de informática (ver en la página 41, el capítulo dedicado a las Pymes). Podemos igualmente citar el siguiente ejemplo; el caso de una empresa en el sector de la producción cinematográfica, donde los datos almacenados van a crecer de 40PB a 80PB en el espacio de cinco años. Migrando las cintas LTO6 hacia las nuevas cintas 3592JE, esta empresa realizará cerca de 190 000 Eur de economía en el espacio de cinco años, en términos de costes de conservación de cartuchos. Ver el siguiente gráfico :

Migración de LTO6 hacia la 3592JE: evolución de los ahorros realizados en términos de los costes acumulados de conservación de cartuchos de datos (en Eur)



B. Pequeñas y medianas empresas.

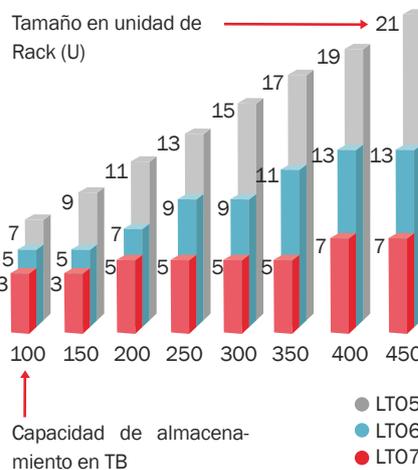
El tamaño de la librería es otro componente que influye fuertemente sobre el coste del espacio dedicado al almacenamiento. Para las empresas situadas en el centro de la ciudad, y para las que el coste de localización del espacio puede representar una partida importante, el crecimiento de datos advierte de los costes inmobiliarios suplementarios. Es por lo tanto conveniente para las Pymes migrar hacia soluciones de mayor capacidad, tipo la LTO7.



La librería de cinta SL-150 de Oracle está compuesta de módulos. Cada módulo puede contener 30 cartuchos y dos drives. El tamaño en unidad de rack de todos los módulos es de 2U a excepción del primer módulo, el módulo base, que tiene un tamaño 3U.

- Por ejemplo:
- una librería de 60 slots requiere 5U (3U + 2U) de unidad de Rack.
 - una librería de 90 slots requiere 7U (3U + 2U + 2U) de unidad de Rack.

¿Qué tamaño de unidad de Rack (U) necesitamos para almacenar los datos sobre cintas LTO?



Podemos observar sobre este gráfico que almacenar 350TB de datos en cintas LTO7 requiere un tamaño de librería dos veces inferior que almacenando en cintas LTO6, y tres veces inferior si lo hacemos en cintas LTO5. Podemos complementar este ejemplo con el caso práctico de un usuario.

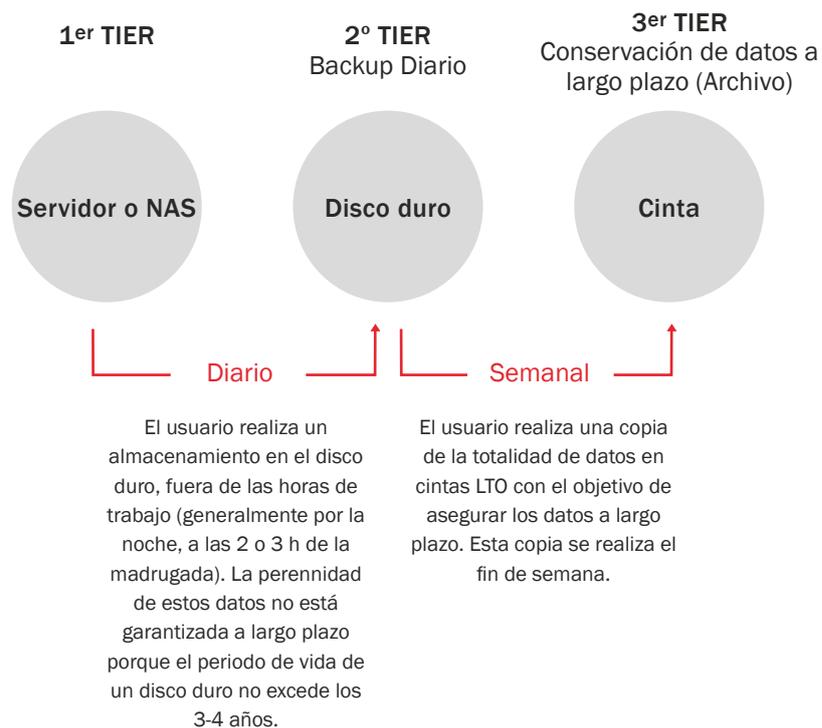
- Caso práctico: Ejemplo de almacenamiento completo o Full Backup.

Un centro hospitalario que almacena 50TB de datos, con un crecimiento de capacidad de 15% por año, llegando a los 87TB de datos el quinto año.

- Este hospital almacenaba habitualmente la totalidad de sus datos en disco duro. Una pérdida importante de datos debido a la fragilidad de la tecnología de almacenamiento basada en disco duro convenció a este usuario a pasar a cinta.

* ¿Qué entendemos por almacenamiento completo o Full?

El llamado almacenamiento "Full" consiste en copiar, de manera regular, la totalidad de datos de una empresa sobre una solución de almacenamiento, en este caso, en cinta. Este tipo de almacenamiento se realiza generalmente los fines de semana. Las empresas de tamaño medio, que almacenan más de 50-60TB, la mayoría de ellas funcionan de la siguiente manera:

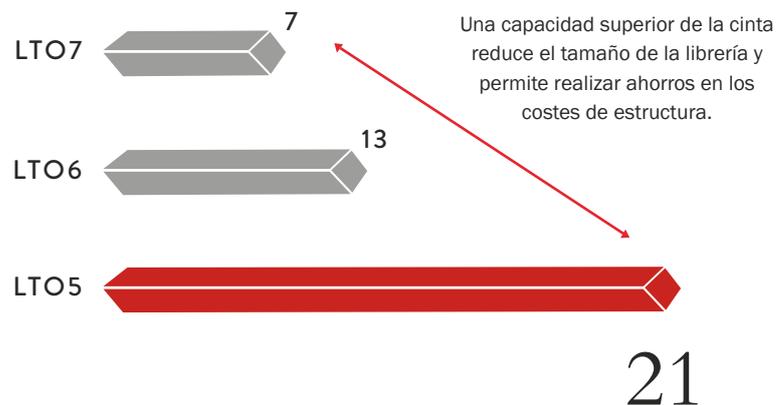


*** ¿Cómo calcular las necesidades de una empresa en términos de tamaño de librería o de número de slots?**

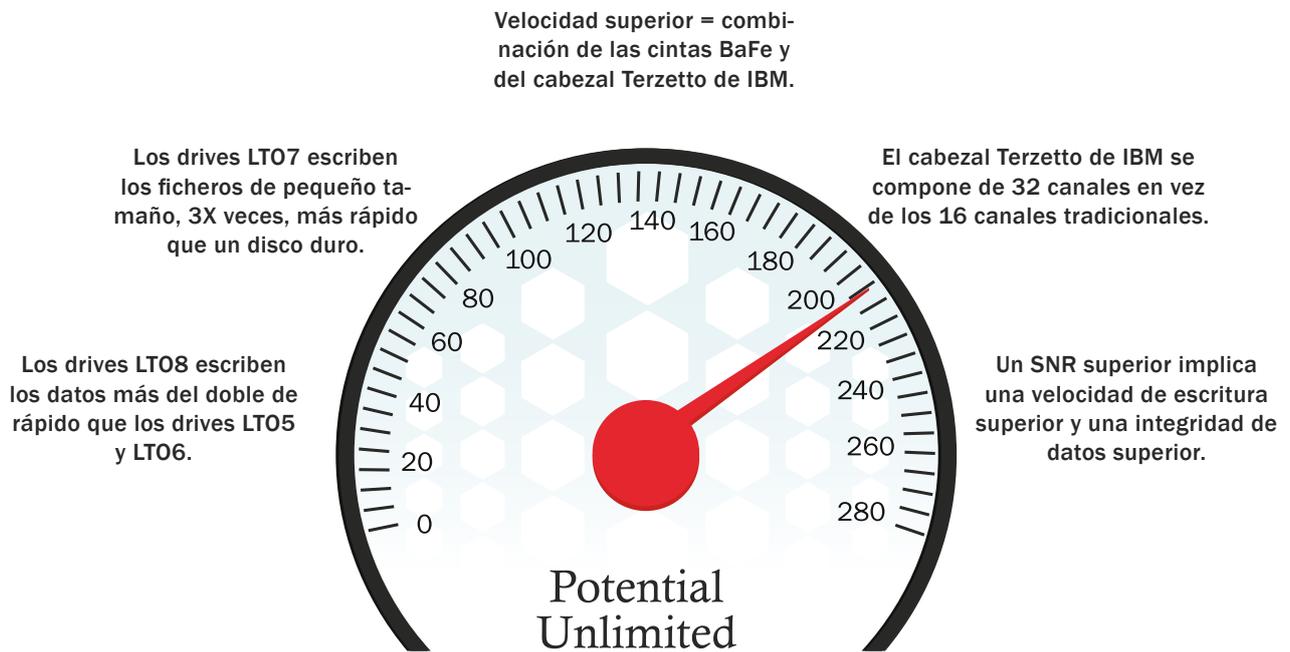
La cuestión de la constitución y de la configuración depende de los deseos del usuario y puede variar caso por caso. Esto es, de hecho, una ventaja de la tecnología de cinta sobre el disco: la cinta es un sistema que se adapta a las necesidades de los usuarios. En el campo del almacenamiento completo (o "Full Backup"), observamos modos de almacenamiento bastante frecuentes. Uno de los más utilizados es el siguiente:

- El usuario copia la totalidad de sus datos sobre un juego de cintas cada fin de semana. Y genera una segunda copia que deja en otra localización, por razones de seguridad.
- Este proceso se repite cada fin de semana. Para ello utiliza el mismo juego de cintas cada fin de semana, sobrescribe los datos y genera una nueva copia de los datos contenidos en el disco duro.
- Nosotros recomendamos, en general, de no reescribir más de 50-52 veces sobre un mismo cartucho de cinta. En este caso, el usuario tendrá que utilizar un nuevo juego de cintas cada año.
- La tendencia actual en el sector informático es que los usuarios de almacenamiento de datos prefieren reducir la frecuencia de intervención física sobre la librería: en otros términos, prefieren que la primera copia permanezca dentro de la librería un largo periodo de tiempo (cinco años en general).

Podemos observar a continuación que la capacidad superior de las cintas LTO7 reduce considerablemente el espacio dedicado al almacenamiento por parte del usuario. El siguiente gráfico muestra en tamaño de Rack (U), el espacio que ocupa la librería de cinta en función de la tecnología utilizada:



Otros beneficios del Barium Ferrite. Foco en la velocidad



Otras ventajas del BaFe

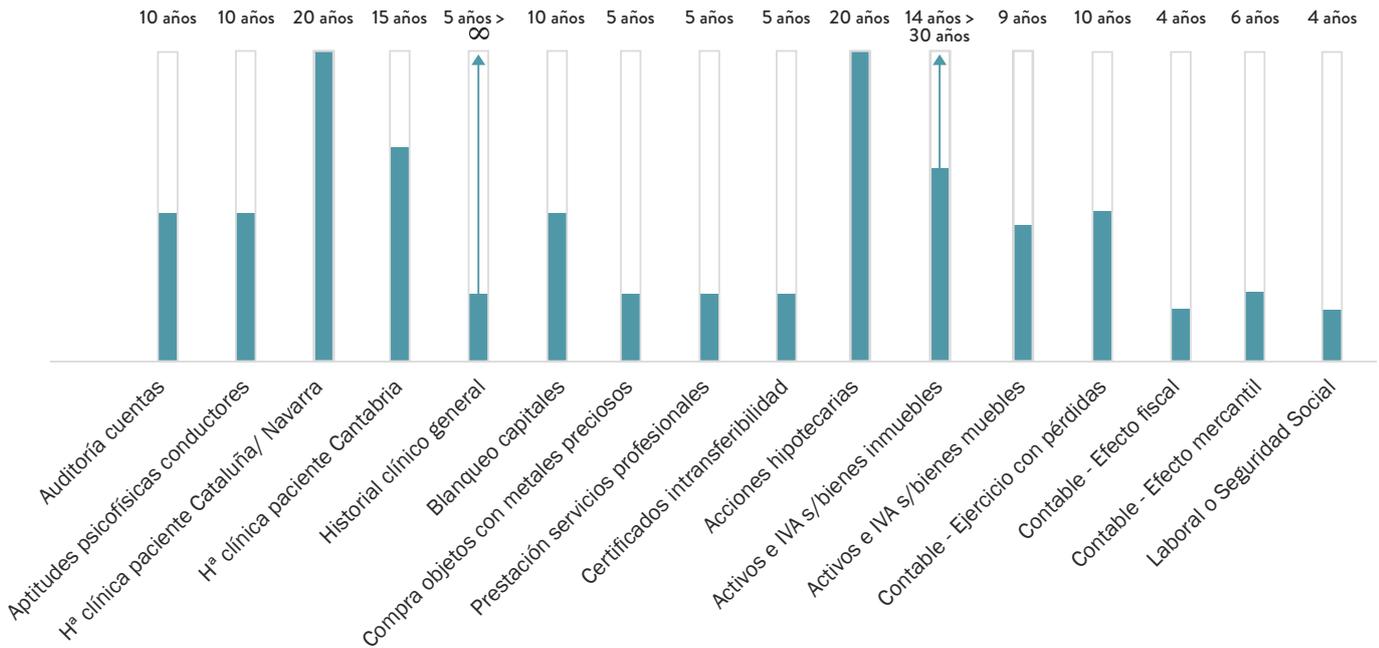
1. La duración de vida del archivo o la duración de vida de un dato escrito sobre una cinta magnética.

Hemos visto en el capítulo “Oxidación de las partículas MP página 27” que la duración de vida de las partículas Barium Ferrite es superior a la de las partículas MP. La razón por la que evocamos la cuestión de la duración de vida de una partícula únicamente en el capítulo tres, después de haber ampliamente tratado la cuestión de integridad de datos y de capacidad de almacenaje, es que, incluso si las partículas Barium Ferrite pueden conservar sus datos más allá de 30 años, las partículas MP, tradicionales, llegan ya a sobrepasar los 20 años de conservación de datos.

Sobre este punto preciso, la diferencia más espectacular no reside tanto en las particularidades de las propiedades de las partículas BaFe y MP sino entre las tecnologías de almacenamiento en cinta respecto a las de disco duro.

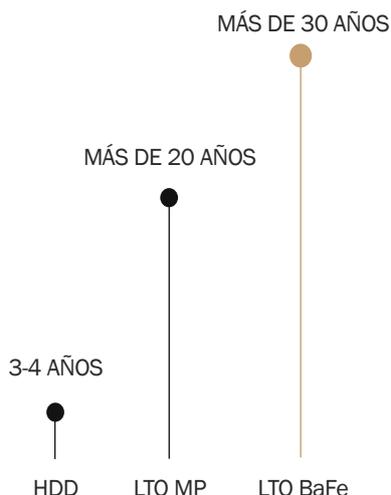
Podemos empezar por recordar algunas normativas y obligaciones legales referentes a la conservación de datos a largo plazo en España. Ver el siguiente gráfico:

Según la ley, ¿cuántos años se deben conservar los datos en España?



Podemos comparar estas obligaciones de conservación de datos a largo plazo con la respuesta que aportan las principales tecnologías en el área del almacenamiento de datos:

¿Cuántos años podemos conservar los datos sobre los siguientes soportes de almacenaje?



* Vemos aquí que la duración del archivo no es el principal punto débil de la tecnología MP.

*De todos modos, ya hemos visto en la página precedente que la legislación impone a ciertos usuarios conservar sus datos 30 años, y a veces, incluso más años.

*En este caso, es aconsejable utilizar cintas BaFe.

*Por último, observamos como el disco duro no puede competir con la cinta sobre la conservación de datos a largo plazo, debido a su extrema fragilidad.

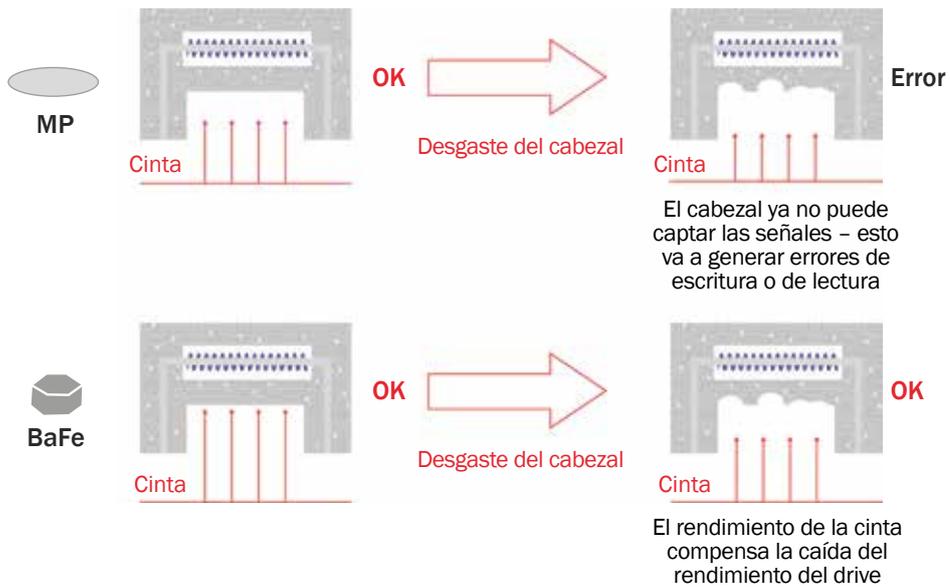
2. La duración de vida del drive

El SNR superior del Barium Ferrite tiene también la ventaja de prolongar la duración de vida del drive de cinta. De hecho, cuando el drive de cinta llega al final de su vida útil, el cabezal de escritura/lectura tiene tendencia a sufrir “sordera”. Es decir, tiene mayor dificultad para captar las señales emitidas por las partículas magnéticas de la cinta y, por consiguiente, mayor dificultad para leer los datos.

El SNR de la cinta Barium Ferrite tiene una potencia de salida muy superior a la de la cinta MP. Por lo tanto, podríamos decir de forma figurada que la “voz” de la cinta BaFe es más potente que la de la cinta MP. De este modo se compensa la “sordera” progresiva del drive con el paso de los años. Es decir, el drive puede seguir funcionando mucho más tiempo con una cinta BaFe que con una cinta MP.

Ver el siguiente esquema:

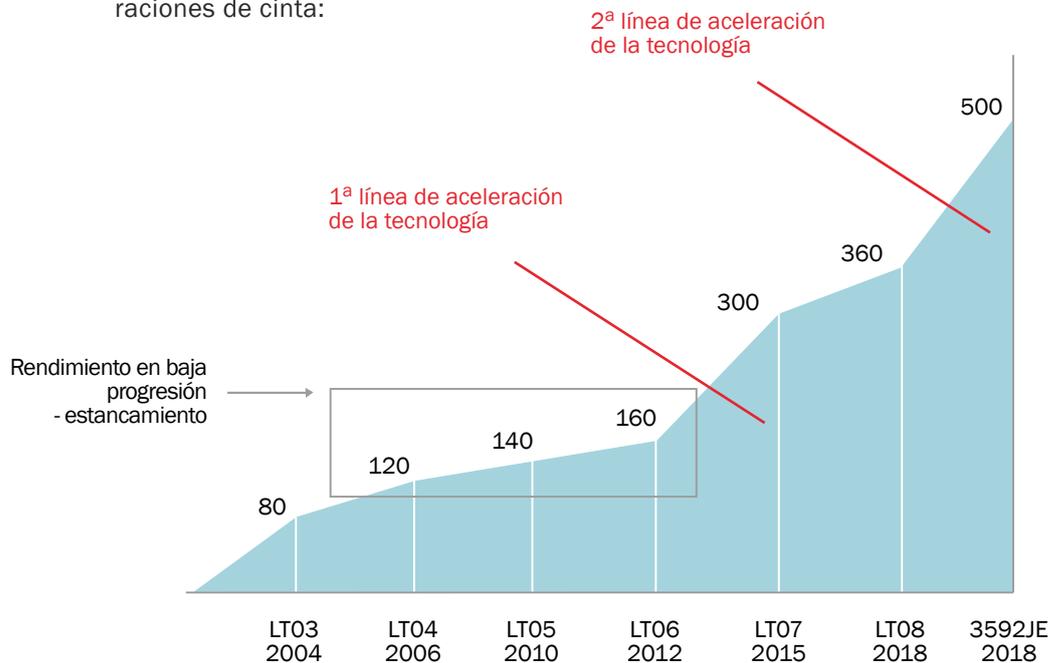
Estabilidad de grabación – las cintas Barium Ferrite pueden ser leídas / escritas correctamente incluso cuando el cabezal del drive está desgastado.



3. La velocidad de escritura

A. El rol principal de IBM

La velocidad de escritura es un criterio fundamental en la valoración de las diferentes tecnologías de almacenamiento, en todo caso, de una importancia comparable a la integridad de datos, la reducción del espacio físico dedicado al almacenamiento, la duración de vida en archivo, la huella ecológica o el coste de utilización. Estos últimos años, la tecnología de cinta ha realizado un verdadero salto en términos de velocidad de escritura y lectura. Ver a continuación la evolución de las tasas de transferencia de diferentes generaciones de cinta:



Es imposible evocar los progresos realizados en materia de velocidad de escritura entre la LTO6 y la LTO7 sin mencionar el papel central desempeñado por IBM. De hecho, dos innovaciones principales son en gran medida responsables de esta súbita aceleración del rendimiento de la cinta LTO después de doce años de estancamiento (ver el gráfico de arriba).

Estas dos innovaciones son:

- **La utilización del cabezal de 32 canales:** hasta la LTO6, el cabezal de escritura estaba compuesto, como máximo, de 16 canales de escritura. Podemos comparar estos canales de escritura a 16 bolígrafos fijados sobre el cabezal que escriben de manera simultánea sobre la cinta:

- El aumento importante (+64%) del número de pistas sobre las cintas LTO7 respecto a las cintas LTO6 (3584 versus 2176) exigía una capacidad de escritura y lectura superior a la que los cabezales de 16 canales de escritura podían ofrecer.

- Además, podemos constatar que la velocidad de escritura de las cintas LTO quedó totalmente estancada entre las generaciones LTO4 y LTO6: 40MB/s solamente en el espacio de seis años, precisamente cuando el mercado vivía una explosión de creación de nuevos datos digitales.

- Los drives LTO7 son los primeros drives LTO que funcionan con 32 canales de escritura: viéndose mejorada enormemente la velocidad operacional del drive. 32 canales operando simultáneamente ofrecen un rendimiento doble, mucho más interesante que con cabezales de 16 canales.

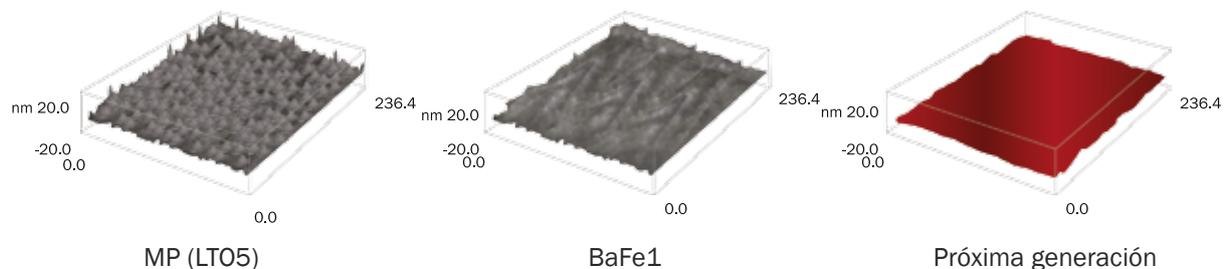
- **El cabezal Terzetto:** el SNR es una condición indispensable del aumento de la velocidad de escritura. El cabezal Terzetto al poderse considerar sinónimo de SNR, abre nuevas perspectivas en el campo de la velocidad de escritura en cinta.

B. La contribución del Barium Ferrite

Como el SNR tiene un papel fundamental en materia de velocidad de escritura, es evidente que el Barium Ferrite contribuye igualmente al aumento de las tasas de transferencia de las nuevas generaciones de drives y cartuchos de cintas magnéticas.

La polarización vertical de las partículas BaFe combinada con una superficie de cinta más lisa son los dos aspectos que permiten que las cintas BaFe propongan niveles de SNR superiores a los de las cintas MP. Podemos observar a continuación, la evolución de la superficie de la cinta.

Evolución de la rugosidad de la superficie de la cinta



Un nivel débil de SNR afecta la calidad de comunicación entre el cabezal y la cinta. Durante el proceso de escritura de la cinta, el sistema mide constantemente el nivel de SNR. Cuando éste es muy bajo, ya sea por el desgaste del drive o bien, porque el cartucho presenta un nivel demasiado débil de SNR (MP), el sistema toma automáticamente la decisión de funcionar con una velocidad operacional inferior a su velocidad original. Una cinta LTO6 MP no puede, por consiguiente, funcionar a la misma velocidad que una cinta LTO6 Barium Ferrite.

Conclusión

Descripción de una rápida progresión

La mejor manera de analizar los progresos realizados en tecnología de cinta por el duo Fujifilm-IBM es trazar el histórico, desde 2012 a hoy, de los avances tecnológicos conseguidos sobre siete aspectos claves en el desarrollo de un soporte de almacenamiento de datos.

Si partimos de la idea que la cinta 3592JE es la cinta que ofrece mejores rendimientos, podríamos puntuar las tecnologías precedentes con puntuaciones de 1 a 5, siendo 5 la mejor nota, la que obtendría la 3592JE en cada uno de estos 7 puntos clave.

Somos conscientes que dar la nota 5 a la 3592JE es una estimación teórica ya que la tecnología de cinta va a seguir desarrollándose y mejorando. Por ejemplo, veréis, en los siguientes gráficos, que:

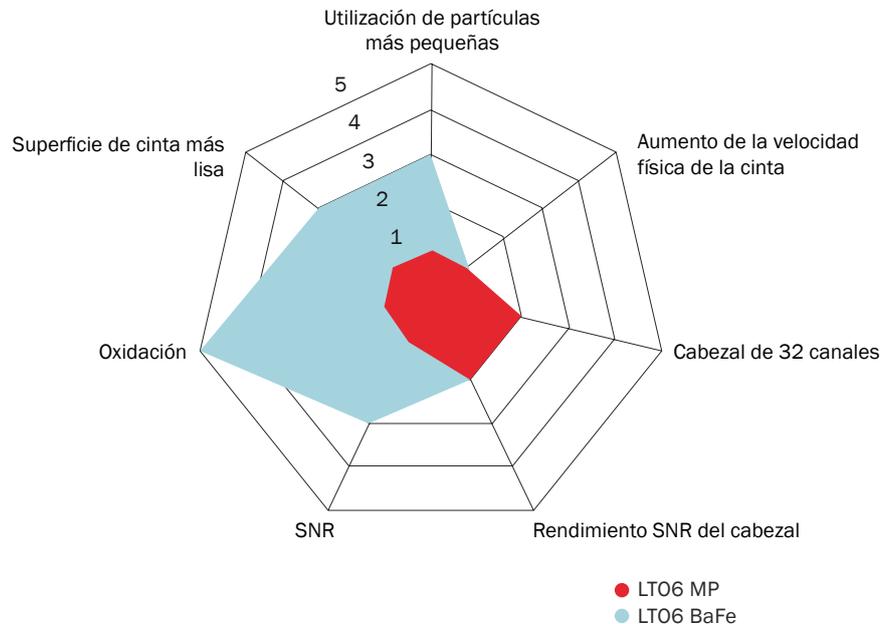
- La 3592JE tiene una nota de 5 sobre la cuestión “utilización de partículas más pequeñas”. No obstante, Fujifilm desarrolla actualmente cintas de más de 50-60TB con una fecha de lanzamiento todavía no determinada por parte de IBM. Estas cintas de mayor capacidad serán fabricadas con partículas de tamaño todavía más reducido que las utilizadas por la 3592JE.
- Además, las cintas con capacidades superiores a los 50-60TB, deberán proponer igualmente tasas de transferencia capaces de almacenar grandes capacidades de TB en un tiempo récord: lo que implica necesariamente utilizar un cabezal de escritura de más de 32 canales.

Por consiguiente, no podemos declarar que la 3592JE sea el final de la evolución de la cinta y que ninguna generación superior pueda ser fabricada. Sin embargo, podemos utilizar la 3592JE como un fin provisional o teórico del desarrollo del almacenamiento en cinta y hacer un análisis retrospectivo para ver dónde estaba la cinta en los años 2010 respecto a hoy, realizando un rápido inventario de las innovaciones tecnológicas que han permitido un tal desarrollo. Los siete aspectos de estudio que hemos escogido son los siguientes:

- Utilización de partículas más pequeñas
- Aumento de la velocidad física de la cinta
- Cabezal de 32 canales
- IBM Terzetto
- SNR
- Oxidación
- Superficie de la cinta más lisa

1ª etapa: las cintas LTO6 MP y BaFe.

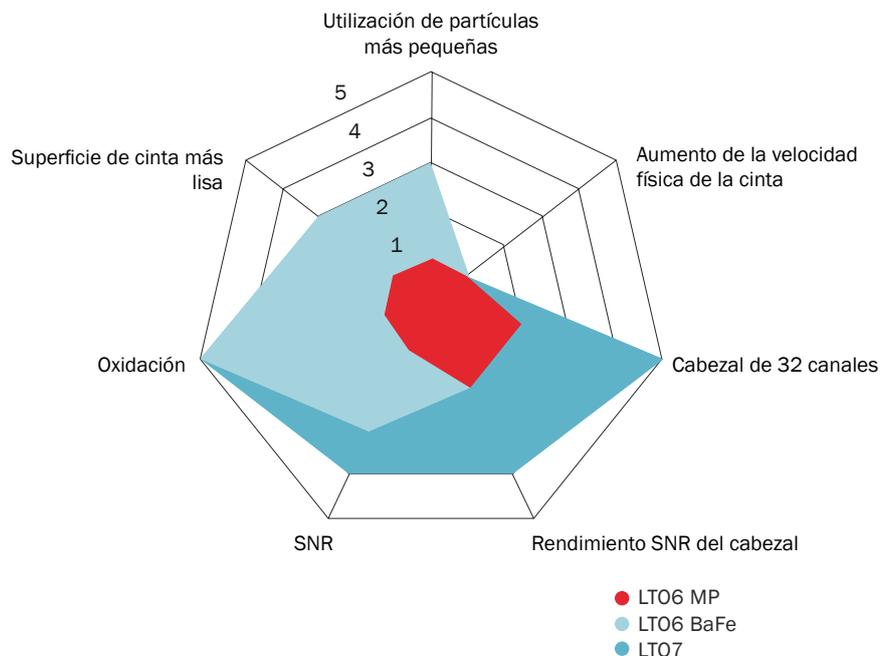
Ver las notas en el siguiente gráfico:



Podemos observar en el gráfico anterior, que los puntos sobre los que la LTO6 BaFe sobrepasa a la LTO6 MP, se centran en cuatro de los siete criterios que hemos tenido en cuenta en este estudio:

- El SNR superior, aunque vemos igualmente que el SNR de la LTO6 BaFe no obtiene la nota máxima. Nos referimos aquí a la diferencia de SNR generada por la polarización vertical y/o la calidad de la dispersión de partículas sobre la cinta. Hemos visto, en el capítulo, “integridad de datos-SNR” que la LTO7 aumenta las cualidades de la cinta al utilizar el cabezal Terzetto de IBM.
- La oxidación o ausencia de oxidación de las partículas BaFe que prolongan considerablemente la duración de vida en archivo de los datos.
- Una superficie de cinta más lisa gracias a partículas más pequeñas y a una mejor dispersión de las partículas sobre la superficie de la cinta. Esto contribuye a un mejor SNR, y por consiguiente, a mejorar la integridad de datos, tanto como la velocidad de escritura.
- Por último, el tamaño de las partículas Barium Ferrite, más pequeñas que las partículas MP. El tamaño, es un criterio importante ya que permite aumentar la capacidad de los cartuchos.

2ª etapa – la LT07. Ver las notas en el siguiente gráfico:

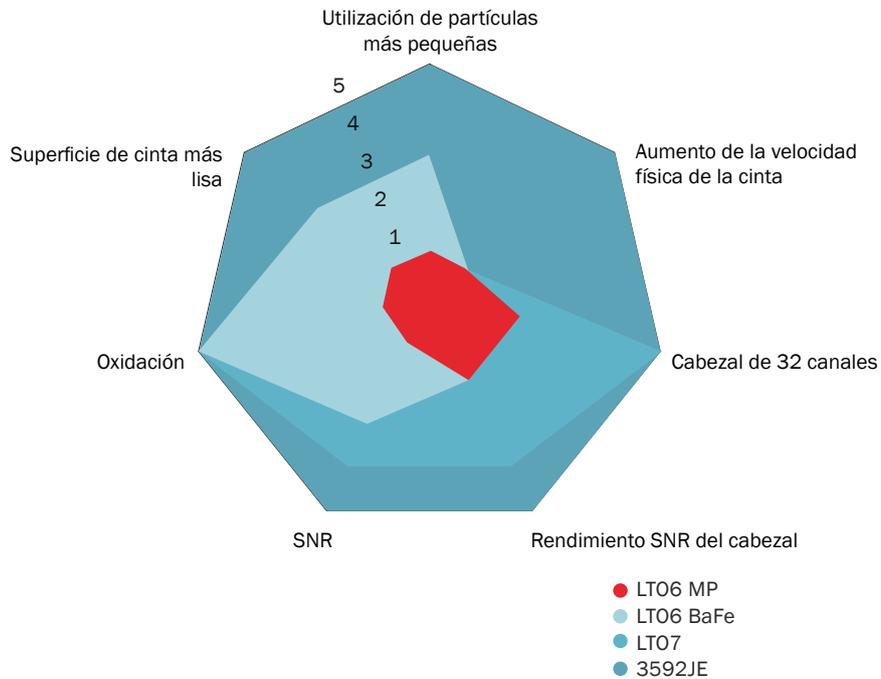


La LT07 hace progresar la tecnología de cinta en tres puntos importantes, a saber:

- El cabezal de 32 canales – vemos sobre este gráfico el límite de los cabezales de 16 canales utilizados por los drives LTO6. Hemos visto en el capítulo velocidad de escritura de este documento (página 48) que el cabezal de 32 canales ha sido la razón principal por la que los drives LTO7 han podido proponer una tasa de transferencia tan elevada en relación a la generación precedente (140MB/s de progresión entre dos generaciones)
- El cabezal Terzetto que aparece en la tecnología LTO a partir de la LTO7, y que tiene como consecuencia directa la mejora del SNR.
- Podemos, por el contrario, constatar que el tamaño de las partículas utilizadas en las cintas LTO7 es el mismo que el de las partículas LTO6, lo que, explica igualmente que la superficie de la cinta no es necesariamente un criterio sobre el que la LTO7 aporta una mejora en relación a la LTO6 BaFe.
- En resumen, podemos ver los puntos de ruptura entre las distintas generaciones:

- SNR, oxidación, tamaño de las partículas y superficie de la cinta entre LTO6 MP y BaFe.
- SNR, velocidad de escritura, cabezal Terzetto entre la LTO7 y la LTO6 MP.

3ª etapa – la 3592JE. Ver las notas en el siguiente gráfico:



La 3592JE de IBM va a trastornar los criterios técnicos de fabricación de un soporte de almacenamiento, porque propondrá un nivel de rendimiento y fiabilidad sin precedente en el área del almacenamiento de datos a largo plazo: 20TB de capacidad, 500MB/s de velocidad, y una integridad de datos superior a los productos de la competencia.

Sabemos ya que vamos a utilizar partículas Barium Ferrite más pequeñas que las utilizadas por la tecnología LTO6 y LTO7. Sabemos también que la superficie de la cinta será más lisa, que la velocidad física de la cinta dentro del drive será más rápida y que Fujifilm va todavía a aumentar el nivel de SNR de sus cintas Barium Ferrite.

Sabemos, sobre todo, que IBM va a lanzar un nuevo cabezal de escritura (el TMR-Terzetto), que propondrá propiedades superiores respecto a todos los cabezales precedentes de drives de cinta.

En las próximas semanas, será interesante descubrir lo que IBM nos reserva para el lanzamiento de la 3592JE en 2018. Hablaremos de nuevas funcionalidades como: el Fast Sync (que optimiza la velocidad de escritura de pequeños ficheros), el X copy (que mejora el proceso de migración de cinta a cinta) y el Recommended Access Ordering (que ordena los ficheros para poder acceder a ellos de manera más rápida). Mencionaremos también el Humidity Sensor (un sensor de humedad que permite medir el grado de humedad dentro del sistema para poder actuar antes que el drive resulte dañado). Conceptos que trataremos en mayor profundidad en futuros catálogos.



**Fujifilm Recording Media Iberia
Sales & Business Development Iberia Team**

Anna Baldrís

Tel. +34 93 508 77 53
email: annabaldris@fujifilm.es
www.linkedin.com/in/annabaldris

Joana Ascenso

Tel. +34 93 508 77 85
email: joanaascenso@fujifilm.es
<https://www.linkedin.com/in/jmascenso/>