



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO

**“ESTUDIO COMPARATIVO PARA DEMOSTRAR LAS
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS UNIDADES DE
ALMACENAMIENTO: DISCO DURO Y UNIDAD DE
ESTADO SÓLIDO”**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN SOFTWARE

QUE PRESENTA
KEVIN GONZÁLEZ BECERRIL

ASESOR:
L.CID MARTIN GARCIA AVILA

TIANGUISTENCO, MÉX. JULIO 2019

Pensamiento

Todos tenemos sueños, pero para convertir los sueños en realidad, se necesita una gran cantidad de determinación, dedicación, autodisciplina y esfuerzo.

Jesse Owens.

Resumen

Cada día, la informática adquiere más relevancia en la vida de las personas, las comunidades y en las empresas. Su utilización ya es un instrumento de aprendizaje que en la sociedad aumenta muy rápidamente. Este avance de la informática ha hecho que con el transcurrir de los años, aumente la cantidad de personas las cuales poseen una computadora en sus hogares, estas ofrecen maneras de organizar, investigar, procesar y almacenar información.

Uno de los componentes principales de la computadora, es la unidad de almacenamiento, ya que en ella se instala el sistema operativo y nos permite guardar la información que estamos manipulando, para volverla a usar más tarde.

Es por ello que en el presente trabajo se describe, el estudio comparativo para demostrar las ventajas y desventajas de las unidades de almacenamiento, para la computadora: disco duro (HDD) y unidad de estado sólido (SSD).

El propósito del presente trabajo es brindar apoyo e información, para aquellos usuarios que desean adquirir o renovar su unidad de almacenamiento, está orientado a usuarios que poseen conocimientos básicos en informática.

La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, es la metodología clásica, ya que describe un método de desarrollo secuencial. Para la realización de las pruebas se hizo uso de medidas, las cuales nos permitirán describir las diferencias que posee el HDD y SSD.

Contenido

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Pensamiento	III
Resumen	IV
Índice de Figuras	IX
Índice de Tablas	X
Índice de Graficas	XI
CAPÍTULO 1 Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación	6
1.4 Hipótesis.....	8
1.5 Alcances y limitaciones.....	8
1.5.1 Alcances.....	8
1.5.2 Limitaciones	8
1.6 Objetivo general y objetivos específicos	9
1.6.1 Objetivo General.....	9
1.6.2 Objetivos Específicos	9
1.7 Metodología.....	10
CAPÍTULO 2 Marco Teórico	11
2.1 IDE	12
2.2 SATA.....	12
2.3 SCSI	13
2.4 Memoria no volátil.....	14
2.5 Memoria NAND Flash	14
2.6 DRAM.....	15
2.7 SRAM	15
2.8 RAM	16

2.9 PCIE	16
2.10 SLC	17
2.11 MLC.....	18
2.12 TLC.....	18
2.13 QLC.....	19
2.14 Firmware.....	19
CAPÍTULO 3 Estado del Arte	21
3.1 Análisis de fallas que por efecto de la corrosión atmosférica se presentan en el HDD.	22
3.2 Diferentes herramientas forenses en el SSD y HDD, sus diferencias e inconvenientes.....	23
3.3 SSD y HDD tomar la decisión correcta.	25
3.4 Recuperación de información en el HDD a nivel físico y lógico para su análisis forense informático.	26
3.5 Implementación del SSD para sistemas empresariales.	27
3.6 Recuperación de información en el HDD.	28
3.7 Análisis forense en el HDD Y SSD.....	29
3.8 Las diferencias entre la tecnología SSD y HDD en cuanto a las investigaciones forenses.....	30
3.9 Introducción a la computación.	31
3.10 Introducción a la computación.	32
3.11 Introducción a la informática.	33
3.12 SSD vs HDD.....	34
3.13 USERS técnico HDD y SSD	35
3.14 Dispositivos de almacenamiento.....	36
3.15 Técnico profesional de pc.	37
3.16 HDD.....	38
3.17 Almacenamiento de estado sólido Seagate.	39
3.18 Comparación de la resistencia de los SSD y HDD.....	40
3.19 Los beneficios de los SSD en velocidad, confiabilidad y rendimiento.....	41
3.20 SSD vs HDD estudio de precio y rendimiento.	42

3.21 Dispositivos de almacenamiento y de entrada / salida	43
3.22 Que es un SSD y cómo funciona.	44
3.23 SSD vs HDD ¿cuál es la diferencia?.....	45
3.24 SSD vs HDD.....	46
3.25 HDD vs SSD y sus diferencias.....	47
CAPÍTULO 4 Comparativa e implementación de las pruebas al HDD y SSD.....	51
4.1 Estructura e implementación de las pruebas al HDD y SSD.	52
4.2 Características de la computadora y unidades a utilizar.	53
4.2.1 Especificaciones técnicas de la computadora utilizada para las pruebas.....	54
4.2.2 Especificaciones técnicas del SSD primario.	55
4.2.3 Especificaciones técnicas del HDD primario.....	56
4.3 Medida “Tiempo de vida”.	57
4.3.1 Estado del HDD y SSD con el software CrystalDiskInfo.	58
4.3.2 Estado del HDD y SSD con el software Hard Disk Sentinel.....	62
4.3.3 Estado del HDD y SSD con el software HD Tune.	66
4.3.4 Resultados generales medida “Tiempo de vida”.	70
4.4 Medida “Transferencia de datos”.	71
4.4.1 Transferencia del archivo de 4.27 GB.....	79
4.4.2 Transferencia del archivo de 20 GB.....	81
4.4.3 Transferencia del archivo de 52.1 GB.....	83
4.4.4 Resultados generales medida “Transferencia de datos”.	86
4.5 Medida “Velocidad de lectura y escritura”.	87
4.5.1 Velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software CrystalDiskMark.	88
4.5.2 Velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software IsMyHdOK....	92
4.5.3 Velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software Parkdale.....	96
4.5.4 Resultados generales medida “Velocidad de lectura y escritura”.	100
4.6 Medida “Rendimiento”.....	101
4.6.1 Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo en el HDD y SSD.	102
4.6.2 Velocidad al iniciar el navegador Google Chrome en el HDD y SSD.	107

4.6.3 Velocidad al iniciar CorelDraw en el HDD y SSD.....	110
4.6.4 Resultados generales medida “Rendimiento”.	113
4.7 Medida “Resistencia”.	114
4.7.1 Prueba de tolerancia a múltiples tareas y procesos en el HDD y SSD.....	115
4.7.2 Prueba tolerancia a caídas en el HDD y SSD.	118
4.7.3 Resultados generales medida “Resistencia”	120
4.8 Comparación general de las 5 medidas realizadas al HDD y SSD.....	121
Conclusiones.	123
Recomendaciones de adquisiciones de un HDD o SSD.	124
Trabajos Futuros.....	125
Bibliografía.....	126

Índice de Figuras

Figura 1 Computadora utilizada para las pruebas Hp COMPAQ Pro 6300 Sff.	54
Figura 2 SSD ADATA SU650.	55
Figura 3 HDD Western Digital WD1600AVVS.	56
Figura 4 Estado del HDD con el software CrystalDiskInfo.	59
Figura 5 Estado del SSD con el software CrystalDiskInfo.	60
Figura 6 Estado del HDD con el software Hard Disk Sentinel.	63
Figura 7 Estado de SSD con el software Hard Disk Sentinel.	64
Figura 8 Estado del HDD con el software HD Tune.	67
Figura 9 Estado del SSD con el software HD Tune.	68
Figura 10 Archivo ISO CentOS de 4.27 GB.	72
Figura 11 Archivo de música de 20 GB.	73
Figura 12 Archivo de películas de 52.1 GB.	74
Figura 13 HDD secundario Western Digital WD3200AAJS.	75
Figura 14 SSD secundario Kingston A400.	76
Figura 15 Características, estado y capacidad del HDD secundario.	77
Figura 16 Características, estado y capacidad del SSD secundario.	78
Figura 17 Tiempo realizado y tasa de transferencia del HDD primario con el archivo de 4.27GB. .	79
Figura 18 Tiempo realizado y tasa de transferencia del SSD primario con el archivo de 4.27GB. ..	80
Figura 19 Tiempo realizado y tasa de transferencia del HDD primario con el archivo de 20 GB. ...	81
Figura 20 Tiempo realizado y tasa de transferencia del SSD primario con el archivo de 20 GB.	82
Figura 21 Tiempo realizado y tasa de transferencia del HDD primario con el archivo de 52.1 GB. 83	
Figura 22 Tiempo realizado y tasa de transferencia del SSD primario con el archivo de 52.1 GB. .	84
Figura 23 Velocidad de lectura y escritura del HDD obtenida con el software CrystalDiskMark.	89
Figura 24 Velocidad de lectura y escritura del SSD obtenida con el software CrystalDiskMark.	90
Figura 25 Velocidad de lectura y escritura del HDD con el software IsMyHdOK.	93
Figura 26 Velocidad de lectura y escritura del SSD con el software IsMyHdOK.	94
Figura 27 Velocidad de lectura y escritura del HDD con el software Parkdale.	97
Figura 28 Velocidad de lectura y escritura del SSD con el software Parkdale.	98
Figura 29 Inicio del sistema operativo en el HDD.	102
Figura 30 Inicio del sistema operativo en el SSD.	103
Figura 31 Apagado del sistema operativo en el HDD.	104
Figura 32 Apagado del sistema operativo en el SSD.	105
Figura 33 Tiempo que tardo Windows en abrir el navegador Google Chrome en el HDD.	107
Figura 34 Tiempo que tardo Windows en abrir el navegador Google Chrome en el SSD.	108
Figura 35 Tiempo que tardo Windows en abrir el programa CorelDraw en el HDD.	110
Figura 36 Tiempo que tardo Windows en abrir el programa CorelDraw en el SSD.	111
Figura 37 Prueba de tolerancia a múltiples procesos en el HDD.	115
Figura 38 Prueba de tolerancia a múltiples tareas y procesos en el SSD.	116
Figura 39 Comprobación del estado del HDD.	118
Figura 40 Comprobación del SSD después de la caída.	119

Índice de Tablas

Tabla 1 Medidas y estructura de las pruebas.	7
Tabla 2 Descripción de los artículos utilizados en el estado del arte.	50
Tabla 3 Estructura de las pruebas.	52
Tabla 4 Comparación de los resultados de la prueba “Estado de la unidad” con el software CrystalDiskInfo.	61
Tabla 5 Comparación de los resultados de la prueba “Estado de la unidad”, obtenidos con el software Hard Disk Sentinel.	65
Tabla 6 Comparación de los resultados de la prueba “Estado de la unidad”, obtenidos con el software HD Tune.	69
Tabla 7 Comparación general de los resultados obtenidos en la prueba “Transferencia de datos”.	85
Tabla 8 Comparación de los resultados de la prueba “Velocidad de lectura y escritura” del HDD y SSD con el software CrystalDiskMark.	91
Tabla 9 Comparación de los resultados de la prueba” Velocidad de lectura y escritura” del HDD y SSD con el software ISMYHDOK.....	95
Tabla 10 Comparación de los resultados de la prueba “Velocidad de lectura y escritura”, del HDD y SSD con el software Parkdale.....	99
Tabla 11 Comparación y resultados de la prueba “Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo”, del HDD y SSD.....	106
Tabla 12 Comparativa y resultados sobre el tiempo que tarda Windows en abrir el navegador Google Chrome en el HDD y SSD.	109
Tabla 13 Comparativa sobre el tiempo que tarda Windows en abrir el programa CorelDraw en el HDD y SSD.....	112
Tabla 14 Comparativa y resultados obtenidos en la prueba de tolerancia a múltiples procesos en el HDD y SSD.....	117
Tabla 15 Comparación sobre la prueba tolerancia a caídas.	120
Tabla 16 Comparación general de las pruebas realizadas al HDD y SSD.....	121

Índice de Graficas

Gráfica 1 Comparativa No. de veces que se encendió el HDD y SSD obtenido con el software CrystalDiskInfo.	61
Gráfica 2 Comparativa del tiempo de uso de las unidades obtenido con el software Hard Disk Sentinel.....	65
Gráfica 3 Comparativa de la temperatura de las unidades con el software HD Tune.....	69
Gráfica 4 Comparativa de la velocidad de transferencia entre el HDD y SSD.	85
Gráfica 5 Comparativa de la velocidad de lectura y escritura secuencial del HDD y SSD con el software CrystalDiskMark.....	91
Gráfica 6 Comparativa de la velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software IsMyHdOK.	95
Gráfica 7 Comparativa de la velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software Parkdale.	99
Gráfica 8 Comparativa del tiempo de inicio y apagado del sistema operativo en el HDD y SSD. .	106
Gráfica 9 Comparativa sobre el tiempo de inicio del Navegador Google Chrome en el HDD y SSD.	109
Gráfica 10 Comparativa sobre el tiempo de inicio del programa CorelDraw en el HDD y SSD.	112
Gráfica 11 Comparativa sobre la tolerancia a múltiples procesos en el HDD y SSD.....	117



CAPÍTULO 1

Introducción

En este capítulo se abordarán los siguientes temas de la investigación: antecedentes, descripción del problema, justificación, hipótesis, alcances, limitaciones, objetivo general, objetivos específicos y la metodología utilizada para el desarrollo del presente del trabajo.

1.1 Antecedentes

La información es todo aquello que tiene un significado para nosotros, esta se representa en los sistemas de información utilizando el sistema de numeración binario, que está compuesto únicamente de ceros y unos (Aceituno, 2006).

Almacenar la información es uno de los aspectos más importantes de la informática, casi desde sus inicios. Este almacenamiento permite su posterior recuperación para consultar o para seguir agregando datos, ya sea a un documento de texto, una platilla de cálculo o una base de datos, etc. Existen varias clases de medios de almacenamiento en una computadora y estos se pueden clasificar según: su ubicación, método de funcionamiento, material del soporte o interfaz (Richarte, 2014).

Se le denomina unidad, al conjunto de componentes electrónicos y mecánicos que hacen posible el almacenamiento y recuperación de los datos en el HDD (Rodríguez, 2007).

El HDD es un elemento de almacenamiento de información no volátil, es decir, que guarda largo tiempo los datos almacenados, aunque se retire el suministro de energía eléctrica, contiene en su interior una pila de discos, llamados platos, quienes almacenan la información magnéticamente (Rodríguez, 2007).

La evolución de las tecnologías aplicadas a los HDD son muchas, tanto en su interior como en su interfaz, estas apuntan a optimizar aspectos como la velocidad de giro de los platos, la transferencia de información, la reducción del tamaño, así como la reducción del calor y del ruido generado, al igual que el incremento en la densidad del almacenamiento (Richarte, 2014).

Los SSD, por otra parte son la mayor revolución en materia de almacenamiento fijo, y tuvo lugar a principios del siglo XXI, cuyo principio de funcionamiento no se basa en un disco giratorio con superficie magnética y cabezales, sino que

almacena la información en celdas de memoria, de forma similar a un USB o a una tarjeta flash de las usadas en cámaras digitales o celulares, pero de una capacidad y velocidad de transferencia mayor (Richarte, 2014).

1.2 Planteamiento del Problema

La unidad de almacenamiento, es uno de los componentes clave para el funcionamiento de la computadora, ya que en ella reside la capacidad para almacenar gran cantidad de información, que va desde el sistema operativo, programas, hasta la información que el usuario utiliza como lo es: documentos, fotos, música, videos, tareas escolares, juegos, etc. (Richarte, 2014).

La información es uno de los elementos más importante de las unidades de almacenamiento de la computadora.

Al hablar de unidades de almacenamiento, uno de los errores más comunes y reiterados que tienen los usuarios es llamar “disco duro SSD” a los SSD, ya que estas no tienen discos en su interior y por sus siglas quiere decir Solid State Drive, que en español es, unidad de estado sólido (Usera J. , 2018).

El elegir una nueva unidad de almacenamiento para la computadora no es una tarea demasiado complicada, pero entre los usuarios con poco conocimiento en informática, sigue habiendo dudas con respecto a este tema, ya que el almacenamiento es uno de los puntos primordiales para el funcionamiento del equipo y que repercute en el desempeño del mismo.

Algunas de las problemáticas más comunes a las que se enfrentan los usuarios cuando van adquirir una nueva unidad o al renovarla son:

La marca y el precio de las unidades de almacenamiento.

Al haber un extenso catálogo de marcas en el mercado, el problema al cual se enfrenta el usuario es, elegir la unidad que más se adapte a sus necesidades con

respecto a la calidad y al precio de las mismas, puesto que, las unidades cambian en sus especificaciones, lo cual para el usuario resulta ser una decisión difícil la elección de una unidad en específico.

Algunas de las marcas más reconocidas en cuanto a la venta de unidades de almacenamiento interno para computadora son: Kingston, Western Digital, Seagate, Toshiba, Adata, Samsung, Crucial (Expósito, 2019).

La capacidad de las unidades de almacenamiento.

El inconveniente que se tiene con la capacidad en las unidades de almacenamiento, radica en la cantidad de datos que el usuario puede almacenar en ellos, al elegir la capacidad errónea el usuario se ve limitado en cuanto a la información y programas que se pueden almacenar e instalar en el equipo. Haciendo que para él sea tediosa la administración periódica del almacenamiento de la unidad, para poder seguir guardando información sin inconveniente alguno.

La velocidad y buffer de las unidades de almacenamiento.

La desventaja de velocidad entre las distintas unidades de almacenamiento interno que hay en el mercado, se ve reflejada en el desempeño y el tiempo de respuesta de la unidad, por ejemplo: cuando se guarda o se accede a los datos, en la ejecución inicial de los programas, así mismo cuando se enciende la computadora o cuando el usuario transfiere datos.

Otro problema respecto a la velocidad de las unidades, es el buffer, ya que, al contar con una memoria cache limitada, el número de aplicaciones a las que se puede tener acceso rápidamente, se ve reducido, porque la cantidad de información que se almacena en reserva es menor (Arteaga, 2018).

Tamaño y grosor de las unidades de almacenamiento.

La poca experiencia e información del usuario sobre el tamaño y el grosor de las unidades de almacenamiento es un problema para él, ya que, al no estar

familiarizado con las medidas existentes, el usuario podría terminar realizando una mala compra, si la unidad no es del tamaño adecuado para su equipo, lo que sería un gasto innecesario, al no poder ser utilizada la unidad.

La durabilidad de las unidades con respecto a las caídas, golpes y movimientos del equipo.

La principal consecuencia de los golpes, caídas y movimientos tanto leves como bruscos con el equipo en funcionamiento o apagado, es que afecta el tiempo de vida útil de la unidad de almacenamiento, en el mejor de los casos el usuario solo podría perder una parte de su información y en casos extremos podría quedar inservible la unidad, esto va de la mano con el poco o nulo cuidado que se le tiene a las unidades de almacenamiento.

Hasta este 2019 no existe un estudio comparativo que demuestre las ventajas y desventajas de las unidades de almacenamiento: HDD y SSD, el cual sirva de apoyo e informe al usuario en la elección correcta de la unidad de almacenamiento adecuado para él, acorde a sus necesidades y el cual aumente el desempeño de la computadora, que se reflejara en la rapidez y eficiencia con las que el usuario realiza sus tareas informáticas.

1.3 Justificación

La presente investigación se enfocará, en la comparación de las unidades de almacenamiento: HDD y SSD, ya que entre los usuarios con pocos conocimientos en informática aún existen dudas con respecto al tema y cual unidad se adapta mejor a sus necesidades.

Entre los beneficios que aportará la investigación se encuentran, brindar los conocimientos necesarios al usuario sobre el HDD y el SSD, cuál es su función, así como las ventajas y desventajas que cada uno posee, de tal manera que con los conocimientos adquiridos el usuario pueda elegir y comprar la mejor unidad dependiendo de sus necesidades y que se verá reflejado en el rendimiento y el desempeño de la computadora, haciendo que el usuario realice de manera más eficiente y en un menor tiempo sus tareas informáticas.

El realizar pruebas y comparar las unidades de almacenamiento, ayudará a explicar de una manera descriptiva a los usuarios, las ventajas y desventajas que poseen los HDD y los SSD.

Para poder realizar una comparación adecuada entre ambas unidades, se establecieron 5 medidas las cuales tienen un total de 14 pruebas, con esto se pretende explicar de manera sencilla y estructurada las ventajas y desventajas con las que cuenta cada unidad.

Medidas utilizadas.

En la tabla siguiente se muestra la estructura de las medidas utilizadas, así como el tipo de prueba que se realizará en cada una de ellas.

Medida	Prueba
1. Tiempo de vida.	Prueba de “Estado de la unidad”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Software CrystalDiskInfo. 2. Software Hard Disk sentinel. 3. Software HD Tune.
2. Transferencia de datos.	Prueba de “Tiempo de transferencia de archivos”. <ol style="list-style-type: none"> 1. 4.27 GB. 2. 20.0 GB. 3. 52.1 GB.
3. Velocidad de lectura y escritura.	Prueba de “Velocidad de lectura y escritura”. <ol style="list-style-type: none"> 1. CrystalDiskMark. 2. IsMyHdOK. 3. Parkdale.
4. Rendimiento.	Prueba de “Rendimiento”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo. 2. Tiempo de inicio del navegador Google Chrome. 3. Tiempo de inicio del programa CorelDraw.
5. Resistencia.	Prueba de “Resistencia”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Tolerancia a múltiples procesos. 2. Tolerancia a caídas.

Tabla 1 Medidas y estructura de las pruebas.

1.4 Hipótesis

Con un estudio comparativo que demuestre las ventajas y desventajas que poseen el HDD y el SSD, se podrá realizar una mejor elección de la unidad de almacenamiento adecuada para el usuario, aumentando el desempeño de la computadora y la eficiencia con la que realiza sus tareas informáticas.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

El presente trabajo demostrara las ventajas y desventajas de las unidades de almacenamiento: HDD y SSD, el cuál le aporte la información necesaria al usuario para una adecuada decisión al adquirir una unidad de almacenamiento.

Para la comparación de las unidades de almacenamiento en este estudio comparativo se establecieron 5 medidas las cuales tiene un total de 14 pruebas que serán aplicadas en ambas unidades.

1.5.2 Limitaciones

Debido a que existe un número extenso de modelos y marcas de unidades de almacenamiento, se usaran solo 2 unidades para las pruebas, el HDD Western Digital WD1600AVVS de 160 GB y el SSD ADATA SU650 de 120 GB.

En la medida 5 de resistencia, la prueba de “tolerancia a caídas” únicamente se realizará una vez en cada unidad.

1.6 Objetivo general y objetivos específicos

1.6.1 Objetivo General

Realizar un estudio comparativo que demuestre las ventajas y desventajas que tiene el HDD y SSD, el cual sirva de apoyo y brinde la información adecuada al usuario en la elección correcta de la unidad de almacenamiento para él, aumentando el rendimiento de la computadora y el tiempo en el que realiza el usuario sus tareas informáticas.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Realizar prueba para determinar el tiempo de vida que tienen las unidades, con la ayuda de software especializado, que informe de manera precisa el uso y el tiempo de vida aproximando que tienen las unidades.
2. Realizar prueba de transferencia de datos, la cual informe el tiempo que se tardan las unidades en transferir los archivos de 4.27 GB, 20 GB y 52.1 GB.
3. Realizar prueba de lectura y escritura, con la finalidad de obtener la información sobre la velocidad de lectura y escritura que ambas unidades tienen, con pruebas de acceso secuencial y aleatorio de datos, con la ayuda de software especializado.
4. Realizar prueba de rendimiento, la cual determine cuál es tiempo que cada unidad tarda en el arranque y apagado del sistema operativo así mismo el tiempo que se tardan en iniciar los programas CorelDraw y el navegador Google Chrome.
5. Realizar prueba de resistencia, para determinar el grado de tolerancia a múltiples procesos y a caídas.
6. Realizar la comparación del HDD y SDD con los resultados obtenidos en las pruebas anteriormente mencionadas.

1.7 Metodología

Para la realización de este trabajo se utilizará la metodología clásica que consta de cinco etapas las cuales son: análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento.

Análisis

Etapa en la cual se recopilarán las características de las unidades de almacenamiento: modelo, capacidad, marca, tamaño, vida útil, tiempo de encendido, espacio utilizado, etc.

Diseño

Etapa en la cual se planificarán las pruebas que serán implementadas en el HDD y SSD, las cuales constarán de 5 medidas y 14 pruebas: medida tiempo de vida, medida transferencia de datos, medida de velocidad de lectura y escritura, medida de rendimiento y la medida de resistencia.

Pruebas

Se llevará a cabo la ejecución de las pruebas establecidas en la etapa de diseño.

Implementación

En esta etapa se llevará a cabo la comparación de las unidades de almacenamiento con respecto a las pruebas ya realizadas.

Mantenimiento

Brindar alternativas que permitan aprovechar el máximo rendimiento de las unidades de almacenamiento.



CAPÍTULO 2

Marco Teórico

El marco teórico, que se desarrolla a continuación, permite conocer los conceptos necesarios para el entendimiento del desarrollo de esta investigación.

Se partirá de la definición sobre los tipos de interfaces que se usan en el HDD y SSD, con el fin de comprender la diferencia entre cada una de ellas.

Posteriormente se describirá los tipos de memoria que utiliza la computadora, y que función tiene cada una.

Por último, se definirá los tipos de memoria NAND que existen para los SSD.

Con este marco teórico se podrá comprender el desarrollo de la investigación que se detalla más adelante.

2.1 IDE

IDE (Integrated Drive Electronics), es una interfaz electrónica estándar utilizada entre las rutas de datos o el bus de la placa base de la computadora y los dispositivos de almacenamiento de la computadora. La interfaz IDE se basa en el estándar de bus de 16 bits de la Arquitectura estándar de la industria de IBM PC (ISA), pero también se usa en computadoras que usan otros estándares de bus. IDE fue adoptado como estándar por el American National Standards Institute (ANSI) en noviembre de 1990 (Rouse M. , 2015).

Abreviatura de Integrated Drive Electronics, IDE se conoce más comúnmente como ATA o PATA (paralelo ATA). Es una interfaz estándar para computadoras IBM que fue desarrollada por primera vez por Western Digital y Compaq en 1986 para HDD compatibles y unidades de CD o DVD (Hope, 2017).

Es una interfaz estandarizada usada en los HDD y placa base para la conexión y uso del mismo con la computadora.

2.2 SATA

Serial ATA (Serial Advanced Technology Attachment o SATA) es un estándar para conectar y transferir datos desde unidades HDD a sistemas informáticos. Como su nombre lo indica, SATA se basa en la tecnología de señalización en serie, a diferencia de los HDD de Integrated Drive Electronics (IDE) que usan señalización en paralelo. SATA tiene varias ventajas sobre los HDD Parallel ATA (PATA) desarrollados en los años 80 (Rouse M. , 2016).

SATA abreviatura de Serial ATA (que significa Serial Advanced Technology Attachment), es un estándar IDE lanzado por primera vez en 2001 para conectar dispositivos como unidades ópticas y HDD a la placa base. El término SATA generalmente se refiere a los tipos de cables y conexiones que siguen este estándar. Serial ATA reemplaza al Parallel ATA como el estándar IDE elegido para conectar dispositivos de almacenamiento dentro de una computadora. Los

dispositivos de almacenamiento SATA pueden transmitir datos hacia y desde el resto de la computadora mucho más rápido que un dispositivo PATA (Fisher T. , 2019).

Es la interfaz que tienen las placas base actuales, así como en los HDD y SSD, sirve para la interacción de estos dos componentes en la computadora y para transferir datos, usar programas, guardar información, etc., es la evolución del IDE.

2.3 SCSI

SCSI es el acrónimo de Small Computers System Interface, que es un estándar usado para definir la conexión de dispositivos a las placas base de la computadora. Este estándar está pensado sobre todo para ser usado en grandes servidores. SCSI surge debido a la necesidad de conectar varios HDD a un mismo equipo. La tecnología RAID que trata de conseguir tanto mayores velocidades como más resistencia a fallos simplemente añadiendo más unidades (Sanchez, 2014).

Small Computer System Interface (SCSI), es un tipo de conexión popular para el almacenamiento y otros dispositivos en una PC. El término se refiere a los cables y puertos utilizados para conectar ciertos tipos de HDD, unidades ópticas, escáneres y otros dispositivos periféricos a una computadora. El estándar SCSI ya no es común en los dispositivos de hardware de consumo, pero aun así encontrará SCSI en algunos entornos de servidores empresariales y empresariales. Las versiones más recientes de SCSI incluyen USB SCSI (UAS) y Serial Attached SCSI (SAS) (Fisher T. , 2019).

Es un tipo de interfaz para conectar el HDD a la placa base, es usado comúnmente en el entorno empresarial, para conectar varios HDD a una sola computadora.

2.4 Memoria no volátil

La memoria no volátil mantiene el estado sin necesidad de corriente eléctrica (Albert & Gerard, 2011).

Las memorias 'flash' no volátiles, son componentes clave de los circuitos integrados porque retienen sus datos cuando se interrumpe la alimentación (Lankhorst, 2005).

Es un tipo de memoria que no necesita de energía para mantener guardada la información en ella.

2.5 Memoria NAND Flash

NAND es la descripción tecnológica de la estructura de puerta que se usa para crear una forma de memoria flash que se pueda borrar y reprogramar de forma eléctrica. Es no volátil, lo que significa que la información almacenada en el chip no se pierde si no hay energía (Seagate, 2010).

La memoria NAND es un tipo de memoria Flash, hace referencia al tipo de puerta lógica booleana que emplea en su interior. Cuando se comenzó a fabricar, este tipo de memoria podía ser de tipo NOR o NAND, según el tipo de transistor que se empleará en su construcción. Y, aunque las puertas NOR presentaban ciertas ventajas, la memoria fabricada con transistores NAND era más fácil de producir, más barata y con densidades mayores, así que ese es el tipo de memoria Flash que empleamos (Usera D. , 2018).

Es un tipo de memoria utilizada en los SSD para el almacenamiento de la información.

2.6 DRAM

La memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), es un tipo de memoria de acceso aleatorio que almacena cada bit de datos en un condensador independiente dentro de un circuito integrado (Seagate, 2010).

Llamada Dynamic RAM, es más lenta que la SRAM, pero con una capacidad de integración mucho más elevada, permite obtener más capacidad en menos espacio, La memoria DRAM se utiliza en la construcción de la memoria principal de la computadora (Albert & Gerard, 2011).

Es un tipo de memoria RAM volátil, donde la información almacenada se pierde si se interrumpe la alimentación eléctrica.

2.7 SRAM

La memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), implementa cada celda de memoria utilizando un flip flop (dispositivos de dos estados) básico para almacenar un bit de información, y mantiene la información mientras el circuito de memoria recibe alimentación eléctrica. Para implementar cada celda de memoria son necesarios varios transistores, típicamente seis, por lo que la memoria tiene una capacidad de integración limitada y su coste es elevado en relación con otros tipos de memoria RAM, como la DRAM; sin embargo, es el tipo de memoria RAM más rápido. La memoria SRAM se utiliza en la construcción de los registros del procesador y en la memoria caché (Albert & Gerard, 2011).

RAM estática (SRAM), es un chip de memoria que es más rápido y usa menos energía que la DRAM, La SRAM es volátil, conserva los valores de los datos sin recargar las celdas (Taylor, 2018).

Es un tipo de tecnología de memoria RAM, capaz de mantener los datos mientras siga conectada y sin necesidad de un circuito de refresco.

2.8 RAM

La memoria RAM (Random Access Memory), es un componente del ordenador en el que se almacenan los datos de los programas que se están empleando en ese momento. Como tal, su principal característica es que permite el acceso, lectura y o escritura de esos datos desde cualquiera de las direcciones de los chips de memoria (Usera D. , 2018).

La memoria de acceso aleatorio (RAM), es un dispositivo semiconductor colocado en un procesador que almacena variables para los cálculos de la CPU. RAM proporciona ubicaciones de memoria para los datos solicitados (registros). La CPU recibe una instrucción de lectura de datos con la dirección o ubicación de la memoria de los datos. La CPU envía la dirección al controlador RAM (Taylor, 2018).

Es la memoria principal de la computadora, donde residen programas y datos de manera temporal, sobre la que se pueden efectuar operaciones de lectura y escritura.

2.9 PCIE

El PCI Express, abreviado PCI-E o PCIe, es la última evolución del bus PCI clásico, y permite añadir tarjetas de expansión al ordenador. Es un puerto serie local, a diferencia del PCI, que es paralelo, fue desarrollado por Intel, que lo introdujo por primera vez en 2004, en el chipset 915P. Podemos encontrar buses PCI Express en varias versiones; hay versiones 1, 2, 4, 8, 12, 16 y 32 carriles. Por ejemplo, la velocidad de transferencia de un sistema PCI Express con 8 carriles (x8) es de 2 GB/s (250 x8). El PCI Express permite velocidades de datos de 250 MB/s a 8 GB/s en la versión 1.1. La versión 3.0 permite 1 GB/s (985 MB en realidad) por carril mientras que la 2.0 solo 500 MB/s (Navas, 2018).

PCI-Express es la evolución del bus PCI, es una reformulación radicalmente distinta de este, aunque mantiene totalmente la compatibilidad software. PCI-

Express es un bus, además de ser una red de comunicaciones de alta velocidad en distancias cortas y con baja latencia sirve para interconectar dispositivos y tarjetas entre sí (Valcarce, 2018).

Es la interfaz que está integrada en la placa base y sirve para la conexión de dispositivos periféricos, diseñada para ofrecer un mayor rendimiento y ancho de banda.

2.10 SLC

La NAND SLC, se llama así por su bit único que puede estar activado o desactivado cuando está cargada. Este tipo de NAND tiene la ventaja de ser el más preciso al leer y escribir datos, también tiene la ventaja de durar los ciclos más largos de lectura y escritura de datos. Se espera que el ciclo de vida de lectura / escritura del programa sea entre 90,000 y 100,000. Este tipo de NAND ha funcionado excepcionalmente bien en el mercado empresarial debido a su vida útil, precisión y rendimiento general (Gomar, 2018).

Memoria SLC (Single Layer Cell), este tipo de memoria NAND Flash es la más antigua del mercado. Cada una de las celdas de memoria es capaz de almacenar tan solo un bit de información (ya sea un 1 o un 0). Por tanto, es la que menos desgaste tiene de todos los tipos de memoria y la más rápida a la hora de acceder y grabar datos en su interior, pero también es la que requiere mayor cantidad de espacio físico en el PCB de la unidad para almacenar una cantidad apreciable de datos (Usera J. D., 2018).

Es un tipo de memoria NAND para SSD, es la primera que se fabricó, y solo puede almacenar un bit de información en cada celda, sufre menos desgaste que los otros tipos de NAND, y es muy buena para el mercado empresarial.

2.11 MLC

MLC como su nombre sugiere almacena múltiples bits de datos en una celda. La gran ventaja de esto es el menor coste de fabricación en comparación con la fabricación de memoria NAND SLC. El menor coste en la producción flash generalmente se transfiere al consumidor, y por esa razón es muy popular entre muchas marcas. La NAND MLC es preferida para los SSD del consumidor por sus costes más bajos, pero la vida de lectura / escritura de los datos es menor en comparación con SLC (Gomar, 2018).

Memoria MLC (Multi Layer Cell), este tipo de memoria NAND Flash es la que comenzó a popularizar los primeros SSD entre los usuarios porque su precio era inferior al de los SSD que empleaban memoria SLC. Esta NAND es capaz de almacenar dos bits de información en cada celda, lo cual implica que el espacio físico para almacenamiento en el SSD aumentó bastante, pero, a la par, disminuyó la resistencia de las células también bastante (Usera J. D., 2018).

Es un tipo de memoria NAND Flash que almacena dos bits de información en su celda, lo cual aumenta el espacio físico para almacenar datos, pero al igual reduce la resistencia de las celdas del SSD.

2.12 TLC

TLC (triple nivel de celdas), Este tipo de memoria almacena 3 bits por celda, TLC es una forma muy barata de fabricar NAND. La mayor desventaja de este tipo de flash es que solo es adecuado para el uso del consumidor y no podría cumplir con los estándares para uso industrial. Los ciclos de vida de lectura / escritura son considerablemente más cortos, de 3,000 a 5,000 ciclos por celda (Gomar, 2018).

Memoria TLC (Triple Level Cell), este tipo de memoria NAND Flash tiene un rendimiento bastante inferior a las demás y el número de ciclos de escritura que toleran las celdas se ve fuertemente reducido por el hecho de que cada célula es capaz de almacenar hasta tres bits de información en su interior. Lo bueno que

admite este tipo de memoria NAND es que la cantidad de espacio disponible para el almacenamiento también aumenta de la misma manera, consiguiendo un abaratamiento de la relación Gb/costo (Usera J. D., 2018).

Es un tipo de memoria flash NAND, es más lenta y económica que la SLC, pero almacena tres bits por celda.

2.13 QLC

Este tipo de memoria da un nuevo paso al almacenar cuatro bits por celda, lo que la convierte en la memoria de mayor densidad de almacenamiento, y la que permite fabricar los SSD más económicos. La desventaja es que su vida útil es aún más corta que la de TLC. Este tipo de memoria es muy reciente, por lo que apenas hay dispositivos que la usen (Gomar, 2018).

Memoria 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. 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 tener este tipo de NAND Flash pueda soportar hasta los 300 Terabytes escritos antes de que empiece a tener problemas (Usera J. D., 2018).

Esta memoria es una evolución de la memoria TLC, almacena cuatro bits por celda, es una memoria de mayor almacenamiento, pero a su vez la vida útil es más corta que la de la TLC.

2.14 Firmware

El concepto de firmware fue utilizado por primera vez en el año 1967, en un artículo que Rudy Meléndez publicó en la revista Datamation. El firmware forma parte del hardware, ya que se encuentra integrado a la electrónica, pero también es considerado parte del software, al estar desarrollado bajo un lenguaje de

programación. Se podría decir que funciona como el nexo entre las instrucciones que llegan al dispositivo desde el exterior y sus diversas partes electrónicas. Cualquier firmware debe cumplir tres funciones claras. En primer lugar, otorgar al sistema las rutinas fundamentales de funcionamiento y respuesta con respecto a las peticiones usuales que recibe y debe satisfacer al usuario. En la actualidad podemos encontrar firmware en multitud de dispositivos, como impresoras, monitores o periféricos. Incluso, el propio BIOS de un ordenador es considerado firmware, ya que es el encargado de activar las distintas instrucciones para que se encienda, así como ejecutar los mandos para el inicio del sistema operativo (Muñoz, 2016).

Más conocido como el “software para el hardware”, cuando hacemos referencia al firmware, hablamos de un programa que viene incrustado en determinados dispositivos como podría ser un teclado, un HDD o una tarjeta gráfica y que ha sido diseñado para dar instrucciones permanentes y así comunicarse con otros dispositivos en un mismo sistema. De este modo los equipos con los que trabajamos habitualmente podrán llevar a cabo funciones tales como las tareas básicas de entrada / salida. De hecho, el firmware, al igual que los controladores, tiene una función similar pero que difiere en la manera en la que se almacena en el producto hardware, ya que los controladores están instalados dentro del sistema operativo, no en el dispositivo. Por otro lado, el software del que hablamos en este caso puede arrancar por sí solo y realizar alguna tarea para la que está programado o diseñado, mientras que los habituales controladores deben ser ejecutados por el sistema operativo (Onieva, 2017).

El firmware es un pequeño programa que hace que un dispositivo funcione tal y como el fabricante lo ha diseñado. De hecho, sin el firmware, la mayoría de los equipos electrónicos no funcionarían.



CAPÍTULO 3

Estado del Arte

En este capítulo se realiza una revisión de aquellos trabajos que por tener un fin similar al de esta tesis, pudieran servir como base de discusión para desarrollar una solución al problema a resolver. Algunas de las características que se revisaron de dichos trabajos son las que los autores mencionan respecto a las unidades de almacenamiento para computadora, así como todo lo relacionado con las características, funcionamiento de los HDD y los SSD.

3.1 Análisis de fallas que por efecto de la corrosión atmosférica se presentan en el HDD.

Contreras (Contreras, 2008) define al HDD como el dispositivo de almacenamiento principal de la computadora y por su fabricación a base de una capa rígida de aluminio y fijo por su situación en el ordenador de manera permanente, son dispositivos capaces de almacenar información digital durante largos períodos de tiempo sin necesidad de recibir energía. Dicha información es grabada en una superficie magnética que posteriormente puede ser leída o reescrita.

Así mismo, Contreras menciona que los HDD son componentes electromecánicos ya que tienen un carácter mecánico y electrónico al mismo tiempo que permite el almacenamiento y recuperación de grandes cantidades de información. Los HDD pertenecen y son el principal elemento de la memoria secundaria de una computadora.

El HDD está constituido por un plato de material rígido, habitualmente aluminio, revestido por ambas caras de una emulsión ferromagnética, denominada sustrato y se encuentra dentro de un recinto sellado, el cual nunca deja de girar, aunque no se realicen accesos de lectura o escritura, ya que, desde que inicia su giro hasta que se estabiliza su velocidad transcurre un tiempo prohibitivo para el acceso en línea. Se dividen en círculos concéntricos que empiezan en la parte exterior del plato (primer cilindro) y terminan en la parte interior (último). Así mismo estos cilindros se dividen en sectores, cuyo número está determinado por el tipo de disco y su formato, siendo todos ellos de un tamaño fijo en cualquier plato. Los cilindros como sectores se identifican con una serie de números que se les asignan, empezando por el 1, pues el número 0 de cada cilindro se reserva para propósitos de identificación más que para almacenamiento de datos (Contreras, 2008).

3.2 Diferentes herramientas forenses en el SSD y HDD, sus diferencias e inconvenientes.

Reddy (Reddy, 2018) define que la computadora tiene diferentes espacios de almacenamiento o dispositivos entre los cuales el HDD tiene la mayor cantidad de espacio de memoria. Se considera como el espacio de almacenamiento principal y más grande en una computadora. Los datos más importantes se almacenan en HDD como lo es el sistema operativo, controladores, archivos relacionados con el sistema, etc. En la fabricación de HDD hay muchos competidores como lo son: Seagate, Western Digital, Samsung, Kingston, etc. Se presenta en diferentes tamaños y formas, algunos están montados dentro de CPU o Laptops y algunos pueden conectarse externamente. Los cables utilizados para conectar la placa base al HDD se identifican como dos tipos según la variante SATA y PATA (IDE).

Así mismo, Reddy menciona que los datos en el HDD se leen con un controlador de disco, este le indicará al HDD cómo realizar una operación, como leer un archivo, escribir en un archivo o acceder a la ubicación de un archivo. Una vez que se determina la tabla de localización de archivos de un HDD, el controlador del HDD le indicará al actuador que alinee la cabeza de lectura o escritura moviendo el brazo de lectura y escritura. Los archivos no se almacenan en ubicaciones de memoria secuenciales se encuentran dispersos en diferentes lugares del HDD, por lo que el actuador y el controlador ayudan a acceder a los archivos. Los datos se almacenan en HDD magnéticamente, lo que significa que se almacenan y luego se recuperan utilizando discos magnéticos y polaridades magnéticas.

Para Reddy (2018) el SSD es un dispositivo de almacenamiento que utiliza un ensamblaje de circuito integrado como una memoria para almacenar datos de forma persistente. Los SSD no tienen ningún componente mecánico en movimiento, utilizan un chip semiconductor, no medios magnéticos para almacenar datos y las partes más importantes del SSD son: el controlador y la memoria flash NAND. Estos componentes, junto con algunos otros, se colocan en

una PCB conocida como placa de circuito impreso que se aloja en una carcasa conocida como SSD (Reddy, 2018).

Reddy (Reddy, 2018) define que el controlador del SSD es un procesador integrado que une los componentes de la memoria flash con el host, es decir, la computadora. El controlador ejecuta los códigos proporcionados por el firmware del SSD, es decir, el mini sistema operativo para cumplir con las solicitudes de datos recibidas desde el host. El controlador decidirá cómo realizaría el SSD y las características que ofrece. Las funciones que realiza el controlador incluyen lectura, escritura, verificación de errores, borrado, recolección de basura, encriptación, nivelación de desgaste y exceso de aprovisionamiento.

Los SSD modernas utilizan una memoria flash NAND, que es un circuito integrado diseñado para almacenar información. Los SSD en el ámbito empresarial utilizan una celda NAND de una sola capa, es decir, una NAND de SLC, mientras que las unidades SSD de uso comercial utilizan una celda NAND de varias capas. El primero es rápido y duraría más que el segundo, sin embargo, es más caro (Reddy, 2018).

La memoria flash NAND no puede sobrescribir los datos existentes. Los datos antiguos deben borrarse antes de que los nuevos datos puedan escribirse en la misma ubicación. La ineficiencia en el borrado de datos es el tercer atributo de la memoria flash. En un SSD, las celdas de memoria se agrupan en una página, es decir, típicamente 4 kb cada una y las páginas se agrupan en bloques que son típicamente 512 kb cada una o 128 páginas. Los datos se pueden escribir página por página; sin embargo, solo se puede borrar bloque a bloque (Reddy, 2018).

3.3 SSD y HDD tomar la decisión correcta.

Retvedt (Retvedt, 2009) define en su trabajo que los HDD son dispositivos de almacenamiento que contienen uno o más discos giratorios hechos de un material magnético. Las secciones pequeñas de este material se manipulan en diferentes estados magnéticos, por lo que es posible el almacenamiento de datos. Los HDD han tenido una gran habilidad para escalar la capacidad, y continúa haciéndolo hoy en día. La rotación de discos magnéticos es sin duda la tecnología de almacenamiento en disco más utilizada aún, pero los HDD hoy en día se consideran muy maduros y han visto muchas mejoras importantes.

Así mismo, Retvedt menciona que un SSD es un medio de almacenamiento formado por varios bancos de memoria Flash, combinado para proporcionar una manera perfecta de almacenar datos de manera similar a los HDD. Los SSD proporcionan las mismas interfaces físicas, así como las interfaces de comando que los HDD convencionales. Esto significa que es posible cambiar de un HDD a un SSD sin tener que actualizar componentes de hardware adicionales o realizar modificaciones en el sistema operativo (Retvedt, 2009).

3.4 Recuperación de información en el HDD a nivel físico y lógico para su análisis forense informático.

Pérez (Pérez, 2011) define que un HDD es un dispositivo electromecánico de almacenamiento no volátil el cual posee la característica de almacenar información por un largo período, aun cuando no tenga suministro de energía. Sus componentes se dividen en 3 categorías: mecánicos (Spindle Motor, Mecanismo Head Actuator), electrónicos (Tarjeta Impresa de Circuitos “PCB”, CI preamplificador) y magnéticos (Platos, Cabezas de Lectura / Escritura). Todos ellos contenidos en 2 partes principales: Head Disk Assembly (HDA) y Printed Circuit Board (PCB).

Así mismo, Pérez menciona que la información del HDD es almacenada en platos circulares recubiertos de un material magnético comúnmente llamado media, dichos platos están montados sobre un motor que funciona como eje central, que los hace girar al mismo tiempo. La lectura y escritura de la información se realiza mediante una cabeza de lectura y otra de escritura, que están montadas en un pequeño elemento llamado slider el cual existe por cada cara del plato y éstos, a su vez, están montados sobre unos soportes llamados suspensiones, los cuales a su vez están montados sobre pequeños brazos conformando el head stack.

El HDA es la estructura básica del HDD y se compone de un case base y de la cubierta, que ayuda a mantener en niveles bajos la contaminación que se origina debido a partículas como polvo o humo. Esto se logra con el reflujo de aire a través de un filtro. La PCB contiene a los elementos electrónicos que hacen funcionar al HDD, y se pueden categorizar de acuerdo a su función, para leer / escribir, se les conoce como “canales electrónicos”, para controlar la rotación de los platos y el posicionamiento de las cabezas de lectura / escritura, se les conoce como “canales Servo”, para controlar las operaciones de lectura / escritura de datos, transferencia de datos entre el HDD y el host, es el “control del disco”, para funcionar como interface con el sistema host (Pérez, 2011).

3.5 Implementación del SSD para sistemas empresariales.

Fuček (Fuček, 2014) define que los SSD actuales contienen numerosos componentes para mejorar el rendimiento, la confiabilidad, la estabilidad y la seguridad. Sin embargo, cada SSD en su núcleo solo requiere de cuatro componentes principales, estos componentes son una matriz de chips flash NAND que almacenan datos reales, un controlador que maneja las solicitudes y envía o extrae datos del chip NAND. Luego hay una interfaz de comunicación y una placa de circuito impreso (PCB) donde estos componentes se sueldan juntos.

Así mismo, Fuček menciona que los SSD han adoptado todas las interfaces que un HDD personal y empresarial tradicional han utilizado, para garantizar la compatibilidad y la integración exitosa de SSD a todas las soluciones del sistema. Todas las Interfaces estándar convencionales como lo son SATA, SATA II, SATA III, mSATA SAS/NAS, Fibra Canal (FC) son compatibles. También hay SSD que admiten interfaces de uso menos frecuente como USB ATA/IDE e IEEE 1394. Como el SSD ofrece velocidades mucho más altas, las versiones de SATA no son suficientes, es por eso que ha surgido la introducción de nuevas interfaces para SSD como lo es la PCI Express 2.0 que ofrece velocidades de 6 GB/s.

Los SSD vienen en varios factores de forma. El factor de forma más usado es el 2.5" que se usa en Servidores, computadoras de escritorio y, debido a su pequeño tamaño, en las computadoras portátiles actuales también. Estos 2.5" encajan fácilmente con una extensión a las ranuras de 3.5" también. También hay unidades de 1,8" que están instaladas en netbooks y tabletas. Estos factores más pequeños SSD se pueden insertar en lugares donde el espacio es un problema. El factor de forma para los SSD con una interfaz PCI Express es muy diferente debido a la forma de la ranura PCI-E. Los SSD PCI-E parecen una tarjeta de expansión estándar que es insertado en una ranura PCI-E. Los SSD son completamente cerrados, lo que aumenta ligeramente su peso (Fuček, 2014).

3.6 Recuperación de información en el HDD.

Rodríguez (Rodríguez, 2007) define que se le denomina unidad al conjunto de componentes electrónicos y mecánicos que hacen posible el almacenamiento y recuperación de los datos.

Así mismo, Rodríguez menciona que el almacenamiento permanente de datos en una computadora opera de acuerdo con principios ópticos, magnéticos o una combinación de ambos. En el caso de los HDD, se almacena un flujo de bits de datos binarios (unos y ceros) magnetizando diminutas partículas de metal incrustadas en la superficie de un disco o cinta, en un patrón que representa los datos. Posteriormente, ese patrón magnético puede ser leído y convertido nuevamente en un flujo de bits exactamente igual al original.

Un HDD es un elemento de almacenamiento de información no volátil, es decir, que guarda largo tiempo los bits almacenados, aunque se retire el suministro de energía eléctrica, está compuesto por una pila de discos, llamados platos, quienes almacenan información magnéticamente, cada uno de los platos tiene dos superficies magnéticas: la superior y la inferior. Estas superficies magnéticas están formadas por millones de pequeños elementos capaces de ser magnetizados positiva o negativamente (Rodríguez, 2007).

3.7 Análisis forense en el HDD Y SSD.

Espitia & Muñoz (Espitia & Muñoz, 2014) definen al HDD (Hard Disk Drive) como un dispositivo de almacenamiento no volátil, donde se encuentran instalados todos los programas e información necesarios para poder interactuar con la computadora, este dispositivo está compuesto por platos o discos unidos por un eje que gira a gran velocidad dentro de una caja metálica sellada, estos dispositivos dependiendo del tipo de conexión puede ser SATA, IDE, SCSI, SAS.

Así mismo, Espitia & Muñoz mencionan que el SSD (Solid Disk Drive) es un elemento electrónico basado en memorias flash NAND, el cual define un tipo de memoria no volátil, diseñado como almacenamiento auxiliar. Todo este sistema es gobernado por un controlador, que establece un conjunto bloques de memorias NAND que actúan como un arreglo en miniatura, lo cual permite aumentar la velocidad de acceso, ya que es posible realizar varias lecturas y escrituras al mismo tiempo, haciendo que el dispositivo sea más resistente a fallos.

Los SSD a diferencia de los HDD tradicionales, no tienen componentes mecánicos, ni tiempos de latencia de rotación, sino componentes electrónicos basados en memorias no volátiles que a través de controladores como lo es el FTL (Espitia & Muñoz, 2014).

3.8 Las diferencias entre la tecnología SSD y HDD en cuanto a las investigaciones forenses.

Geyer (Geyer, 2015) señala que en los últimos años los dispositivos de almacenamiento basados en memoria flash SSD, han sido considerados como los dispositivos de almacenamiento de próxima generación para reemplazar HDD.

Así mismo, Geyer define que los SSD están basados en memoria flash los cuales tienen muchas ventajas en comparación con los HDD, como el alto rendimiento de E/S, el bajo consumo de energía, etc. Sin embargo, aunque la memoria flash tiene una latencia de lectura más baja en comparación con los HDD, generalmente tiene una latencia más alta en escrituras aleatorias. Desde este punto de vista, a menudo decimos que la memoria flash tiene un rendimiento de E/S asimétrico. Además, debido a las características de borrar antes de escribir, la memoria flash no se puede actualizar en su lugar, es decir, una operación de escritura provocaría una operación de borrado costosa en los chips flash. Como el recuento de borrados para los chips flash es muy limitado, las escrituras aleatorias son muy importantes para la fiabilidad de los SSD. En otras palabras, las operaciones de escritura en la memoria flash no solo influirán en su rendimiento, sino que también tendrán un gran impacto en la vida útil de los SSD. Los HDD tienen un rendimiento de E/S simétrico, no existe una limitación similar a las operaciones de escritura flash, y su precio también es menor que el de los SSD.

La arquitectura de los SSD y la de los HDD, son diferentes mientras que los HDD guardan los datos en discos giratorios en forma de zonas magnetizadas, un SSD no contiene ninguna parte móvil, lo que aporta múltiples ventajas en el consumo de energía, velocidad de lectura y escritura, velocidades y robustez (Geyer, 2015).

3.9 Introducción a la computación.

Norton (Norton, 1994) define que el HDD incluye uno o más platos montados en un eje central, en forma de una pila de disquetes rígidos. Cada plato está cubierto por una capa magnética y la unidad entera está encerrada en una caja sellada. El HDD incluye en su interior el motor que hace girar a los platos y un conjunto de cabezas de lectura / escritura.

Así mismo, Norton menciona que los HDD que se encuentran en la mayoría de las computadoras giran con una velocidad de 7200 o 10,000 revoluciones por minuto (rpm). Los HDD de desempeño muy alto que se encuentran en las estaciones de trabajo y servidores pueden girar tan rápido como 15,000 rpm. La velocidad con la cual giran los discos es un factor importante en el desempeño general de la unidad. La alta velocidad de rotación de los HDD permite que se graben más datos en la superficie del disco. Esto se debe a que un disco que gira más rápido puede utilizar cargas magnéticas más pequeñas para crear flujo de corriente eléctrica en la cabeza de lectura / escritura. Las cabezas de la unidad también pueden utilizar una corriente eléctrica de baja densidad para grabar datos en el HDD (Norton, 1994).

3.10 Introducción a la computación.

Glenn (Glenn, 2012) señala que durante años a tecnología magnética ha sido la dominante dentro del sector del almacenamiento masivo. El ejemplo más común y de esto es el HDD, en el cual se utiliza un fino disco giratorio con un recubrimiento magnético para almacenar los datos. Los cabezales de lectura / escritura se colocan por encima y/o por debajo del disco, de modo que cuando el disco gira, cada cabezal recorre un círculo, denominado pista, reposicionando los cabezales de lectura / escritura que puede accederse a las distintas pistas concéntricas. Un sistema de almacenamiento está formado por varios discos montados sobre un eje común, apilados unos encima de otro, dejando el espacio suficiente para poder deslizar los cabezales de lectura / escritura entre un disco y otro. En tales casos, los cabezales de lectura / escritura se mueven al unísono. Cada vez que se reposicionan los cabezales de lectura / escritura, pasa a estar accesible un nuevo conjunto de pistas, que se denomina cilindro.

Así mismo, Glenn define que la capacidad de un sistema de almacenamiento en disco depende del número de discos apilados que se utilizan y de la densidad con la que se coloquen las pistas y sectores. Los sistemas de menor capacidad pueden estar formados por un único disco. Los sistemas de disco de alta capacidad, capaces de almacenar muchos gigabytes o incluso terabytes de datos, pueden estar compuestos por entre tres y seis discos montados sobre un eje común. Además, los datos pueden almacenarse tanto en la superficie superior como en la inferior de cada disco.

Se utilizan diversas medidas para evaluar el rendimiento de un sistema de disco las cuales son: tiempo de búsqueda (el tiempo requerido para desplazar los cabezales de lectura / escritura de una pista a otra), retardo de rotación o tiempo de latencia (la mitad del tiempo requerido para que el disco realice una rotación completa), tiempo de acceso (la suma del tiempo de búsqueda y del retardo de rotación) y la tasa de transferencia (la tasa a la que pueden transferirse datos hacia o desde el disco) (Glenn, 2012).

3.11 Introducción a la informática.

Beekman (Beekman, 1999) menciona que un HDD tiene una superficie recubierta magnéticamente que puede almacenar información codificada; un HDD escribe y lee datos en la superficie de un disco. El HDD puede recuperar rápidamente la información desde cualquier parte del disco sin tener en cuenta el orden en el que esos datos fueron grabados. Gracias a este acceso aleatorio, los HDD son los dispositivos de almacenamiento más populares.

Así mismo, Beekman define que la memoria flash es un tipo de memoria borrable que puede servir como una alternativa fiable, de bajo consumo y compacta, al almacenamiento HDD. Hasta hace poco, la memoria flash era demasiado cara para su uso comercial. Pero hoy en día, es habitual en muchas aplicaciones prácticas. Algunas de ellas están diseñadas para tareas concretas, como el almacenamiento de imágenes en cámaras digitales y su transferencia posterior a la computadora para su tratamiento (Beekman, 1999).

3.12 SSD vs HDD.

Reyes (Reyes, 2009) define que el SSD es el acrónimo de Solid State Drive que en español es unidad de estado sólido y HDD es el acrónimo de Hard Disk Drive que en español es unidad de disco duro.

Así mismo, Reyes menciona que el HDD está formado principalmente de tres partes, la cabeza lectora / escritora, un motor, el cual hace girar los platos (discos) y dependiendo de la capacidad de nuestra unidad así serán la cantidad de discos (cada disco tendrá una o dos cabezas, una en la parte superior y otra en la inferior, dependiendo del diseño y fabricante). Para leer / escribir en los HDD, estos todo el tiempo están rotando y la cabeza se posiciona en donde escribirá / leerá la información. La velocidad de respuesta de nuestro HDD depende de las revoluciones que del motor y la velocidad con que se muevan las cabezas, por supuesto que ayuda si la información esta continua en el disco (por eso es bueno desfragmentar a menudo el HDD).

Los SSD como su nombre lo indica está construida de estado sólido, en otras palabras 100% electrónica, usan para almacenar la memoria flash, que son memoria de última generación, (usada en las memorias con conector USB). Memorias de lectura / escritura de alta densidad (alta densidad equivale a gran capacidad de almacenamiento de bits) no volátiles, lo que significa que pueden almacenarse los datos indefinidamente en ausencia de alimentación eléctrica” (Reyes, 2009).

3.13 USERS técnico HDD y SSD

Budris (Budris, 2012) define que el HDD es un dispositivo de almacenamiento reconocido como una de las partes más importantes de la computadora. El cual que se encarga de almacenar la información (sistema operativo, aplicaciones y archivos) de manera digital.

Así mismo, Budris menciona que el número de cilindros de un HDD es igual al número de pistas y que un sector es la unidad en la que se dividen las pistas, cada sector tiene un tamaño fijo de 512 Bytes. Cuando lo platos giran a gran velocidad, cada cabezal levita gracias a un colchón de aire (de milésimas de milímetros de espesor), que le permite leer o guardar información al transformar energía eléctrica en un pequeño campo magnético, y viceversa.

Unidades SSD es un dispositivos el cual carece de motor, consumen menos energía, no generan ruido y son más veloces que los HDD comunes, estas unidades poseen memorias de tipo flash NAND, lo cual mejora su velocidad (Budris, 2012).

3.14 Dispositivos de almacenamiento.

Hilar (Hilari, 2006) define que un dispositivo es el nombre que en términos generales se le da a cualquier elemento que se puede conectar a un ordenador.

Así mismo, Hilar menciona que el almacenamiento es el hecho de crear una copia permanente de un trabajo que hemos realizado en la computadora y que el ordenador trabaja con lo que se llama memoria RAM, esta memoria sólo funciona cuando la computadora está encendida, cuando se corta la corriente todo lo que figura en esta memoria desaparece. Por lo tanto, antes de acabar cualquier tipo de tarea se debe guardar en un soporte que no pierda lo guardado cuando se corte la corriente.

El HDD es el dispositivo de almacenamiento principal de la computadora. Almacena las aplicaciones de software que vienen preinstaladas en la computadora tanto como aquellas que instalemos. Además que el HDD es el lugar preferido de almacenamiento para los archivos de trabajo (Hilari, 2006).

3.15 Técnico profesional de pc.

Peña (Peña, 2013) menciona que es necesario hacer una primera diferencia entre un HDD y un SSD, el primero es el más empleado actualmente en la mayoría de las computadoras, mientras que el segundo es una tecnología que, si bien no es nueva, aún está en desarrollo, por lo que estas unidades no alcanzan todavía las capacidades de los HDD convencionales, además de que son mucho más costosos. Los tipos de conexión de las unidades a la placa madre son: SCSI, ATA, IDE y SATA. En la actualidad, el tipo de conexión más utilizado es el SATA.

Así mismo, Peña define que un HDD se compone principalmente de uno o varios platos metálicos giratorios, donde un cabezal magnético lee o escribe información a medida que utilizamos la computadora. Las características principales de los HDD son, tiempo medio de acceso, velocidad de rotación y tasa de transferencia, además del caché de pista, que es una memoria tipo flash dentro del HDD y landz que es la zona donde descansan los cabezales de lectura / escritura una vez que se apaga la computadora. Su estructura física se compone de una caja metálica rígida con los componentes en su interior, sellada de manera casi hermética, y con una plaza electrónica controladora con los conectores correspondientes, soporta factores externos como la humedad, el polvo, etc., pero es muy frágil ante golpes y caídas, más que nada por la delicadeza de los brazos que tienen los cabezales de lectura / escritura.

Los SDD son memorias que utilizan una tecnología similar a las de las memorias RAM de la computadora y que fueron rápidamente reemplazadas por las del tipo flash, usadas en la actualidad (Peña, 2013).

3.16 HDD.

Richarte (Richarte, 2014) define que el HDD está conformado por uno o más platos en su interior, con una fina capa magnética. A cada cara de los platos le corresponde un cabezal de lectura / escritura que está montado sobre un brazo actuador.

Así mismo, Richarte menciona que el HDD es un dispositivo magnético y mecánico el cual tiene partes móviles, por lo tanto, es más delicado que otros componentes de la computadora. Los datos en el HDD se almacenan sobre una serie de discos o platos que están cubiertos por una fina capa de material magnético. Estos platos están situados en un eje y son impulsados por un motor a altísimas velocidades, de entre 7200 y 15000 RPM, para leer y grabar los datos se dispone de diversos cabezales (uno por cada cara el plato), que son dispositivos electromagnéticos que se sitúan sobre la superficie de cada plato levitando a pocos nanómetros de estas. Esta falta de contacto con la superficie del disco es lo que permite altas velocidades de lectura y escritura sin generar rayones ni desprendimientos sobre la delgada capa de material magnético. Los cabezales, a su vez, están unidos a los brazos actuadores, que se mueven libremente sobre la superficie de los platos, alrededor de un eje propio situado a un lado del conjunto de platos, de manera que los cabezales puedan deslizarse radialmente sobre la superficie del plato.

Los SSD son la mayor revolución en materia de almacenamiento fijo y tuvo lugar a principios del siglo XXI, cuyo principio de funcionamiento no se basa en un disco giratorio con superficie magnética y cabezales, sino que almacena la información en celdas de memoria, de forma similar a un pendrive USB o a una tarjeta flash de las usadas en cámaras digitales o teléfonos celulares, pero con una capacidad y velocidad de transferencia mayores (Richarte, 2014).

3.17 Almacenamiento de estado sólido Seagate.

Seagate (Seagate, 2010) define como SSS al almacenamiento de estado sólido, el cual es un método de almacenamiento de datos creado mediante dispositivos de circuitos integrados para almacenar datos en lugar de utilizar soportes ópticos o magnéticos. El almacenamiento SSS suele ser no volátil y puede tomar varias formas, como un SSD, una tarjeta de estado sólido o un módulo de estado sólido. Además, SSS incluye opciones de interfaz PATA, SATA, SAS, canal de fibra o PCIe.

Así mismo, Seagate menciona que los SSD son dispositivos de almacenamiento de datos que utilizan tecnología de memoria flash estática en lugar de discos magnéticos giratorios o soportes ópticos para guardar la información. Los SSD son compatibles con las interfaces de los HDD tradicionales, como SATA o SAS, y tienen un formato de tamaño de 3.5, 2.5 o 1.8 pulgadas.

Los SSD actuales son diferentes a los HDD en cuanto al almacenamiento de datos. Los SSD son sofisticados dispositivos de almacenamiento que utilizan chips de memoria estáticos, principalmente memoria flash NAND no volátil, en lugar de discos magnéticos giratorios. Los HDD pueden tomar datos directamente del host y grabarlos en el soporte giratorio. Por el contrario, los SSD no pueden grabar ni un bit de información sin borrar primero y regrabar después grandes bloques de datos a la vez (lo que también se denomina programar y borrar) (Seagate, 2010).

3.18 Comparación de la resistencia de los SSD y HDD.

Micron (Micron, 2010) señala que los SSD y HDD incurren en el desgaste de manera diferente. Los SSD se desgastan cuando se escriben y los HDD incurren en desgaste cuando se lee o se escribe.

Así mismo, Micron define que el almacenamiento NAND utilizado en los SSD es diferente del almacenamiento magnético utilizado en los HDD. El almacenamiento magnético en HDD se puede escribir en su lugar; Si ya hay datos en la ubicación física para escribir, los datos existentes pueden ser directamente sobrescrito con nuevos datos, este es un proceso de un solo paso. Sin embargo, cuando los datos están presentes en la NAND (incluso los datos que se han marcado como que ya no están en uso), la NAND debe borrarlos antes de que pueda escribirse (programarse). Este proceso de dos pasos se denomina programa / borrado (P/E) ciclo, y la resistencia del SSD es una función de la cantidad de ciclos P/E para los cuales se clasifica la NAND.

El tipo de tecnología flash NAND que usan los SSD se construye de varias maneras. La diferencia fundamental entre los tipos NAND es el número de bits almacenados en cada celda. El número de bits (0 s o 1 s) está controlado por el número de estados de carga para los cuales la NAND está diseñado, existen celdas de un solo nivel (SLC) NAND que tiene un bit por celda y celdas de nivel cuádruple (QLC) NAND que admite cuatro bits por celda (Micron, 2010).

3.19 Los beneficios de los SSD en velocidad, confiabilidad y rendimiento.

Samsung (Samsung, 2013) menciona que los HDD fueron introducidos por primera vez por IBM en 1956, han mejorado continuamente desde entonces y siguen siendo una tecnología de almacenamiento de datos dominante. Son dispositivos mecánicos de lectura / escritura con partes móviles que almacenan datos en una bandeja giratoria magnética los cuales utilizan una compleja disposición de husillos accionados por motor, brazos de actuador y otras piezas mecánicas para colocar un cabezal de grabación sobre los discos de revestimiento magnético que giran rápidamente.

Así mismo, Samsung señala que el trabajo del HDD se realiza mediante un cabezal de accionamiento mecánico que debe moverse físicamente para acceder a las ubicaciones en un HDD que gira rápidamente, Cuando la computadora envía una solicitud para recuperar datos, el disco y el brazo deben moverse a la ubicación adecuada para que los datos se recopilen y se envíen a la CPU para su procesamiento.

Los SSD por su parte, no tienen partes móviles por lo tanto son capaces de acceder a cualquier ubicación con velocidad y precisión igualmente rápidas, consisten principalmente en un controlador y una memoria flash. Los datos pueden almacenarse permanentemente cuando se retira la fuente de alimentación Además, que los SSD soportan funciones de lectura / escritura de datos más altas que los HDD los cuales sufren de fragmentación de datos, y en el caso del SSD el uso de circuitos integrados en lugar de discos giratorios permite administrar cómo se almacenan los datos (Samsung, 2013).

3.20 SSD vs HDD estudio de precio y rendimiento.

Kasavajhala (Kasavajhala, 2011) menciona que los HDD son discos giratorios y sus acciones mecánicas pueden crear un retraso en la recuperación de datos y que los SSD están contruidos a partir de chips de memoria de silicio, no tienen partes móviles por lo cual no sufren de ningún retardo de rotación y casi el tiempo de búsqueda es de cero, que reduce drásticamente los tiempos de respuesta. Los SSD pueden ser extremadamente valiosos para aplicaciones que necesitan un alto rendimiento medido por la latencia de acceso y las operaciones de entrada / salida por segundo.

Así mismo, Kasavajhala define que para cargas de trabajo típicas secuenciales, los HDD ofrecen una combinación de capacidad y rendimiento para un muy buen precio. Aunque los SSD pueden ofrecer mejoras de rendimiento sobre los HDD incluso para aplicaciones secuenciales, la mejora del rendimiento no justifica su costo. Por lo tanto, se recomienda HDD para aplicaciones predominantemente secuenciales y para cargas de trabajo aleatorias típicas, los SSD ofrecen grandes mejoras en el rendimiento y no se preocupa por la resistencia de escritura / desgastan. Las mejoras de rendimiento obtenidos de los SSD para cargas de trabajo aleatorias definitivamente superan su costo adicional. Por lo tanto, se recomiendan los SSD para aplicaciones de E/S al azar (Kasavajhala, 2011).

3.21 Dispositivos de almacenamiento y de entrada / salida

Becerril (Becerril, 2008) define al HDD como un conjunto de dispositivos de almacenamiento magnético no volátil, de gran capacidad y velocidad intermedia a alta, cuya estructura física general es aquella compuesta por el medio de almacenamiento representado por los platos y el sistema de control, compuesto por tantas cabezas de lectura-escritura como platos haya en el dispositivo, un brazo mecánico que moviliza a cada cabeza, y el llamado actuador, que está conectado a la circuitería de control de movimiento. El adjetivo de 'duro' viene del hecho de que los platos están manufacturados de forma rígida, por materiales como aluminio o vidrio. Así mismo, existe la referencia a ellos como discos fijos, debido a que los platos no son removibles, aunque existen muchos tipos de HDD en el mercado, todos comparten los componentes básicos necesarios para el funcionamiento de los mismos como lo son, platos, tarjeta lógica, cabezas de lectura / escritura, cables, conectores, mecanismo actuador de la cabeza, elementos para configuración y motor de eje. De estos dispositivos, usualmente se genera un solo componente sellado a partir de los platos, el motor de eje, las cabezas y el mecanismo actuador, conocido como Conjunto de la Cabeza del Disco (HDA, Head Disk Assemble). El HDA, se trata como un solo componente, el sellado es tal que es imposible su apertura sin comprometer la integridad de los componentes internos (Becerril, 2008).

3.22 Que es un SSD y cómo funciona.

Weinberg (Weinberg, 2018) señala que el SSD no tiene partes móviles ni discos giratorios, utiliza un conjunto de memoria flash interconectada que es administrada por un controlador SSD, para ofrecer altas velocidades y que una simple memoria USB, es un ejemplo de la tecnología que utiliza un SSD el cual es un dispositivo más grande y complejo que agrega grupos de almacenamiento flash NAND, el tipo de almacenamiento que también se encuentra en reproductores de MP3 y cámaras digitales. A diferencia de la RAM, que no retiene datos cuando la máquina se apaga, la memoria flash SSD no es volátil, lo que significa que los datos se conservan ya sea que el dispositivo esté encendido o no, con los SSD, se puede acceder a cada bloque de datos a la misma velocidad que a cualquier otro bloque, sin importar la ubicación.

Así mismo, Weinberg define que en el HDD los archivos grandes se pueden dividir y guardar en rincones y grietas no usados de la unidad, y los datos se pueden actualizar fácilmente en su lugar. Esto permite un uso eficiente de la capacidad total del HDD. Por otro lado, los datos dispersos obviamente tardan más tiempo en ubicarse, por lo que la desfragmentación de HDD se ha convertido en una parte estándar del mantenimiento del dispositivo.

Los SSD por su parte solo pueden escribir en bloques vacíos, eso está bien cuando el SSD es nuevo y todos los bloques están vacíos. Pero con el tiempo y a medida que se llenan los bloques, sobrescribir los datos se convierte en un problema, porque la única forma en que un SSD puede actualizar una página existente es copiar el contenido del bloque completo en la memoria, borrar el bloque y luego escribir el contenido del antiguo bloque además de los nuevos datos. Si no hay bloques vacíos disponibles, el SSD debe buscar bloques marcados para su eliminación, pero que aún no se han borrado, borrarlos y luego escribir los datos en la página que se ha borrado. Con el tiempo, a medida que el SSD se llena, escribir en la unidad se vuelve más complicado y más lento (Weinberg, 2018).

3.23 SSD vs HDD ¿cuál es la diferencia?

Brant (Brant, 2019) define que el HDD tradicional es un almacenamiento básico no volátil en una computadora. Es decir, la información que contiene no “desaparece” cuando se apaga el sistema, a diferencia de los datos almacenados en la RAM. Un HDD es esencialmente una bandeja de metal con un revestimiento magnético que almacena sus datos. Un cabezal de lectura / escritura en un brazo accede a los datos mientras los platos giran.

Así mismo, Brant menciona que un SSD hace funcionalmente todo lo que hace un HDD, pero los datos se almacenan en chips de memoria flash interconectados que retienen los datos, incluso cuando no hay alimentación. Estos chips flash son de un tipo diferente al que se usa en unidades de memoria USB, y suelen ser más rápidos y más confiables. Los SSD son, por lo tanto, más caros que los dispositivos USB de las mismas capacidades. Los SSD pueden ser instalados en el lugar donde se coloca el HDD de 2,5 o 3.5 pulgadas, también pueden instalarse en una ranura de expansión PCI Express o incluso montarse directamente en la placa base, una configuración que ahora es común en las computadoras portátiles de gama alta y todo en uno, estos SSD montados en placa utilizan un factor de forma conocido como M.2. (Brant, 2019).

3.24 SSD vs HDD.

Baxter (Baxter, 2019) señala que un SSD típico usa lo que se llama memoria flash basada en NAND. Este es un tipo de memoria no volátil, esta se refiere a que se puede apagar el disco y no "olvidará" lo que estaba almacenado en él. Esta es, por supuesto, una característica esencial de cualquier tipo de memoria permanente.

Así mismo, Baxter menciona que un SSD no tiene un brazo mecánico para leer y escribir datos, sino que se basa en un procesador integrado (o "cerebro") llamado controlador para realizar varias operaciones relacionadas con la lectura y escritura de datos. El controlador es un factor muy importante para determinar la velocidad del SSD. Las decisiones que tome relacionadas con la forma de almacenar, recuperar, almacenar en caché y limpiar los datos pueden determinar la velocidad general de la unidad y alguna de las tareas que realiza son, la corrección de errores, el almacenamiento en caché de lectura y escritura, el cifrado y la recolección de basura, por nombrar algunos. Sin embargo, basta con decir que una buena tecnología de control es a menudo lo que separa a un excelente SSD de uno bueno. Un ejemplo de un controlador rápido hoy en día es el controlador SSD SandForce SATA 3.0 (6 GB/s) que admite velocidades de ráfaga de hasta 550 MB/s de lectura y escritura (Baxter, 2019).

3.25 HDD vs SSD y sus diferencias

Bauer(Bauer, 2018) señala que el HDD ha sido un estándar para muchas generaciones de computadoras personales. La mejora constante de la tecnología ha permitido a los fabricantes de HDD tener más capacidad de almacenamiento que nunca, a un costo por gigabyte que aún hace que los HDD sean la mejor inversión. La información se escribe y lee en el HDD al cambiar los campos magnéticos en los platos giratorios utilizando una armadura llamada cabeza de lectura / escritura. Visualmente, se parece un poco al brazo de un grabador, pero en lugar de estar equipado con una aguja que se ejecuta en una ranura física del registro, la cabeza de lectura y escritura se sitúa ligeramente por encima de la superficie física del disco.

Así mismo, Bauer menciona que los dos factores de forma más comunes para los HDD son de 2,5 pulgadas, común para computadoras portátiles, y de 3,5 pulgadas, común para máquinas de escritorio. El tamaño está estandarizado, lo que facilita la reparación y el reemplazo.

Los SSD se han vuelto mucho más comunes en los últimos años, la diferencia clave entre un SSD y un HDD es que no hay partes móviles dentro de un SSD. En lugar de usar discos, motores y cabezales de lectura / escritura, los SSD usan memoria flash, es decir, chips de computadora que retienen su información incluso cuando la alimentación está apagada (Bauer, 2018).

En la siguiente tabla se muestran los artículos, libros, revistas y documentos utilizados para la realización del estado de arte, además se agrega una descripción detallada del autor, año, tipo de información y las características más relevantes de cada investigación.

Titulo	Autor	Año	Tipo	HDD	SSD	Características relevantes de la investigación.
Análisis de fallas que por efecto de la corrosión atmosférica se presentan en HDD.	Contreras, Alvaro	2008	Tesis de licenciatura	si	No	El artículo refiere, que la corrosión no es único factor que afecta al HDD, también lo es el uso y la humedad.
Diferentes herramientas forenses en el SSD y HDD, sus diferencias e inconvenientes.	Reddy, Yashwanth	2018	Tesis de maestría	Si	Si	El artículo refiere que para recuperar información en el SSD resulta ser más difícil ya que este en ocasiones destruye la información después de ser borrada.
SSD y HDD tomar la decisión correcta.	Retvedt, Torkild	2009	Tesis de maestría	Si	Si	El artículo refiere, que en la comparación en cuanto al rendimiento entre el HDD y el SSD, este último fue el que obtuvo mejores resultados.
Recuperación de información en el HDD a nivel físico y lógico para su análisis forense informático.	Pérez, Carmen	2011	Tesis de maestría	Si	No	El artículo refiere, que el factor tiempo invertido en una recuperación de información, varía en función de la capacidad del disco, del daño y de la cantidad de información almacenada.
Implementación del SSD para sistemas empresariales.	Fuček, Matej	2014	Tesis de maestría	No	Si	El artículo refiere, que los SSD son definitivamente la nueva tendencia que tiene grandes posibilidades de rendimiento.
Recuperación de información en HDD.	Rodríguez, Mario	2007	Tesis de licenciatura	Si	No	El artículo refiere, que se puede recuperar la mayoría de la información, siempre y cuando no se cree un archivo nuevo o se corra alguna otra aplicación que modifique la estructura de bloques de información eliminada.
Análisis Forense en el HDD y SSD.	Espitia, Jorge; Muñoz, Wilmer	2014	Tesis de licenciatura	Si	Si	El artículo refiere, que el recuperar información del SSD se puede tornar complicado, así como al acceder a los archivos borrados
Las diferencias entre la tecnología SSD y HDD en cuanto a las investigaciones forenses.	Geyer, Florian	2015	Tesis de licenciatura	No	Si	El artículo refiere, que los HDD aun guardan la información así haya sido borrada y que los SSD borran del 95% al 100% inmediatamente después de su eliminación.
Introducción a la computación.	Norton, Peter	1994	Libro	Si	No	El libro nos da un amplio panorama acerca de los sistemas de cómputo y los tipos de almacenamiento.

Introducción a la computación.	Glenn, J	2012	Libro	Si	No	El libro nos informa sobre el almacenamiento de datos, el tratamiento de datos, sistemas operativos, redes, lenguajes de programación, ingeniería de software, inteligencia artificial y la teoría de la computación.
Introducción a la informática.	Beekman, George	1999	Libro	Si	No	El libro contiene información como conceptos sobre hardware y software, uso de software, redes e internet, problemas de la computadora, administración de las computadoras.
SSD vs. HDD.	Reyes, Roberto	2009	Revista	Si	Si	El artículo refiere, sobre los componentes del HDD y SSD además de explicar cuál es el proceso para guardar la información en ambos.
USERS técnico HDD y SSD.	Budris, Paula	2012	Revista	Si	Si	La revista nos da explicación sobre la estructura del HDD, análisis y solución de errores que se presenta en los HDD así como la recuperación de información perdida.
Dispositivos de almacenamiento.	Hilari, Samuel	2006	Revista	Si	No	El artículo refiere, que los HDD son dispositivos seguros para aguardar la información, pero a veces fallan, pueden dañarse por oscilaciones de la tensión eléctrica, un golpe, un virus informático, o una manipulación incorrecta por personas con pocos conocimientos de esta tecnología.
Técnico profesional de pc.	Peña, Claudio	2013	Revista	Si	Si	La revista nos explica las claves para el mantenimiento y reparación de la computadora, además de informarnos sobre gabinetes, fuentes de energía, memoria RAM, tarjetas gráficas, HDD.
HDD.	Richarte, Javier	2014	Revista	Si	No	La revista hace referencia a los principios fundamentales del HDD, componentes internos, estructura lógica, tipos de interfaces, solución de problemas, respaldo y recuperación de información.
Almacenamiento de estado sólido Seagate.	Seagate	2010	Art. De empresa	No	Si	El artículo refiere, sobre la defunción que es el almacenamiento, además de las características de esta y como funciona en el entorno empresarial.
Comparación de la resistencia de los SSD y HDD.	Micron	2010	Art. De empresa	Si	Si	El artículo refiere, sobre el la comparación del SSD y HDD, en el

						entorno empresarial, cuáles son las características de ambas unidades, y que tipo de carga de trabajo soportan, además de cómo es que se desgastan y que las desgasta a las unidades.
Los beneficios de los SSD en velocidad, confiabilidad y rendimiento.	Samsung	2013	Art. De empresa	Si	Si	El artículo refiere, sobre los beneficios que tienen los SSD en cuanto a la velocidad, fiabilidad y rendimiento.
SSD vs HDD estudio de precio y rendimiento.	Kasavajhala, Vamsee	2011	Documento sitio web.	Si	si	El artículo refiere, que para trabajos típicos secuenciales, los HDD ofrecen una combinación de capacidad y rendimiento a buen precio, para cargas de trabajo aleatorio son mejores los SSD por si mejor rendimiento.
Dispositivos de almacenamiento y de entrada / salida	Becerril, Sergio	2008	Documento sitio web.	Si	No	El artículo refiere, sobre los componentes del HDD.
Que es un SSD y cómo funciona.	Weinberg, Neal	2018	Sitio web.	No	Si	El documento refiere, sobre los SSD y que estos utilizan un conjuntos de memorias flash que son administrados por un controlador que tiene el SSD para ofrecer altas velocidades.
SSD vs HDD ¿cuál es la diferencia?	Brant, Tom	2019	Sitio web.	Si	Si	El documento refiere, sobre cuáles son las ventajas y las desventajas del HDD y SSD.
SSD vs HDD.	Baxter, Andrew	2019	Sitio web.	Si	Si	El documento refiere, que un HDD es bueno si necesitas mucha capacidad y el SSD si estás dispuesto a pagar por un rendimiento rápido.
HDD vs SSD y sus diferencias.	Bauer, Roderick	2018	Sitio web.	Si	Si	El documento refiere, sobre que es el HDD y SSD, además de las características de ambas unidades.

Tabla 2 Descripción de los artículos utilizados en el estado del arte.



CAPÍTULO 4

Comparativa e implementación de las pruebas al HDD y SSD.

En este capítulo se presentan las pruebas realizadas a las unidades de almacenamiento: HDD y SSD, la distribución de las pruebas fue con base a las medidas descritas en el apartado de justificación, las cuales son las siguientes: tiempo de vida, transferencia de datos, velocidad de lectura y escritura, rendimiento y resistencia, así mismo se muestran los resultados obtenidos con las pruebas realizadas y la respectiva comparación entre ambas unidades.

4.1 Estructura e implementación de las pruebas al HDD y SSD.

En la siguiente tabla se presenta la estructura de las medidas que serán utilizadas, así como sus respectivas pruebas con los programas y archivos a utilizar.

Medida.	Prueba.
1. Tiempo de vida.	Prueba de “Estado de la unidad”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Software CrystalDiskInfo. 2. Software Hard Disk sentinel. 3. Software HD Tune.
2. Transferencia de datos.	Prueba de “Tiempo de transferencia de archivos”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Archivo de 4.27 GB. 2. Archivo de 20.0 GB. 3. Archivo de 52.1 GB.
3. Velocidad de lectura y escritura.	Prueba de “Velocidad de lectura y escritura”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Software CrystalDiskMark. 2. Software IsMyHdOK. 3. Software Parkdale.
4. Rendimiento.	Prueba de “Rendimiento”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo. 2. Tiempo de inicio del navegador Google Chrome. 3. Tiempo de inicio del programa CorelDraw.
5. Resistencia.	Prueba de “Resistencia”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Tolerancia a múltiples procesos. 2. Tolerancia a caídas.

Tabla 3 Estructura de las pruebas.

4.2 Características de la computadora y unidades a utilizar.

La unidad de almacenamiento, es uno de los componentes más importantes de la computadora, principalmente porque es el lugar donde se guardan todos los datos del usuario de manera permanente, además del sistema operativo, que es el software que actúa de interfaz entre el usuario y la computadora para poder hacer uso de ella.

De ahí la importancia de conocer qué tipo de almacenamiento tiene nuestra computadora, para la realización de las siguientes pruebas se hará uso de 2 unidades primarias y 2 secundarias, estas últimas únicamente serán utilizadas para la prueba de transferencia de datos. El HDD primario que se empleará para las pruebas será el modelo Western Digital WD1600AVVS y el SSD primario será el modelo ADATA SU650, las unidades secundarias serán el HDD Western Digital WD3200AAJS y el SSD secundario Kingston A400.

4.2.1 Especificaciones técnicas de la computadora utilizada para las pruebas.

- Modelo: Hp Compaq Pro 6300 Sff.
- Procesador: Intel Core i5-3470 a 3.20 GHZ, con gráficos Intel 2500.
- Memoria RAM: 8 GB.
- Sistema operativo: Windows 10 pro x64 bits.
- Chipset Procesador: Intel Q75 Express.
- Formato: Microtorre.
- Dimensiones: 17,7 x 43,1 x 37,7 cm.



Figura 1 Computadora utilizada para las pruebas Hp COMPAQ Pro 6300 Sff.

Fuente: <https://pcretro.com/products/hp-pro-6300-sff-3rd-gen-quad-core-i5-4-gb-ram-500-gb-hdd-dvdrw-windows-8-professional> – revisado 11/06/2019 17:50 p.m.

4.2.2 Especificaciones técnicas del SSD primario.

- Modelo: ADATA SU650.
- Capacidad: 120 GB.
- Factor de forma: 2.5 pulgadas.
- NAND Flash: 3D NAND.
- Peso: 59,5 g.
- Interfaz: SATA 6 Gb/s (SATA III).
- Rendimiento secuencial L/E (máx.): Hasta 520/450 MB/s.
- Temperatura de operación: 0°C ~ 70°C.
- Temperatura de almacenamiento: - 40°C ~ 85°C
- Resistencia a golpes: 1500 G/0,5 ms.
- MTBF (tiempo medio entre fallos): 2.000.000 horas.

Nota: El rendimiento real puede variar según la capacidad del SSD, el hardware del sistema y los componentes de software.

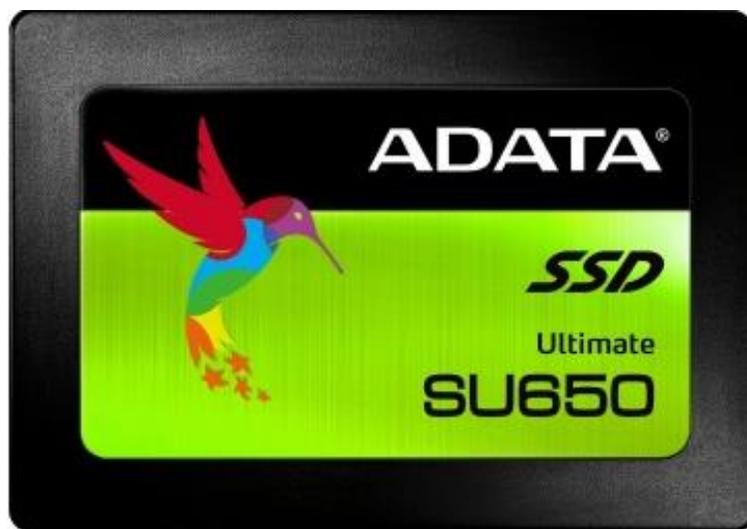


Figura 2 SSD ADATA SU650.

Fuente: <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Discos-Duros-SSD-NAS/SSD/SSD-Adata-Ultimate-SU650-240GB-SATA-III-2-5-7mm.html> – revisado 11/06/2019 17:52 p.m.

4.2.3 Especificaciones técnicas del HDD primario.

- Modelo: Western Digital WD1600AVVS.
- Capacidad: 160 GB.
- Factor de forma: 3.5 pulgadas.
- Interface: SATA 3 Gb/s (SATA II).
- Tamaño de Buffer: 8 MB.
- Peso: 449 g.
- Velocidad de rotación: 7200 RPM.
- Tolerancia a los golpes 65 g @ 2 ms (funcionamiento)/350 g @ 2 ms (no operativo).



Figura 3 HDD Western Digital WD1600AVVS.

Fuente: https://www.picclickimg.com/d/w1600/pict/254177179952/_WDC-WD1600AVVS-63L2B0-35-160GB-SATA-7200-RPM-Hard.jpg– revisado 11/06/2019 17:56 p.m.

4.3 Medida “Tiempo de vida”.

Estado del HDD y SSD.

Esta prueba consiste en comprobar el estado en el que se encuentran las unidades que se utilizarán, y cerciorarse que su funcionamiento sea el adecuado.

Para poder analizar el estado de una unidad de almacenamiento, se hace uso de la tecnología S.M.A.R.T (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology), que se define como un sistema de detección temprana de fallos. Actualmente, la mayoría de los fabricantes de HDD, SSD incorporan esta característica en sus productos.

La tecnología S.M.A.R.T monitoriza los diferentes parámetros de cada unidad como pueden ser: la velocidad de los platos del disco, sectores defectuosos, errores de calibración, comprobación de redundancia cíclica (CRC), distancias medias entre el cabezal y el plato, temperatura del disco, etc. (Morales, 2019).

Los valores de los atributos S.M.A.R.T van del número 1 al 253, siendo 1 el peor valor, los valores normales oscilan entre 100 y 200 estos son guardados en un espacio reservado del HDD o SSD (Morales, 2019).

4.3.1 Estado del HDD y SSD con el software CrystalDiskInfo.

CrystalDiskInfo es una aplicación para sistema operativo Windows que se encarga de leer los valores del S.M.A.R.T. que almacenan las unidades sobre su funcionamiento y nos indica el estado de salud de los mismos, pudiendo saber si el disco está funcionando correctamente o, de lo contrario, está cerca de fallar por diversos motivos, además de mostrarnos información detallada sobre el mismo como lo es: temperaturas, horas de uso, capacidad, modo de transferencia, letras asignadas por el sistema, número de serie, Buffer del disco, etc. (Velasco, 2015) (Lopez J. , 2018)

Con la tecnología S.M.A.R.T. se va registrando todos los sucesos que ocurren, por lo que si alguna vez ha ocurrido un error en la unidad será mostrado aquí, en esta sección los puntos más importantes a tomar en cuenta son los parámetros: C4 (número de eventos de recolocación), C5 (número de sectores pendientes) y C6 (número de sectores no corregibles), así que un conjunto de umbrales de C4, C5 y C6 puede indicarnos que nuestro HDD está en peligro, se debe tener en cuenta que un SSD no cuenta con los parámetros C5 y C6 (Lopez J. , 2018).

Resultados de la prueba en el HDD.

Los resultados obtenidos con el software CrystalDiskInfo al realizar la prueba en el HDD fueron los siguientes:

- Estado: bueno.
- Temperatura: 33°C.
- No. Encendido: 3084 veces.
- No. Horas encendido: 17149 horas.
- Datos S.M.A.R.T.: ningún error.

Como podemos observar, el HDD cuenta con un buen estado de salud teniendo en cuenta que su vida útil esta próxima a terminar, ya que la vida útil promedio de los HDD es de 20.00 horas aproximadamente.

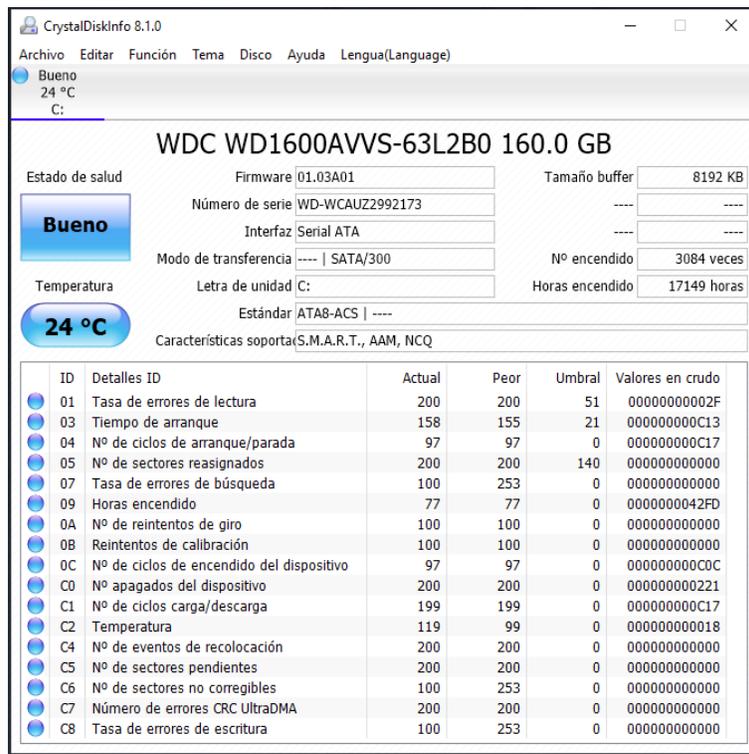


Figura 4 Estado del HDD con el software CrystalDiskInfo.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba en el SSD.

Los resultados obtenidos por el software CrystalDiskInfo al realizar la prueba en el SSD, fueron los siguientes:

- Estado: bueno.
- Temperatura: 46 °C.
- No. Encendido: 266 veces.
- No. Horas encendido: 160 horas.
- Datos S.M.A.R.T.: ningún error.

El SSD cuenta con un buen estado de salud, su uso es poco ya que apenas fue adquirido, las temperaturas que tiene el SSD son elevadas en comparación a la del HDD, pero es normal respecto a las especificaciones del fabricante

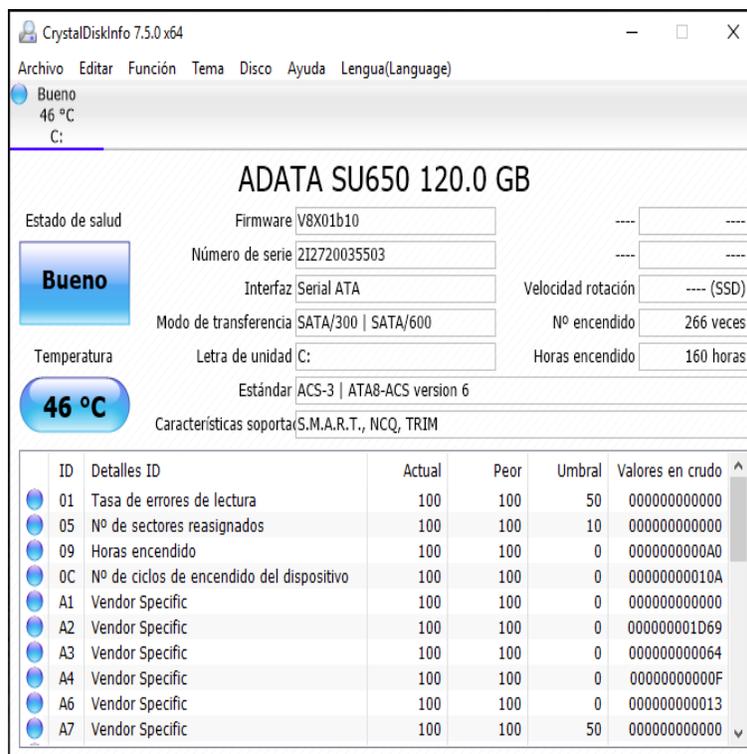


Figura 5 Estado del SSD con el software CrystalDiskInfo.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se observan las características más relevantes obtenidas durante la prueba, y los resultados de la comparación entre el HDD y SSD respecto al tiempo de vida, pruebas realizadas con el software CrystalDiskInfo.

Característica.	Resultado HDD.	Resultado SSD.
Estado.	Bueno.	Bueno.
Temperatura.	33°C	46°C.
No. Veces encendido.	3084 veces.	266 veces.
No. Horas encendido.	17149 horas.	160 horas.
Parámetros S.M.A.R.T.	Sin ningún error.	Sin ningún error.

Tabla 4 Comparación de los resultados de la prueba "Estado de la unidad" con el software CrystalDiskInfo.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 1 Comparativa No. de veces que se encendió el HDD y SSD obtenido con el software CrystalDiskInfo.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Estado del HDD y SSD con el software Hard Disk Sentinel.

Hard Disk Sentinel es una aplicación de monitoreo de unidad Multi-OS, su objetivo es encontrar, probar, diagnosticar y reparar problemas de la unidad, así como mostrar el estado, degradaciones de rendimiento y fallos de las unidades. Hard Disk Sentinel da una descripción textual completa, consejos y pantallas además de información detallada acerca de la unidad en el ordenador. Hard Disk Sentinel supervisa el estado del HDD y SSD, incluyendo la salud, la temperatura, y los parámetros S.M.A.R.T. (Máthé, 2019).

Este programa nos muestra en su interfaz datos como lo son, el modelo de la unidad, temperatura, capacidad, letra asignada por el sistema operativo, el funcionamiento de la unidad, el estado, además nos agrega una descripción textual la cual nos informa el estado y si existen errores y acciones a realizar a la unidad, por ultimo nos informa el tiempo que ha estado encendido, el tiempo aproximado que tiene de vida restante y nos indica un conteo de ciclos de inicio y de parada del eje en el caso del HDD y la cantidad de datos escritos en el caso del SSD.

Resultados de la prueba en el HDD.

Los resultados obtenidos con el software Hard Disk Sentinel al realizar la prueba en el HDD fueron los siguientes:

- Estado: 100% Excelente.
- Temperatura: 31°C.
- Funcionamiento: 100% Excelente.
- Tiempo que ha estado encendido: 714 días con 12 horas.
- Tiempo de vida restante: más de 1000 días.
- Conteo de los ciclos de inicio / parada del eje: 3093.
- Parámetros S.M.A.R.T.: sin ningún error.

Como podemos observar, el HDD cuenta con un buen estado de salud y un funcionamiento excelente, una temperatura normal, el tiempo que ha estado encendido está próximo a llegar a los 2 años, eso quiere decir que ha tenido un uso constante, pero nos informa el software que aún tiene un aproximado de más de 1000 días de vida restante.

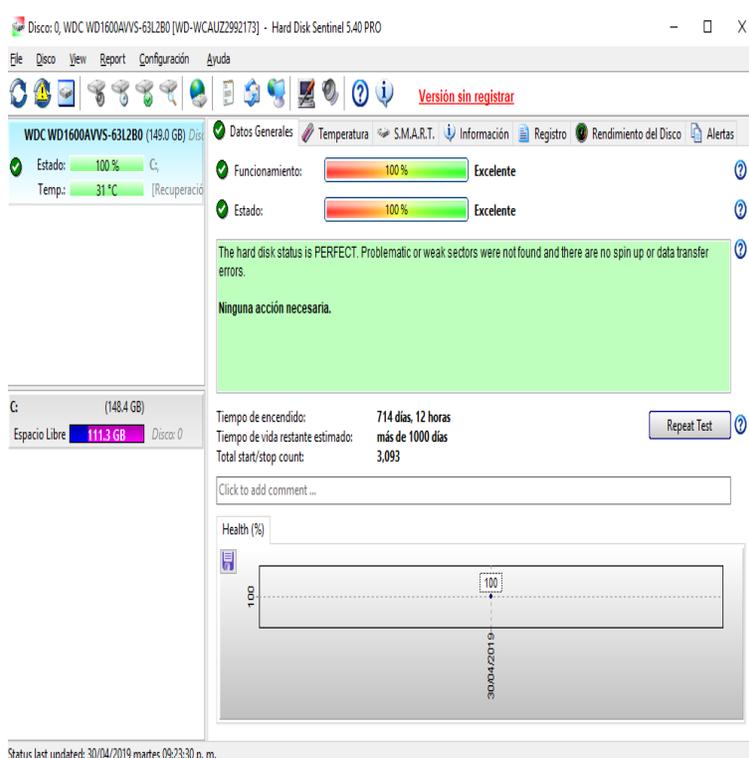


Figura 6 Estado del HDD con el software Hard Disk Sentinel.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba en el SSD.

Los resultados obtenidos con el software Hard Disk Sentinel al realizar la prueba en el SSD fueron los siguientes:

- Estado: 100% Excelente.
- Temperatura: 43°C.
- Funcionamiento: 100% Excelente.
- Tiempo de encendido: 7 días con 5 horas.
- Tiempo de vida restante: más de 1000 días.
- Cantidad total de datos escritos en el SSD: 684 GB.
- Parámetros S.M.A.R.T.: sin ningún error.

El SSD cuenta con un buen estado de salud y un excelente funcionamiento, una temperatura más elevada en comparación al del HDD, el tiempo que ha estado encendido ha sido mínimo y el software nos informa que el SSD tiene aún más de 1000 días de vida restante, por ultimo no presenta ningún error en los parámetros S.M.A.R.T.

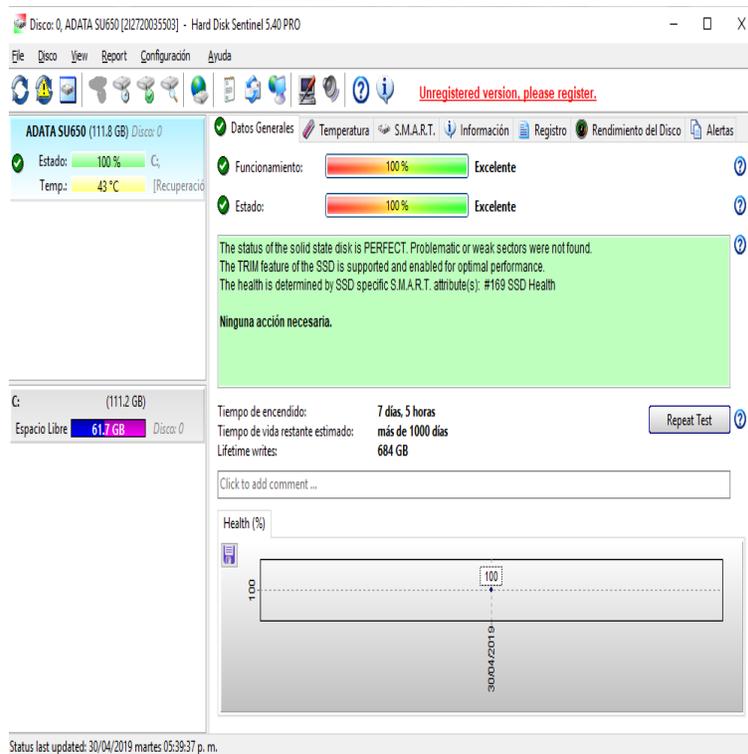


Figura 7 Estado de SSD con el software Hard Disk Sentinel.

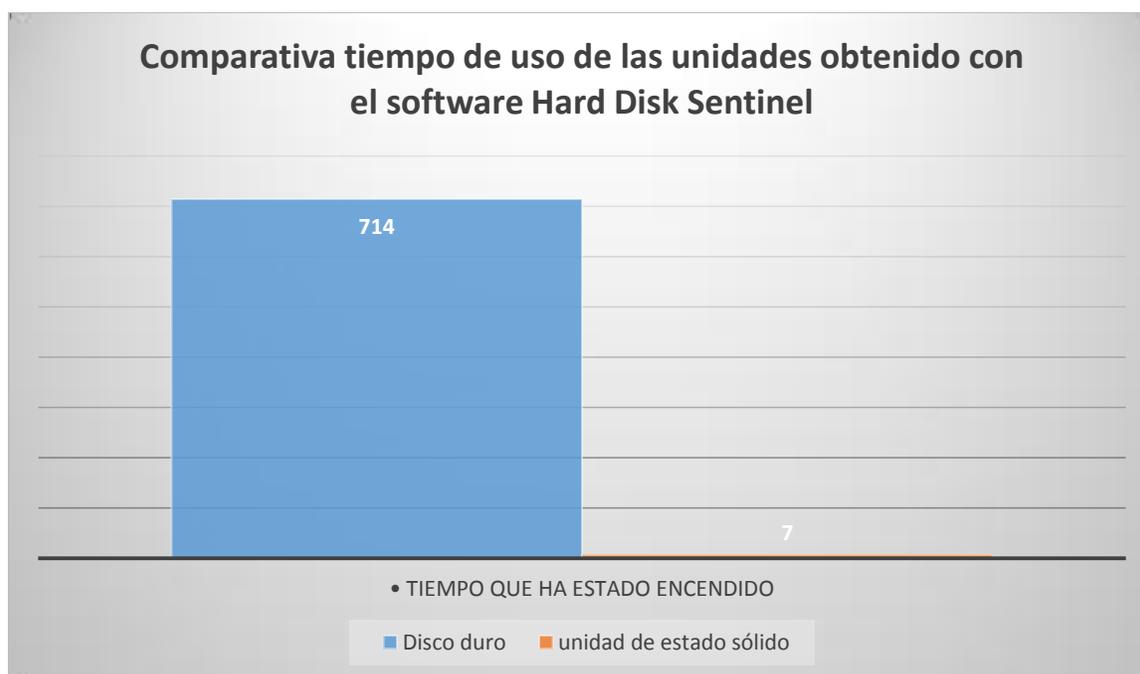
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran las características más importantes obtenidas en la prueba con el software Hard Disk Sentinel y los resultados obtenidos.

Característica.	Resultado HDD.	Resultado SSD.
Estado.	100% Excelente.	100% Excelente.
Temperatura.	31°C.	43°C.
Funcionamiento.	100% Excelente.	100% Excelente.
Tiempo que ha estado encendido.	714 días con 12 horas.	7 días con 5 horas.
Tiempo de vida restante.	Más de 1000 días.	Más de 1000 días
Conteo de los ciclos de inicio / parada del eje del HDD.	3093	
Cantidad total de datos escritos en el SSD.		684 GB.
Parámetros S.M.A.R.T.	Sin ningún error.	Sin ningún error.

Tabla 5 Comparación de los resultados de la prueba "Estado de la unidad", obtenidos con el software Hard Disk Sentinel.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 2 Comparativa del tiempo de uso de las unidades obtenido con el software Hard Disk Sentinel.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Estado del HDD y SSD con el software HD Tune.

HD Tune es una herramienta de diagnóstico que ayuda a comprobar el estado de las unidades de almacenamiento, en su interfaz nos informa la temperatura del disco, también visible en la bandeja de sistema. La primera pestaña del software HD Tune contiene la prueba de rendimiento (Benchmark), la cual comprueba la velocidad de lectura y escritura de la unidad, el apartado Info y Health contienen respectivamente datos sobre la unidad e indicadores S.M.A.R.T., mientras que en la pestaña Error Scan nos ofrece un escáner de errores.

Resultados de la prueba en el HDD.

Los resultados obtenidos con el software HD Tune al realizar la prueba en el HDD fueron los siguientes:

- Temperatura: 31° C.
- Capacidad: 160 GB.
- Estado: Ok (en color verde).
- Parámetros S.M.A.R.T: sin ningún error.

Como podemos observar los datos que el software nos proporcionó al realizar el test, el HDD tiene una temperatura normal, cuenta con una capacidad de 160 GB, un estado bueno que solo nos lo informa con un ok en color verde, en los parámetros S.M.A.R.T no aparece ningún error.

ID	Current	Worst	Threshold	Data	Status
(01) Raw Read Error Rate	200	200	51	47	ok
(03) Spin Up Time	157	155	21	3116	ok
(04) Start/Stop Count	97	97	0	3093	ok
(05) Reallocated Sector Count	200	200	140	0	ok
(07) Seek Error Rate	100	253	0	0	ok
(09) Power On Hours Count	77	77	0	17148	ok
(0A) Spin Retry Count	100	100	0	0	ok
(0B) Calibration Retry Count	100	100	0	0	ok
(0C) Power Cycle Count	97	97	0	3082	ok
(C0) Unsafe Shutdown Count	200	200	0	545	ok
(C1) Load Cycle Count	199	199	0	3093	ok
(C2) Temperature	112	99	0	31	ok
(C4) Reallocated Event Count	200	200	0	0	ok
(C5) Current Pending Sector	200	200	0	0	ok
(C6) Offline Uncorrectable	100	253	0	0	ok

Description: **Number of hardware read errors: 47**
 Status: **ok**

Health status: **ok** Next update: **4:19** Update Log

Figura 8 Estado del HDD con el software HD Tune.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba en el SSD.

Los resultados obtenidos con el software HD Tune al realizar la prueba en el SSD fueron los siguientes:

- Temperatura: 46° C.
- Capacidad: 120 GB.
- Estado: Ok (en color verde).
- Parámetros S.M.A.R.T: sin ningún error.

El SSD cuenta con una temperatura mayor al del HDD, una capacidad de 120 GB, el estado de la unidad es bueno, y no cuenta con ningún error en los parámetros S.M.A.R.T.

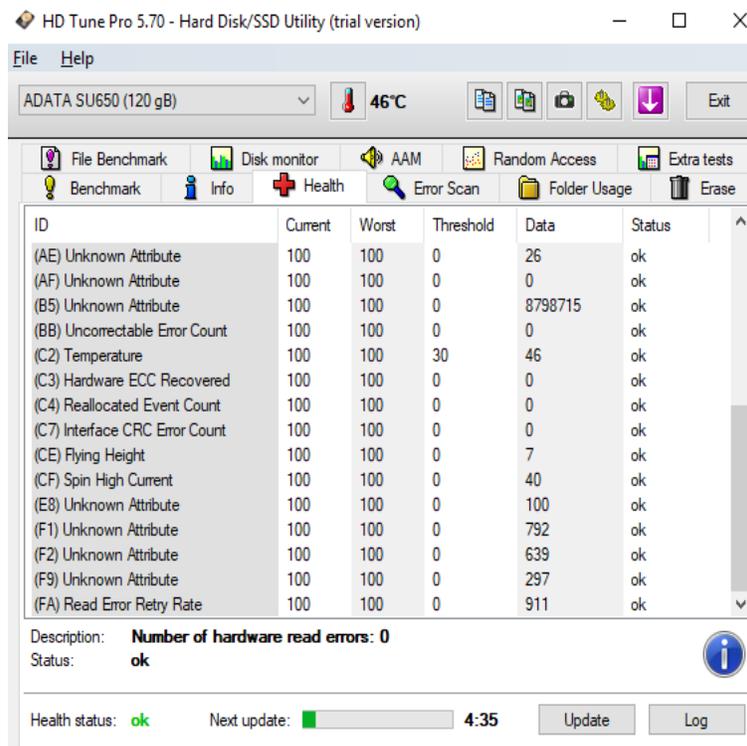


Figura 9 Estado del SSD con el software HD Tune.

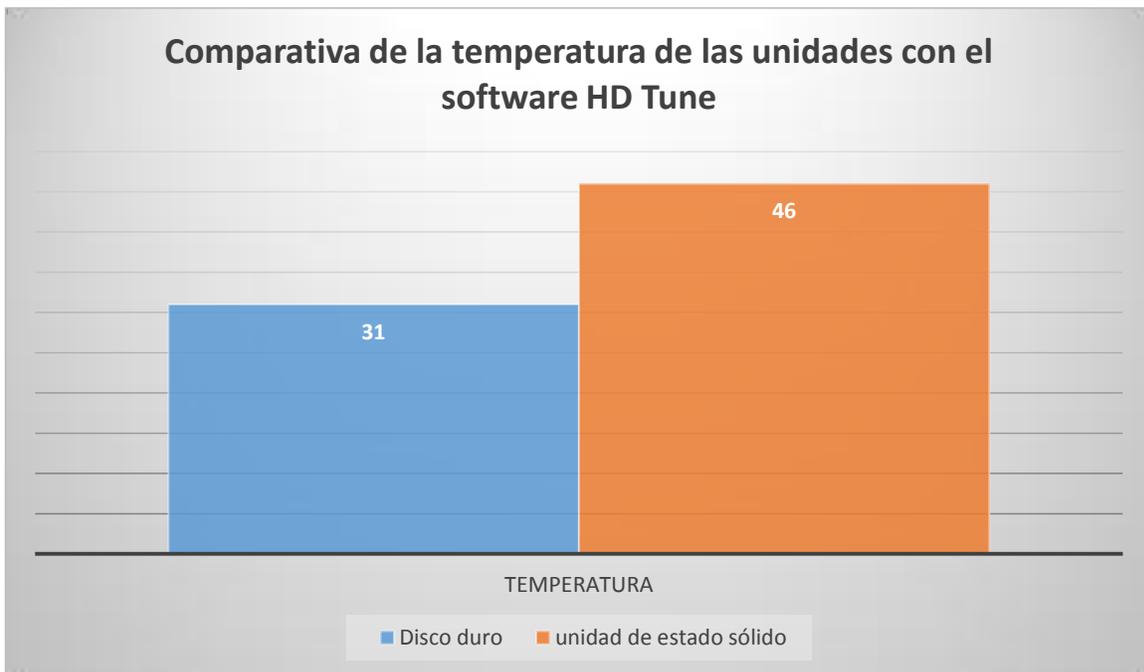
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran las características más relevantes que el software HD Tune nos proporcionó y los resultados que ambas unidades obtuvieron en la prueba.

Característica.	Resultado HDD.	Resultado SSD.
Estado.	Ok (Bien).	Ok (Bien).
Temperatura.	31°C	46°C.
Parámetros S.M.A.R.T.	Sin ningún error.	Sin ningún error.

Tabla 6 Comparación de los resultados de la prueba “Estado de la unidad”, obtenidos con el software HD Tune.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 3 Comparativa de la temperatura de las unidades con el software HD Tune.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 Resultados generales medida “Tiempo de vida”.

Con los resultados obtenidos en esta medida y con las pruebas realizadas en ambas unidades, podemos concluir que el HDD y SSD que será utilizados en las siguientes pruebas, cuentan con un correcto funcionamiento y un buen estado de salud.

Con respecto al número horas que han sido utilizadas las unidades y las veces que se han encendido, podemos percatarnos que el HDD lleva un tiempo más prolongado de uso, casi llegando al límite de su tiempo de vida promedio y en el caso del SSD este cuenta con un tiempo de uso mínimo.

La temperatura por otro lado en el SSD es más elevada que la del HDD, esto puede deberse a la marca y modelo en específico del SSD.

Los parámetros S.M.A.R.T en ambas unidades son normales, con respecto al uso que han tenido el HDD y SSD.

4.4 Medida “Transferencia de datos”.

Prueba tiempo de transferencia de archivos en el HDD y SSD.

Para la realización de esta prueba se utilizaron, un HDD y SSD secundarios, los cuales únicamente contienen los archivos de 4.27 GB, 20 GB y 52.1 GB, que serán utilizados para la transferencia de datos.

Se delimito que para la transferencia de datos esta será realizada entre unidades del mismo tipo, es decir del HDD secundario al HDD primario, así mismo del SSD secundario al SSD primario, puesto que como es sabido son tecnologías diferentes.

Para poder obtener la mejor tasa de transferencia en esta prueba las unidades fueron montadas en la misma computadora y conectadas al puerto sata III, que tiene velocidades de hasta 600 MB/s de lectura y escritura secuenciales (SanDisk, 2018).

En esta prueba se comprobará el tiempo que se tarda el HDD y SSD secundarios en transferir los archivos de 4.27 GB, 20 GB y 52.1 GB al HDD y SSD primarios, además de comprobar si existe una variación en la tasa de transferencia y en la temperatura del HDD y SDD al momento de realizar la prueba con los diferentes archivos y software utilizados.

Los archivos empleados para la ejecución de las pruebas fueron 3 los cuales se describen a continuación.

1. ISO del sistema operativo CentOS con un peso de 4.27 GB.

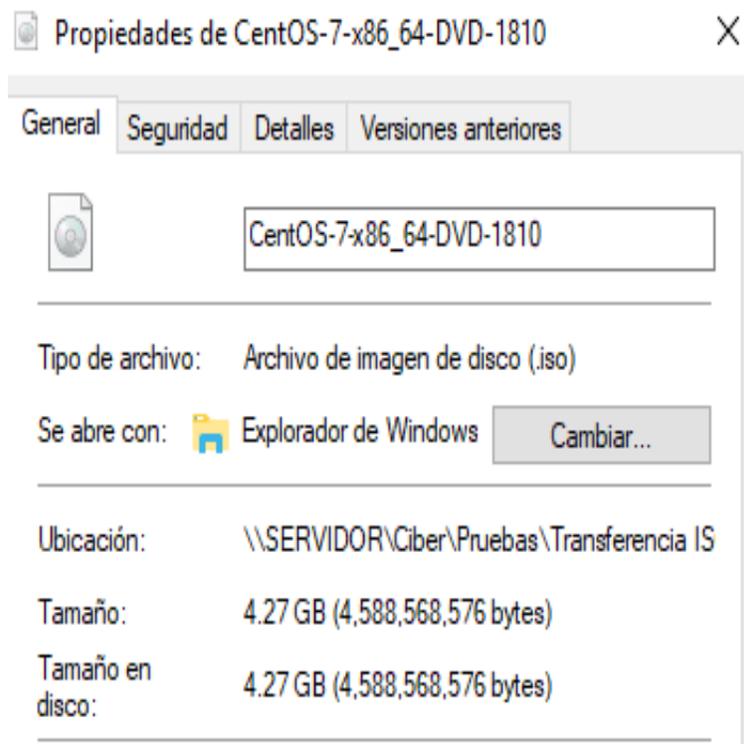


Figura 10 Archivo ISO CentOS de 4.27 GB.

Fuente: Elaboración propia.

2. Carpeta con música con un peso de 20 GB.

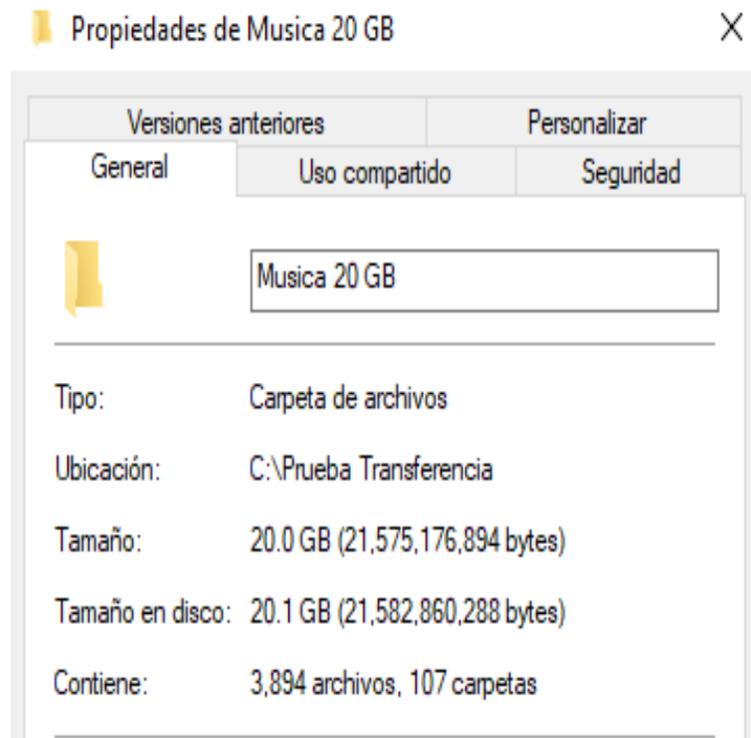


Figura 11 Archivo de música de 20 GB.

Fuente: Elaboración propia.

3. Carpeta con películas con un peso de 52.1 GB.

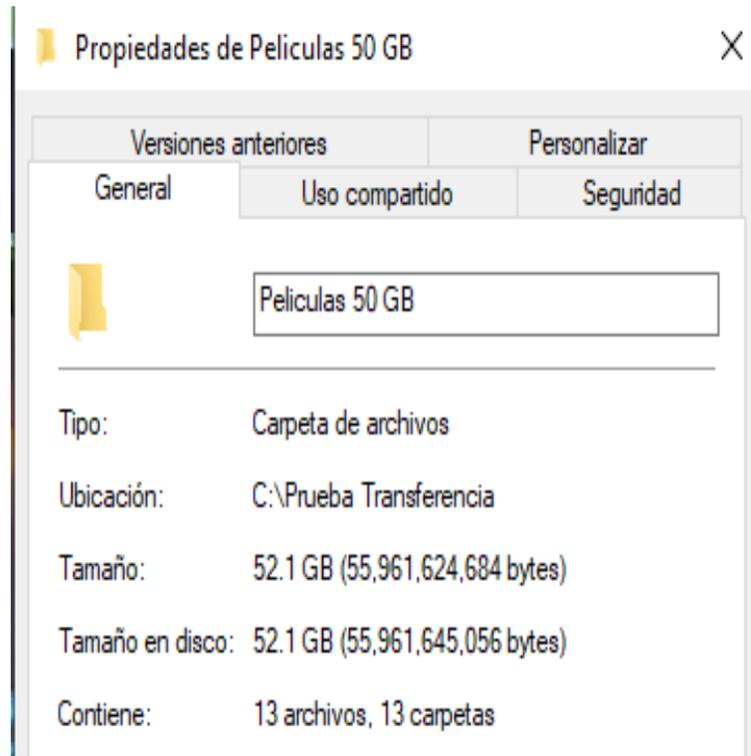


Figura 12 Archivo de películas de 52.1 GB.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen las características del HDD y SSD secundarios empleados para la prueba de transferencia de datos, así mismo el estado y el funcionamiento con el que cuentan ambas unidades, obtenidos con el software CrystalDiskInfo.

Especificaciones técnicas del HDD secundario.

- Modelo: Western Digital WD3200AAJS.
- Capacidad: 320 GB
- Velocidad de rotación: 7200 RPM
- Tamaño del HDD: 3.5 pulgadas.
- Interfaz: Serial ATA II
- Tamaño de búfer: 8 M



Figura 13 HDD secundario Western Digital WD3200AAJS

Fuente: Newegg.com - revisado 11/06/2019 20:04 p.m.

Especificaciones técnicas del SSD secundario.

- Modelo: Kingston A400.
- Factor de forma: 2.5"
- Interfaz: SATA Rev. 3.0 (6 Gb/s) – con compatibilidad inversa para SATA Rev. 2.0 (3 Gb/s).
- Capacidad: 240 GB.
- NAND: TLC.
- Transferencia comprensible de datos (ATTO): hasta 500 MB/s (lectura) y 350 MB/s (escritura)
- Temperatura de almacenamiento: - 40°C~85°C
- Temperatura de operación: 0°C~70°C
- Dimensiones: 100.0 x 69.9 x 7.0 mm (2,5")
- Peso: 41 g.
- Resistencia a las vibraciones en operación: 2.17 G pico (7 a 800 Hz)
- Resistencia a las vibraciones fuera de operación: 20 G pico (10 a 2000 Hz)
- Expectativa de vida útil: 1 millón de horas como MTBF
- Total, de bytes escritos (TBW): 80 TB



Figura 14 SSD secundario Kingston A400.

Fuente: Kingston.com – revisado 11/06/2019 20:07 p.m.

Estado del HDD y SSD secundarios.

Resultados sobre el estado de salud del HDD secundario, obtenidos con el software CrystalDiskInfo.

Los resultados que se obtuvieron al analizar el HDD con el software CrystalDiskInfo fueron los siguientes:

- Estado: bueno
- Temperatura: 31 °C.
- No. Veces encendido: 1000 veces.
- No. Horas encendido: 6005 horas.
- Datos S.M.A.R.T.: ningún error.

Como podemos observar el estado que tiene HDD secundario es bueno, no tiene ningún tipo de error ni está próximo a fallar esto fue verificado con la ayuda de los parámetros S.M.A.R.T, la temperatura obtenida es normal, y el uso que tiene es moderado con un total de 6005 horas.

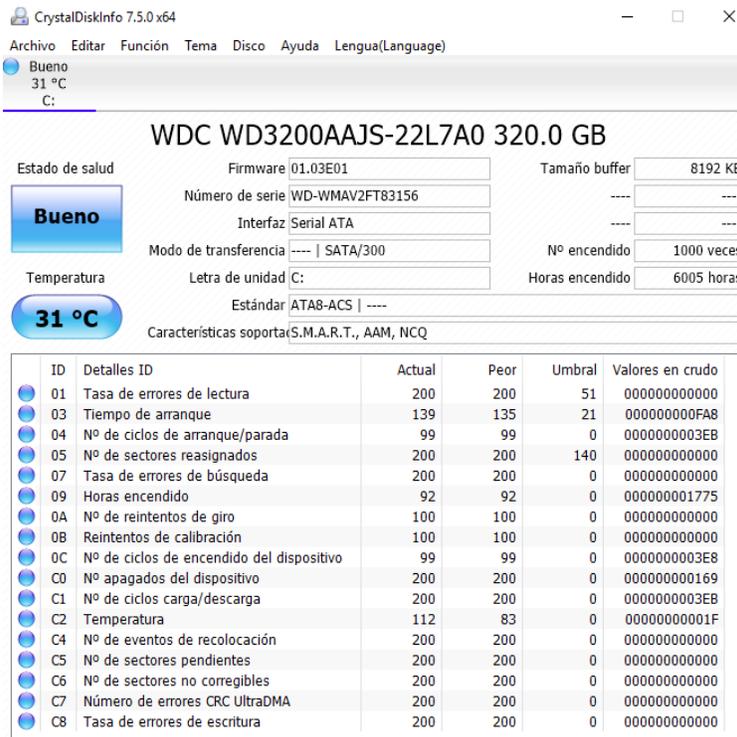


Figura 15 Características, estado y capacidad del HDD secundario.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados sobre el estado de salud del SSD, obtenidos con el software CrystalDiskInfo.

Los resultados obtenidos al analizar el SSD con el software CrystalDiskInfo fueron los siguientes:

- Estado: bueno
- Temperatura: 34 °C.
- No. Veces encendido: 765 veces.
- No. Horas encendido: 6253 horas.
- Datos S.M.A.R.T.: ningún error.

El SSD cuenta con un buen estado de salud, una temperatura normal similar al del HDD secundario, el tiempo de uso que tiene es moderado como lo podemos observar en las horas que ha estado encendió, teniendo un total de 6253 horas, la unidad no tiene ningún tipo de error o está próxima a fallar todo esto fue verificado con los parámetros S.M.A.R.T.

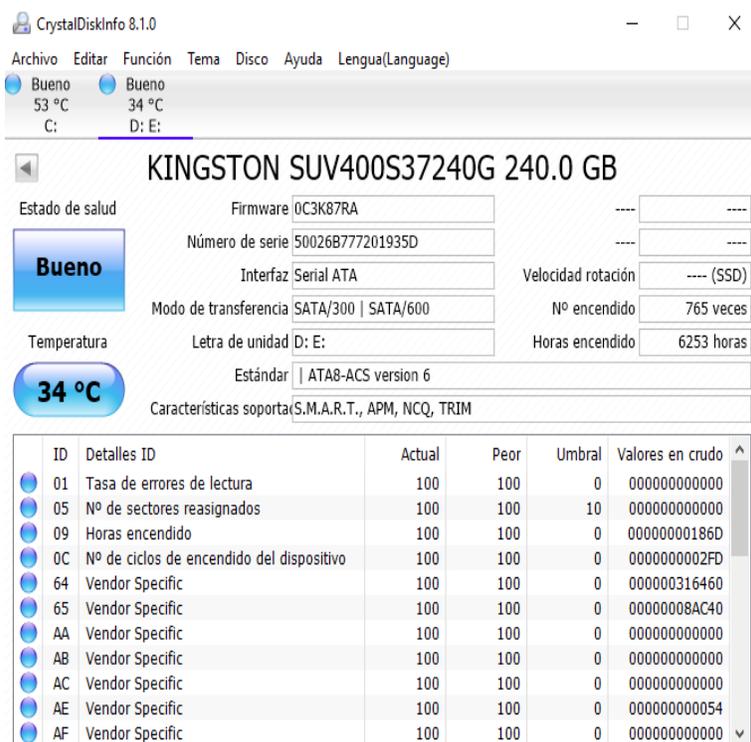


Figura 16 Características, estado y capacidad del SSD secundario.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Transferencia del archivo de 4.27 GB.

Transferencia del HDD secundario al HDD primario, archivo de 4.27 GB.

En la siguiente imagen se muestra el tiempo total que se tardó en realizar la transferencia del archivo de 4.27 GB, desde el HDD secundario al HDD primario.

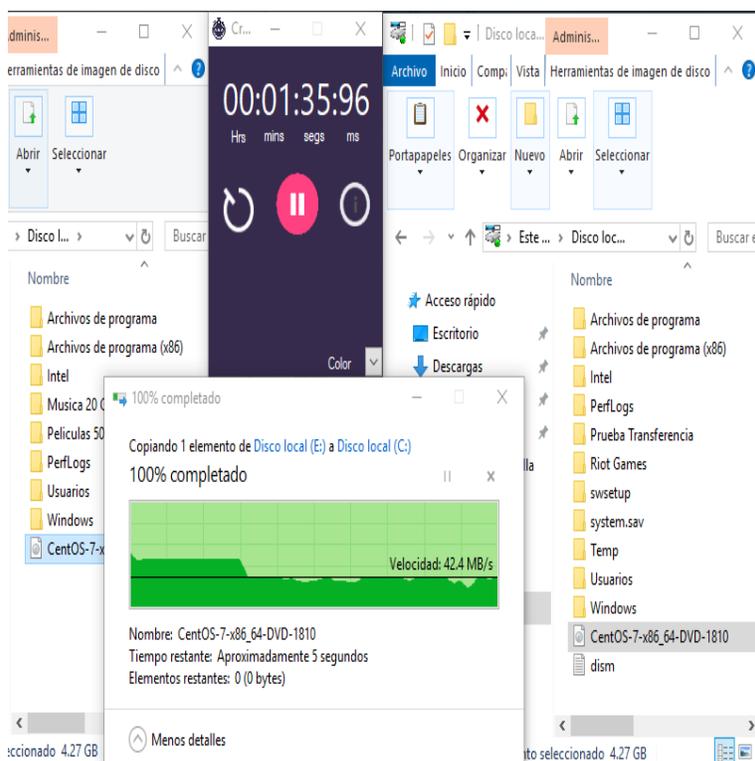


Figura 17 Tiempo realizado y tasa de transferencia del HDD primario con el archivo de 4.27GB.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al transferir el archivo de 4.27 GB del HDD secundario al HDD primario fueron los siguientes:

- El tiempo total que tardó el archivo en transferirse fue de 1 minuto con 35 segundos.
- La temperatura alcanzada por el HDD primario al momento de la prueba fue de 38°C y para el HDD secundario fue de 34°C.
- La tasa de transferencia al principio de la prueba fue de aproximadamente 100 MB/s, después de pasar el 10% de la transferencia, la velocidad tuvo una caída en la cual la tasa se mantuvo en un promedio de 40 MB/s y 50 MB/s.

Transferencia del SSD secundario al SSD primario, archivo de 4.27 GB.

En la siguiente imagen se muestra el tiempo total que se tardó el realizar la transferencia del archivo de 4.27 GB, desde el SSD secundario al SSD primario.

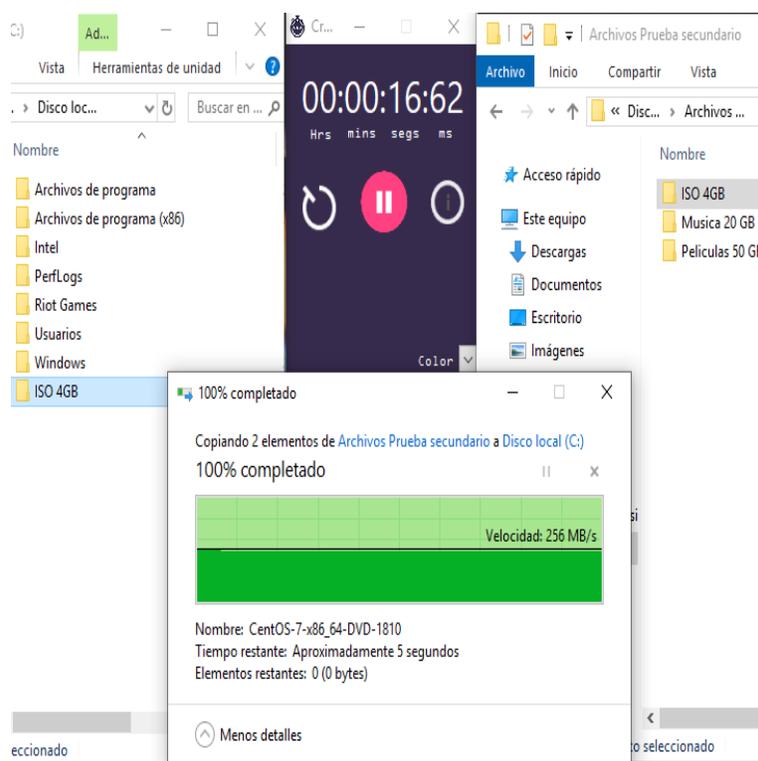


Figura 18 Tiempo realizado y tasa de transferencia del SSD primario con el archivo de 4.27GB.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al transferir el archivo de 4.27 GB del SSD secundario al SSD primario fueron los siguientes:

- El tiempo total que tardo el archivo en transferirse fue de 16 segundos.
- La temperatura alcanzada al momento de la prueba para el SSD primario fue de 43°C y para el SSD secundario fue de 25°C.
- La tasa de transferencia al copiar el archivo fue constante con una velocidad de 256 MB/s.
- Al momento de realizar la prueba la computadora no fue utilizada para ejecutar otro proceso.

4.4.2 Transferencia del archivo de 20 GB.

Transferencia del HDD secundario al HDD primario, archivo 20 GB.

En la siguiente imagen se muestra el tiempo total que se tardó en realizar la transferencia del archivo de 20 GB, desde el HDD secundario al HDD primario.

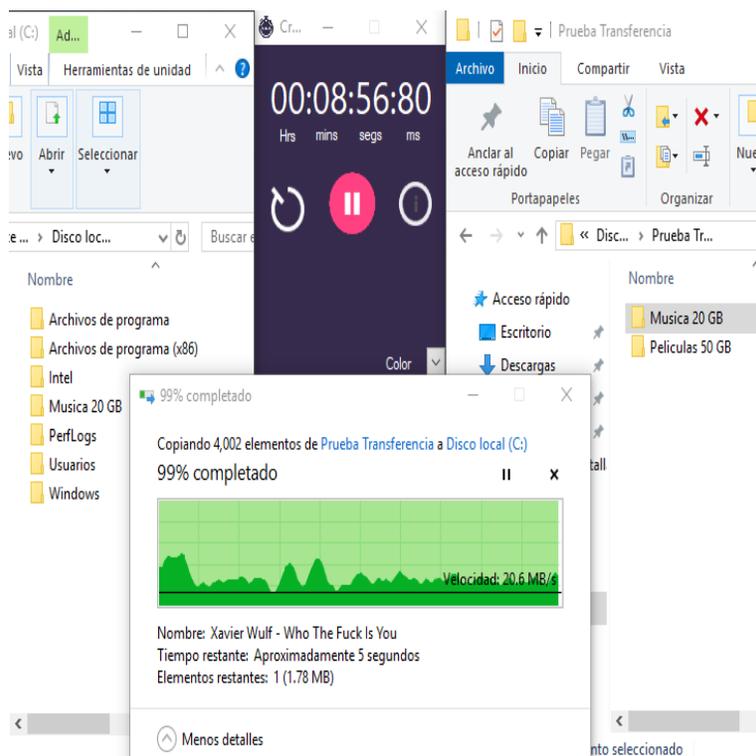


Figura 19 Tiempo realizado y tasa de transferencia del HDD primario con el archivo de 20 GB.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al transferir el archivo de 20 GB del HDD secundario al HDD primario se muestran a continuación:

- El tiempo total en realizar la transferencia del archivo fue de 8 minutos con 56 segundos.
- La temperatura alcanzada al momento de la prueba para el HDD primario fue de 30°C y para el HDD secundario fue de 22°C.
- La tasa de transferencia al copiar el archivo fue variable desde el inicio hasta el final de la prueba con una tasa promedio de 35 MB/s y 40 MB/s.

Transferencia del SSD secundario al SSD primario, archivo 20 GB.

En la siguiente imagen se muestra el tiempo total que se tardó en realizar la transferencia del archivo de 20 GB, desde el SSD secundario al SSD primario.

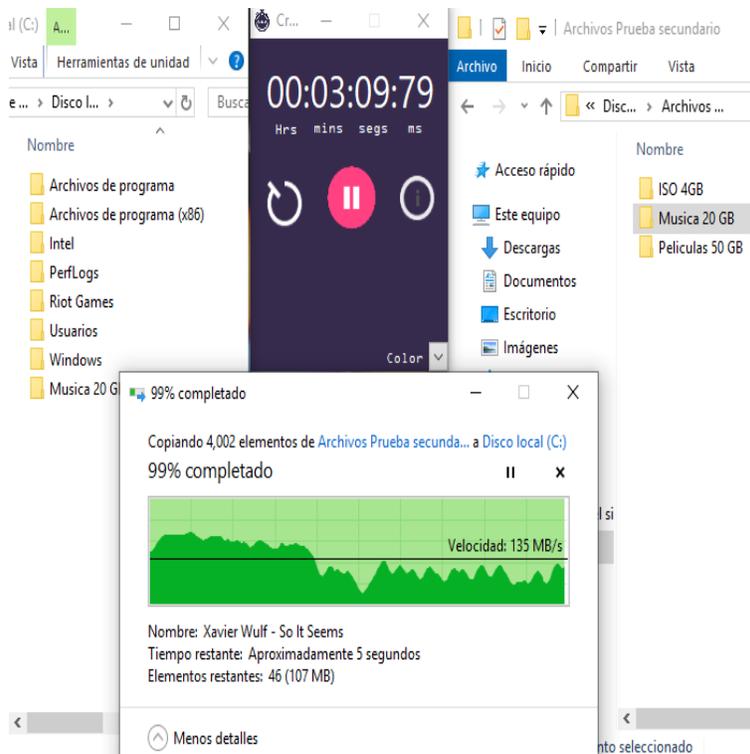


Figura 20 Tiempo realizado y tasa de transferencia del SSD primario con el archivo de 20 GB.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al transferir el archivo de 20 GB del SSD secundario al SSD primario se muestran a continuación:

- El tiempo total en realizar la transferencia del archivo fue de 3 minutos con 11 segundos.
- La temperatura alcanzada al momento de la prueba para el SSD primario fue de 43°C y para el SSD secundario fue de 25°C.
- La tasa de transferencia fue variable, al inicio fue de aproximadamente 200 MB/s, después del 50% de la transferencia la tasa se redujo a velocidades que iban desde 40 MB/s hasta los 100 MB/s.

4.4.3 Transferencia del archivo de 52.1 GB.

Transferencia del HDD secundario al HDD primario, archivo 52.1 GB.

En la siguiente imagen se muestra el tiempo total que se tardó en realizar la transferencia del archivo de 52.1 GB, desde el HDD secundario al HDD primario.

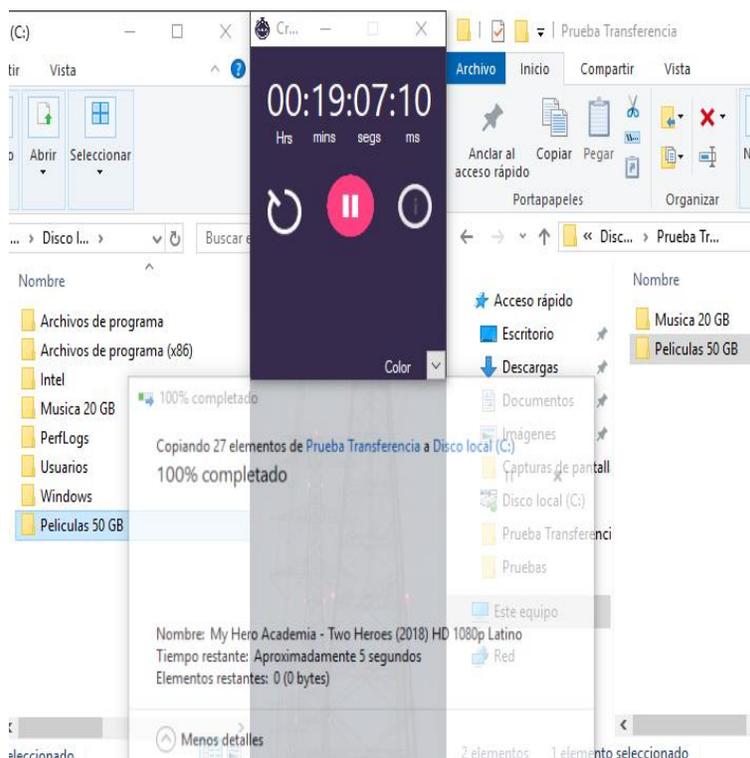


Figura 21 Tiempo realizado y tasa de transferencia del HDD primario con el archivo de 52.1 GB.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al transferir el archivo de 20 GB del HDD secundario al HDD primario se muestran a continuación:

- El tiempo total en realizar la transferencia del archivo fue de 19 minutos con 07 segundos.
- La temperatura alcanzada al momento de la prueba para el HDD primario fue de 33°C y para el HDD secundario fue de 32°C.
- La tasa de transferencia al principio fue de 100 MB/s, después del 10% de la transferencia la tasa se mantuvo en un promedio de 35 MB/s y 40 MB/s.

Transferencia del SSD secundario al SSD primario, archivo 52.1 GB.

En la siguiente imagen se muestra el tiempo total que se tardó el realizar la transferencia del archivo de 52.1 GB, desde el SDD secundario al SSD primario.

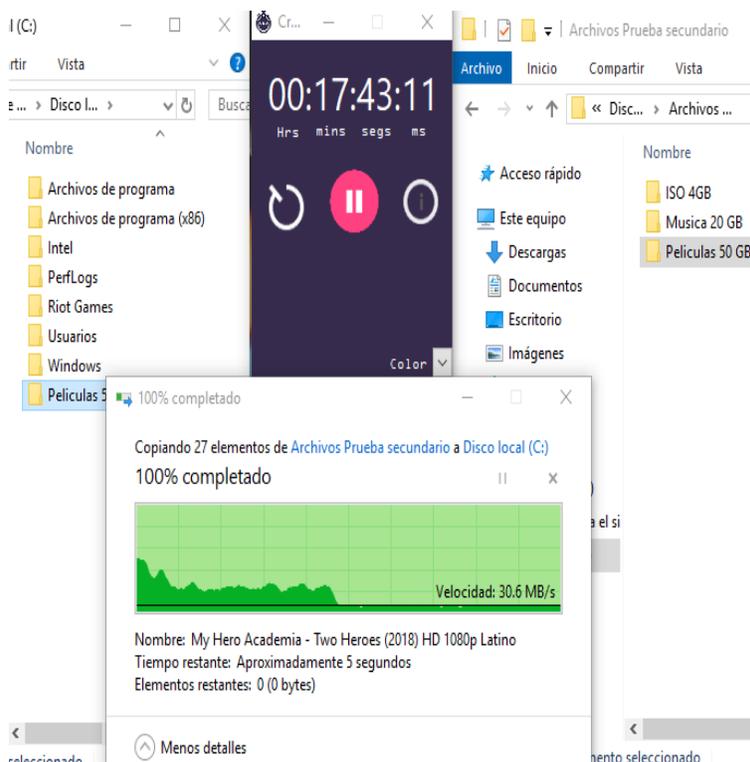


Figura 22 Tiempo realizado y tasa de transferencia del SSD primario con el archivo de 52.1 GB.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al transferir el archivo de 20 GB del HDD secundario al HDD primario se describen a continuación:

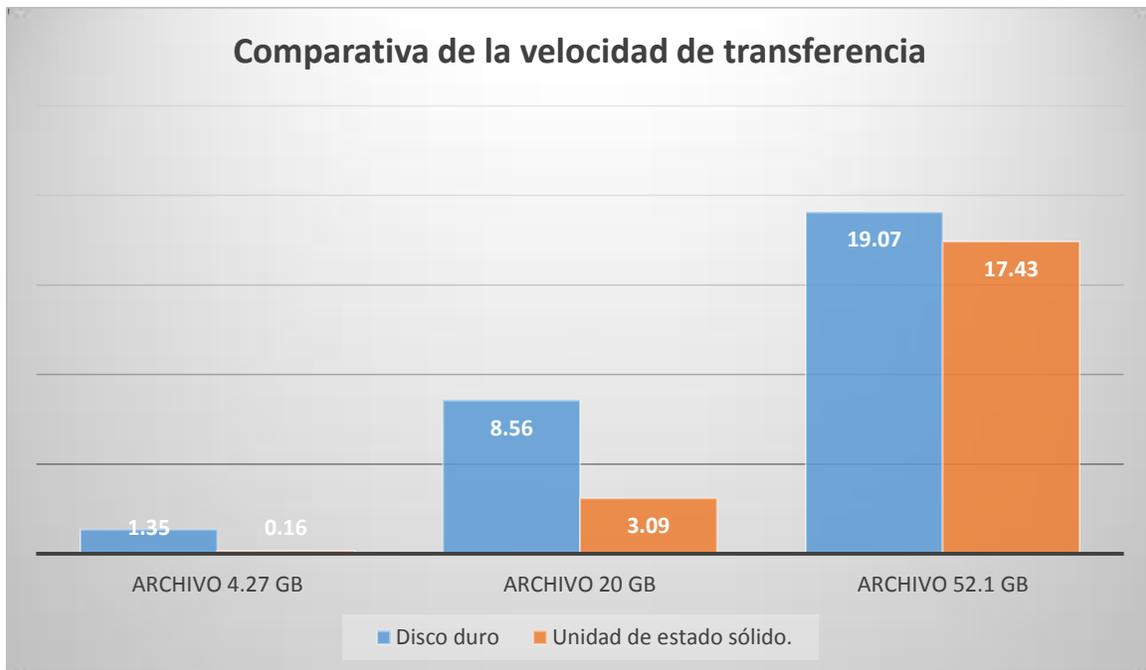
- El tiempo total en realizar la transferencia del archivo fue de 17 minutos con 43 segundos.
- La temperatura alcanzada al momento la prueba para el SSD primario fue de 57°C y para el SSD secundario fue de 28°C.
- La tasa de transferencia fue variable empezó con velocidades de 200 MB/s, después del 10% de transferencia las velocidades ya iban en aproximadamente 100 MB/s, pasando el 50% de transferencia se mantuvo en un promedio de 30 MB/s y 40 MB/s.

En la siguiente tabla se muestra el tiempo que tardó en realizar la prueba el HDD y SSD, así como la tasa de transferencias alcanzadas por las unidades con los diferentes archivos utilizados.

Tipo.	Tiempo.	Temperatura.	Tasa de transferencia.
HDD archivo ISO 4.27 GB.	1:35 minutos.	30°C.	Al principio fue de 100 MB/s, después del 10% la tasa fue de 40/50 MB/s.
SSD archivo ISO 4.27 GB.	0:16 segundos.	43°C.	Constante de 256 MB/s.
HDD archivo música 20 GB.	8:56 minutos.	30°C.	Variable 35 MB/s y 40 MB/s.
SSD archivo música 20 GB.	3:09 minutos.	43°C.	Al principio fue de 200 MB/s, después del 10% la tasa fue de 40/100 MB/s.
HDD archivo películas 52.1 GB.	19:07 minutos.	33°C.	Al principio fue de 100 MB/s, después del 10% la tasa fue de 35/40 MB/s.
SSD archivo películas 52.1 GB.	17:43 minutos.	57°C.	Al principio 200 MB/s, A la mitad de la prueba iba en 100 MB/s, después fue de 30/40 MB/s.

Tabla 7 Comparación general de los resultados obtenidos en la prueba "Transferencia de datos".

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 4 Comparativa de la velocidad de transferencia entre el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Resultados generales medida “Transferencia de datos”.

Con los resultados obtenidos en las pruebas anteriores de transferencia con los archivos de 4.27 GB, 20 GB y 52.1 GB, podemos concluir que el SSD es mejor en transferencias de archivos pequeños, con un peso no mayor a los 20 GB, llegando a tener tasas de transferencias de 256 MB/s y temperaturas normales para este modelo en específico.

En transferencias de archivos mayores a los 50 GB, ambas unidades obtuvieron resultados similares, pero el SSD tiende a tener temperaturas por encima de lo normal llegando a los 57°C, por lo que la tasa de transferencia se ve afectada teniendo velocidades lentas de entre 30 MB/s y 40 MB/s, en cuanto al HDD la temperatura es normal con archivos de gran tamaño, y la tasa de transferencia es similar a la del SSD con velocidades que van desde los 35 MB/s a los 40 MB/s.

Para efectos de esta prueba y para comprobar si la temperatura de otro modelo SSD (Kingston A400) llegaba a obtener valores de aproximadamente 57°C, se realizó una transferencia con el archivo de 52.1 GB, obteniendo como resultado una temperatura máxima de 28°C, con lo cual se comprueba que el modelo ADATA SU650, tiene problemas con la transferencia de grandes cargas de datos.

4.5 Medida “Velocidad de lectura y escritura”.

Prueba velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD.

Esta prueba pretende comprobar con la ayuda de software especializado, las velocidades de lectura y escritura que se pueden alcanzar en el HDD y SSD, con pruebas de acceso a los datos de manera secuencial y aleatoria.

La velocidad en los HDD se mide con la velocidad de giro (rotaciones por minuto, o rpm) que tienen respectivamente cada disco al interior de HDD, mientras más rápido gire el disco, más rápidamente el HDD podrá encontrar la información o archivo que se busca, pero también será mayor el ruido y el calor generado (Seagate T. , 2019) (Javier, 2016).

4.5.1 Velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software CrystalDiskMark.

CrystalDiskMark es un programa gratuito para Windows, con él se puede realizar un test de velocidad donde nos indicará dos parámetros importantes que debemos saber diferenciar: la velocidad de lectura y la velocidad de escritura (Velasco, 2015) (Lopez J. , 2018).

Esta prueba trata de medir con ayuda de diferentes tipos de test secuenciales y aleatorios, la velocidad de lectura y escritura que tiene la unidad de almacenamiento. No se recomienda hacerlo constantemente en las unidades ya que disminuye el tiempo de vida de las mismas.

Los tipos de prueba que realiza el software CrystalDiskMark son:

Seq Q32T1: Secuencial (Tamaño de bloque = 128KiB) Lectura / Escritura con varias colas y subprocesos.

4K Q8T8: Lectura / escritura aleatoria de 4KiB con múltiples colas y subprocesos.

4K Q32T1: Lectura / escritura aleatoria de 4KiB con múltiples colas y subprocesos.

4K Q1T1: Lectura / escritura aleatoria de 4KiB con múltiples colas y subprocesos.

Resultados del HDD con el software CrystalDiskMark.

Los resultados obtenidos con base a los diferentes test llevados a cabo al HDD con el software CrystalDiskMark, nos arrojó los siguientes datos:

- Seq Q32T1- lectura: 73.50 MB/s, escritura: 73.60 MB/s.
- 4 KIB Q8T8 - lectura: 0.667 MB/s, escritura: 1.172 MB/s.
- 4 KIB Q32T1 - lectura: 0.678 MB/s, escritura: 1.167 MB/s.
- 4 KIB Q1T1 - lectura: 0.359 MB/s, escritura: 1.204 MB/s.

La velocidad secuencial alcanzada por el HDD fue de 73.50 MB/s de lectura y 73.60 MB/s de escritura, datos obtenida del test Seq Q32T1, mientras tanto la velocidad aleatoria fue de 0.667 MB/s de lectura y 1.172 MB/s de escritura obtenida del test 4 KIB Q8T8.

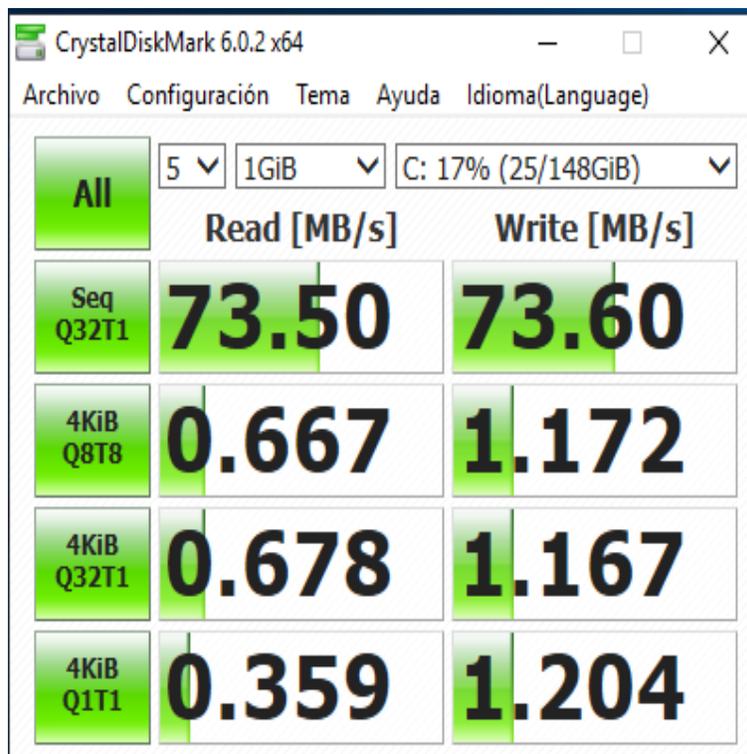


Figura 23 Velocidad de lectura y escritura del HDD obtenida con el software CrystalDiskMark.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del SSD con el software CrystalDiskMark.

Los resultados obtenidos con base a los diferentes test llevados a cabo al SSD con el software CrystalDiskMark, nos arrojó los siguientes datos:

- Seq Q32T1- lectura: 275.5 MB/s, escritura: 264.1 MB/s.
- 4 KIB Q8T8 - lectura: 115.1 MB/s, escritura: 193.6 MB/s.
- 4 KIB Q32T1 - lectura: 114.7 MB/s, escritura: 126.6 MB/s.
- 4 KIB Q1T1 - lectura: 21.45 MB/s, escritura: 40.66 MB/s.

La velocidad secuencial alcanzada por el SSD fue de 275.5 MB/s de lectura y 264.1 MB/s de escritura, datos obtenidos del test Seq Q32T1, mientras tanto la velocidad aleatoria fue de 115.1 MB/s de lectura y 193.6 MB/s de escritura obtenida del test 4 KIB Q8T8.

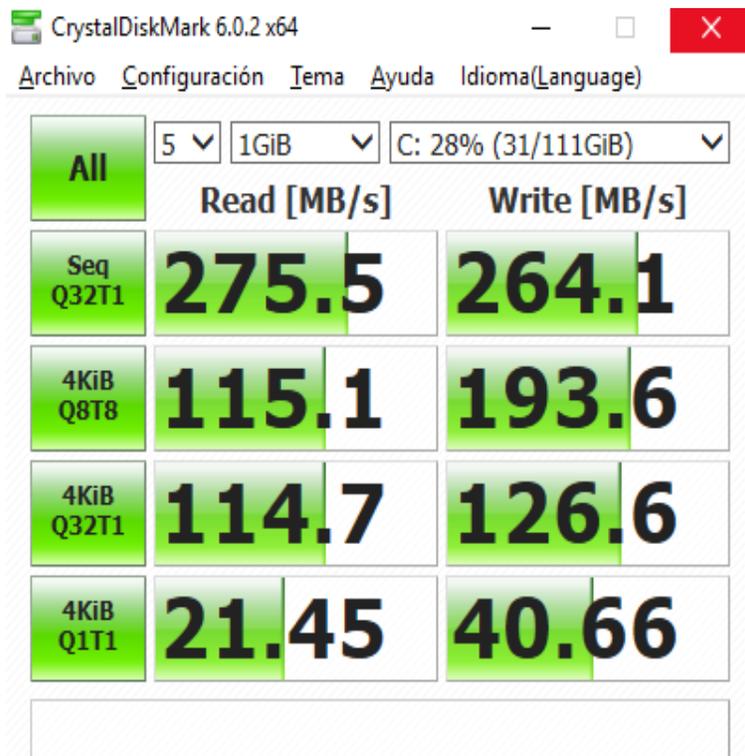


Figura 24 Velocidad de lectura y escritura del SSD obtenida con el software CrystalDiskMark.

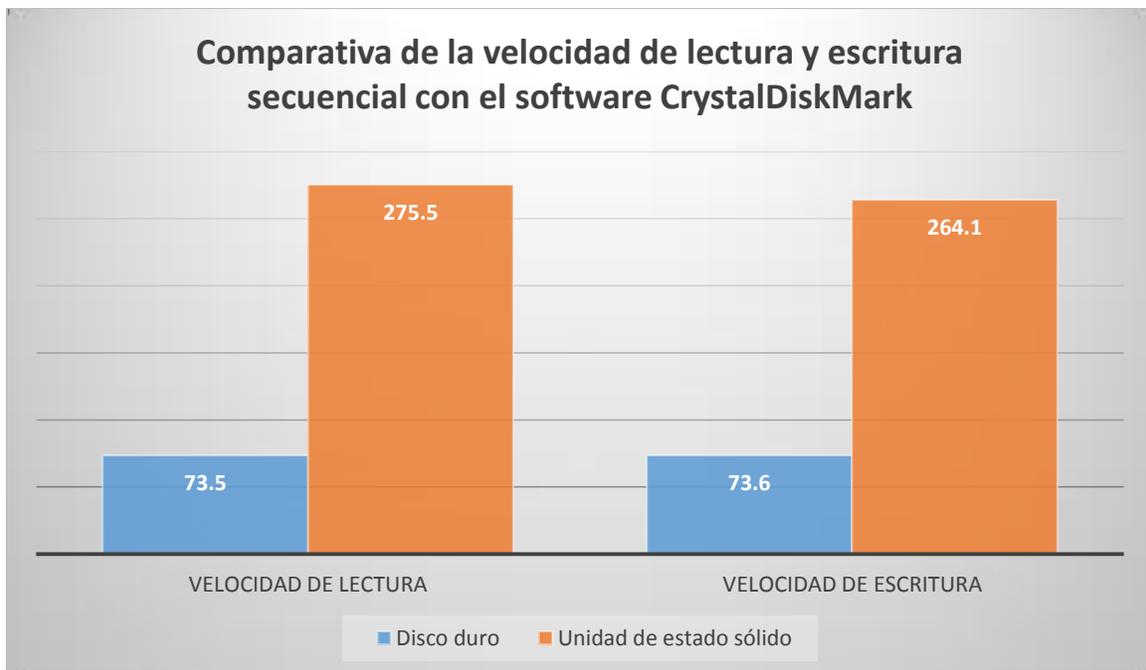
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra la comparación y los resultados que se obtuvieron con el software CrystalDiskMark, en los diferentes test de lectura y escritura secuencial y aleatoria realizados al HDD y SSD.

Prueba.	HDD lectura	HDD escritura	SSD lectura	SSD escritura
Seq Q32T1	73.50 MB/s	73.60 MB/s	275.5 MB/s	264.1 MB/s
4 KIB Q8T8	0.667 MB/s	1.172 MB/s	115.1 MB/s	193.6 MB/s
4 KIB Q32T1	0.678 MB/s	1.167 MB/s	114.7 MB/s	126.6 MB/s
4 KIB Q1T1	0.359 MB/s	1.204 MB/s	21.45 MB/s	40.66 MB/s

Tabla 8 Comparación de los resultados de la prueba “Velocidad de lectura y escritura” del HDD y SSD con el software CrystalDiskMark.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 5 Comparativa de la velocidad de lectura y escritura secuencial del HDD y SSD con el software CrystalDiskMark.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software IsMyHdOK.

IsMyHdOK es un sencillo software creado para servir en las operaciones de benchmarking, lo que le permite probar la velocidad de lectura y escritura de cualquier volumen del sistema (Pardo, 2018).

Las operaciones que realiza el software consisten en leer y escribir datos de forma continua, en bloques de 4 o 512 kb de datos, así como ejecutar en paralelo 64 bloques de 4 kb. El 'Tiempo de acceso' se refiere a la cantidad de tiempo que toma entre cada acción de lectura / escritura, que se mide en milisegundos (Filecluster, 2018).

Resultados del HDD con el software IsMyHdOK.

Los resultados obtenidos con base a los diferentes test realizados al HDD con el software IsMyHdOK, nos arrojó los siguientes datos:

- Secuencial - Lectura: 66.82 MB/s, Escritura: 62.29 MB/s.
- 4K - Lectura: 0.33 MB/s, Escritura: 0.97 MB/s.
- 512K - Lectura: 26.16 MB/s, Escritura: 35.05 MB/s.
- 64 X 4K - Lectura: 0.75 MB/s, Escritura: 0.99 MB/s.
- Tiempo de acceso - Lectura: 12.5115 ms, Escritura: 4.2171 ms.

La velocidad secuencial alcanzada por el HDD fue de 66.82 MB/s de lectura y 62.29 MB/s de escritura, datos recabados del test secuencial, mientras tanto la velocidad aleatoria alcanzada fue de 26.16 MB/s de lectura y 35.05 MB/s de escritura, datos recabados del test 512K, el tiempo de acceso que tiene el HDD fue de 12.5115 MS (milisegundos) de lectura y 4.2171 MS de escritura.

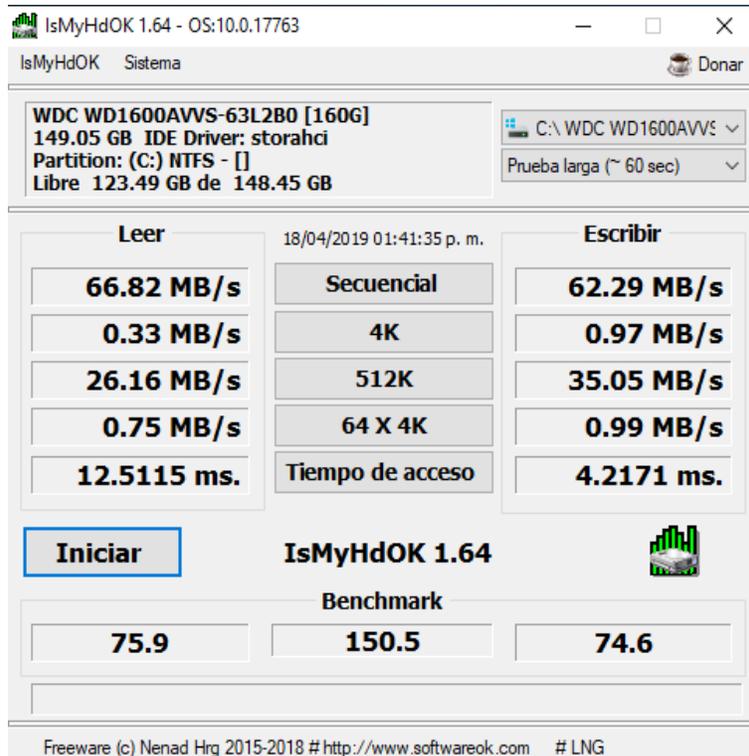


Figura 25 Velocidad de lectura y escritura del HDD con el software IsMyHdOK.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del SSD con el software IsMyHdOK.

Los resultados obtenidos con base a los diferentes test realizados al SSD con el software IsMyHdOK, nos arrojó los siguientes datos:

- Secuencial - Lectura: 254.83 MB/s, Escritura: 227.65 MB/s.
- 4K - Lectura: 19.30 MB/s, Escritura: 36.27 MB/s.
- 512K - Lectura: 124.92 MB/s, Escritura: 35.09 MB/s.
- 64 X 4K - Lectura: 67.57 MB/s, Escritura: 67.16 MB/s.
- Tiempo de acceso - Lectura: 0.2123 ms, Escritura: 0.1129 ms.

La velocidad secuencial alcanzada por el SSD fue de 254.83 MB/s de lectura y 227.65 MB/s de escritura, datos recabados del test secuencial, mientras tanto la velocidad aleatoria alcanzada fue de 124.92 MB/s de lectura y 35.09 MB/s de escritura, datos recabados del test 512K, el tiempo de acceso que tiene el SSD fue de 0.2123 MS de lectura y 0.1129 MS de escritura.

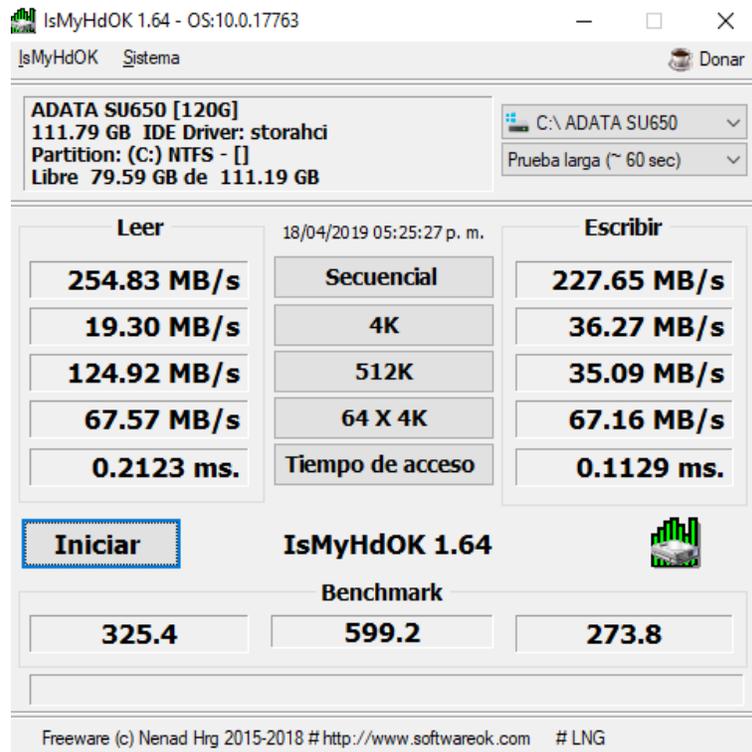


Figura 26 Velocidad de lectura y escritura del SSD con el software IsMyHdOK.

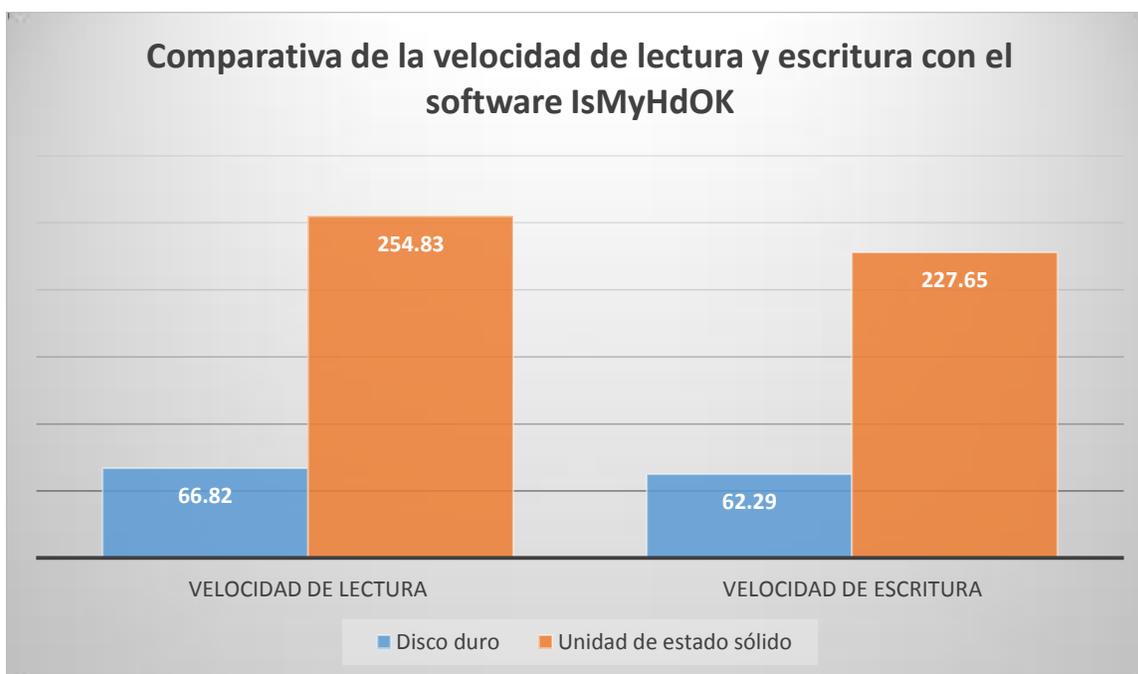
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra la comparación y los resultados que se obtuvieron con el software IsMyHdOK, en los diferentes test de lectura y escritura secuencial y aleatoria realizados al HDD y SSD.

Prueba.	HDD lectura	HDD escritura	SSD lectura	SSD escritura
Secuencial.	66.82 MB/s	62.29 MB/s	254.83 MB/s	227.65 MB/s
4K	0.33 MB/s	0.97 MB/s	19.30 MB/s	36.27 MB/s
512K	26.16 MB/s	35.05 MB/s	124.92 MB/s	35.09 MB/s
64 X 4K	0.75 MB/s	0.99 MB/s	67.57 MB/s	67.16 MB/s
Tiempo de acceso.	12.5115 ms	4.2171 ms	0.2123 ms	0.1129 ms

Tabla 9 Comparación de los resultados de la prueba "Velocidad de lectura y escritura" del HDD y SSD con el software ISMYHDOK.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 6 Comparativa de la velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software IsMyHdOK.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software Parkdale.

Parkdale es una herramienta confiable de evaluación comparativa de HDD y SSD que prueba el rendimiento de las velocidades de lectura y escritura que tienen las unidades.

El programa es fácil de usar y presenta una interfaz de usuario básica que no requiere mucho tiempo para familiarizarse. La interfaz nos muestra las opciones con las que cuenta el programa, seguidamente del apartado de las unidades de almacenamiento que tenemos en el equipo , y en el último apartado contamos con el tamaño del archivo para la prueba y el botón de Start para comenzar la prueba.

Resultados del HDD con el software Parkdale.

Los resultados obtenidos con base a los diferentes test realizados al HDD con el software Parkdale, nos arrojó los siguientes datos:

- Velocidad de escritura secuencial 63.9 MB/s.
- Velocidad de escritura Random QD32 – 1258.4 KB/s.
- velocidad de lectura secuencial 66.8 MB/s.
- Velocidad de lectura Random QD32 – 371.3 KB/s.

La velocidad secuencial alcanzada por el HDD fue de 63.9 MB/s de escritura y 66.8 MB/s de lectura, mientras tanto la velocidad aleatoria obtenida fue de 1258.4 KB/s de escritura y 371.3 KB/s de lectura.

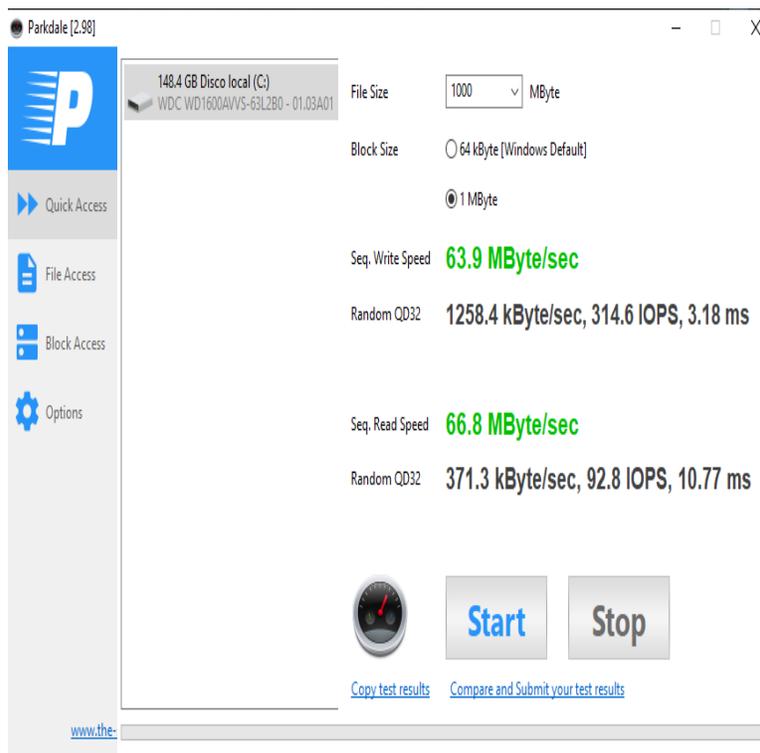


Figura 27 Velocidad de lectura y escritura del HDD con el software Parkdale.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del SSD con el software Parkdale.

Los resultados obtenidos con base a los diferentes test realizados al SSD con el software Parkdale, nos arrojó los siguientes datos:

- Velocidad de escritura secuencial 229.8 MB/s
- Velocidad de escritura Random QD32 – 37.5 MB/s
- velocidad de lectura secuencial 255.4 MB/s.
- Velocidad de lectura Random QD32 – 17.9 MB/s.

La velocidad secuencial alcanzada por el SSD fue de 229.8 MB/s de escritura y 255.4 MB/s de lectura, mientras tanto la velocidad aleatoria obtenida fue de 37.5 MB/s de escritura y 17.9 MB/s de lectura.

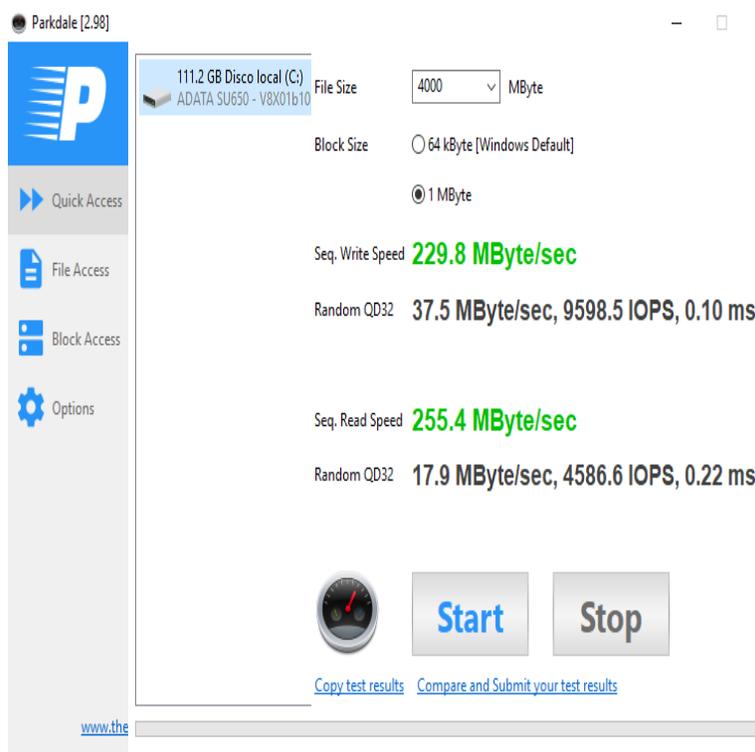


Figura 28 Velocidad de lectura y escritura del SSD con el software Parkdale.

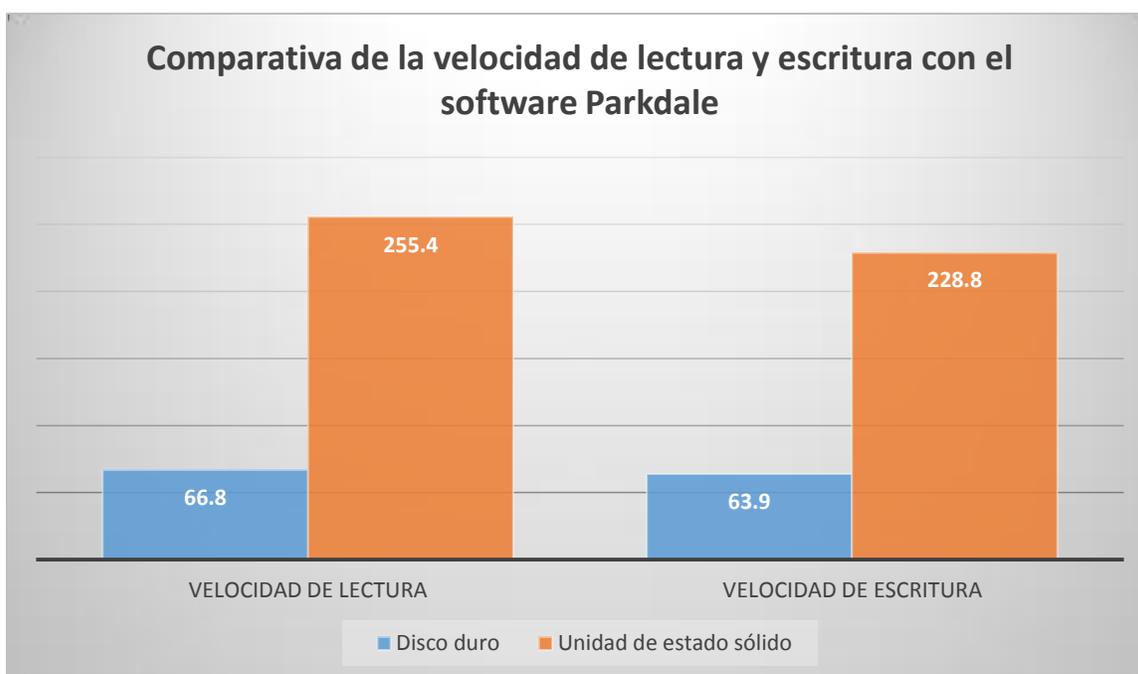
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra la comparación y los resultados que se obtuvieron con el software Parkdale, en los diferentes test de lectura y escritura secuencial y aleatoria realizados al HDD y SSD.

Prueba.	HDD lectura	HDD escritura	SSD lectura	SSD escritura
Secuencial.	66.8 MB/s	63.9 MB/s	255.4 MB/s	229.8 MB/s
Random QD32.	371.3 KB/s	1258.4 KB/s	17.9 MB/s	37.5 MB/s

Tabla 10 Comparación de los resultados de la prueba “Velocidad de lectura y escritura”, del HDD y SSD con el software Parkdale.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7 Comparativa de la velocidad de lectura y escritura del HDD y SSD con el software Parkdale.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4 Resultados generales medida “Velocidad de lectura y escritura”.

Con base a las distintas pruebas realizadas en la medida “Velocidad de lectura y escritura”, podemos concluir que el SSD es mejor, ya que alcanza velocidades de lectura y escritura tanto secuenciales como aleatorias 4 veces mayores a las que obtuvo el HDD.

Como ejemplo los valores obtenidos en esta prueba con el software CrystalDiskMark nos arrojaron que la velocidad de lectura y escritura secuencial del HDD fue de 73.50 MB/s y 73.60 MB/s, mientras que en el SDD fueron de 275.5 MB/s de lectura y 264.1 MB/s de escritura secuenciales ambas velocidades.

4.6 Medida “Rendimiento”.

Prueba de rendimiento del HDD y SSD.

En esta prueba se comprobará el tiempo que tarda el HDD y SSD en iniciar y apagar el sistema operativo Windows 10, de igual manera el tiempo que tarda en iniciar el programa CorelDraw y el navegador Google Chrome.

El en caso del inicio del sistema operativo, se tomará en cuenta que todos los servicios hayan cargado de manera correcta, esto se comprobará cuando se haya cargado el gadget de rendimiento en el escritorio. Para el apagado del sistema operativo se tomará en cuenta que la computadora no emita ningún tipo de sonido, por ejemplo: el giro que tiene el ventilador del procesador.

4.6.1 Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo en el HDD y SSD.

Resultados de la prueba, inicio del sistema operativo en el HDD.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la prueba de inicio del sistema operativo Windows 10 en el HDD:

- El tiempo que tardo el sistema operativo Windows en iniciar fue de 1 minuto con 6 segundos.
- La prueba fue monitoreada en todo momento y no se realizó ningún otro proceso o tarea al momento de esta.

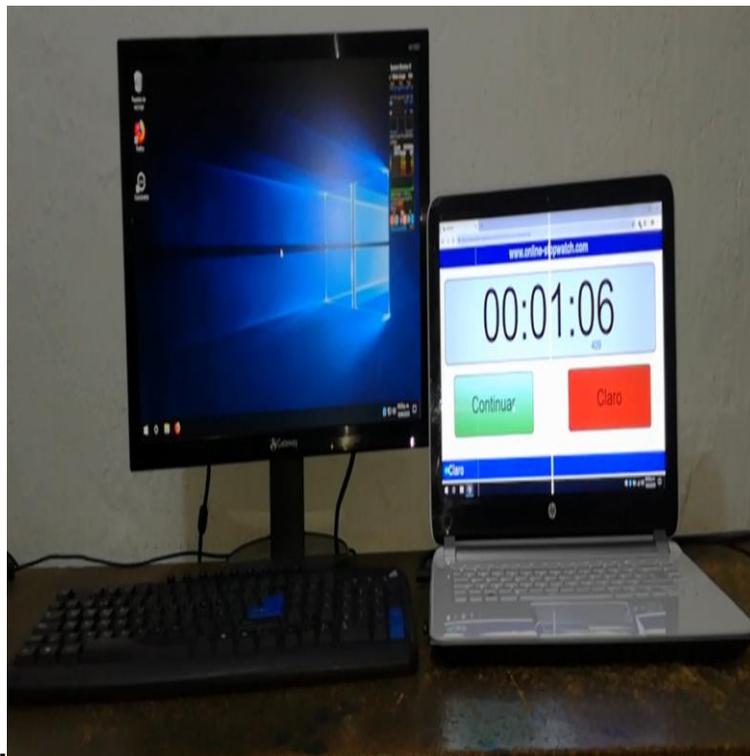


Figura 29 Inicio del sistema operativo en el HDD.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba, inicio del sistema operativo en el SSD.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la prueba de inicio del sistema operativo Windows 10 en el SSD:

- El tiempo que tardo el sistema operativo Windows en iniciar fue de 34 segundos, esto se comprobó con la carga del gadget en la parte superior derecha del escritorio como se observa en la figura 30.

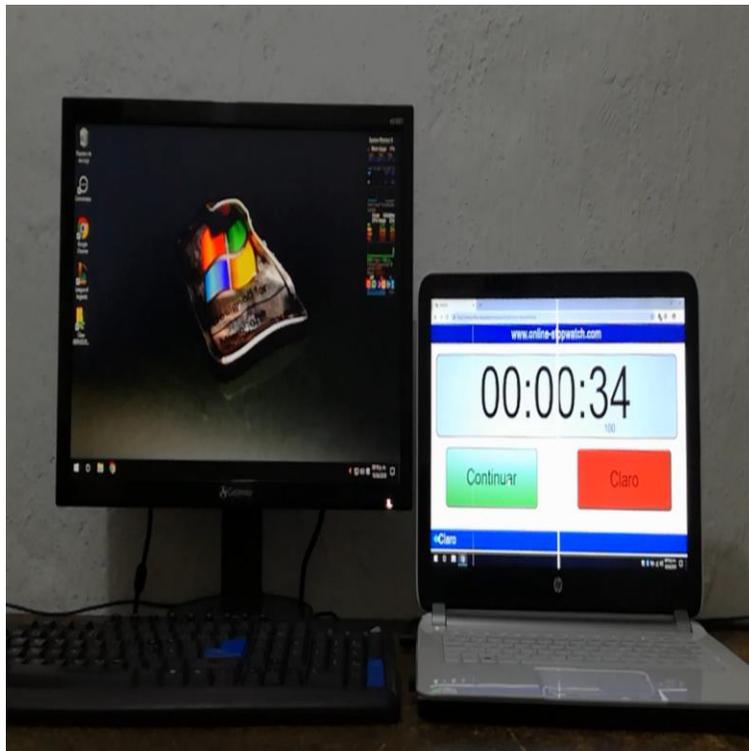


Figura 30 Inicio del sistema operativo en el SSD.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba, apagado del sistema operativo en el HDD.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la prueba de apagado del sistema operativo Windows 10 en el HDD:

- El tiempo que tardó el sistema operativo Windows en apagar totalmente la computadora con el HDD fue de 16 segundos, como se muestra en la figura 31.

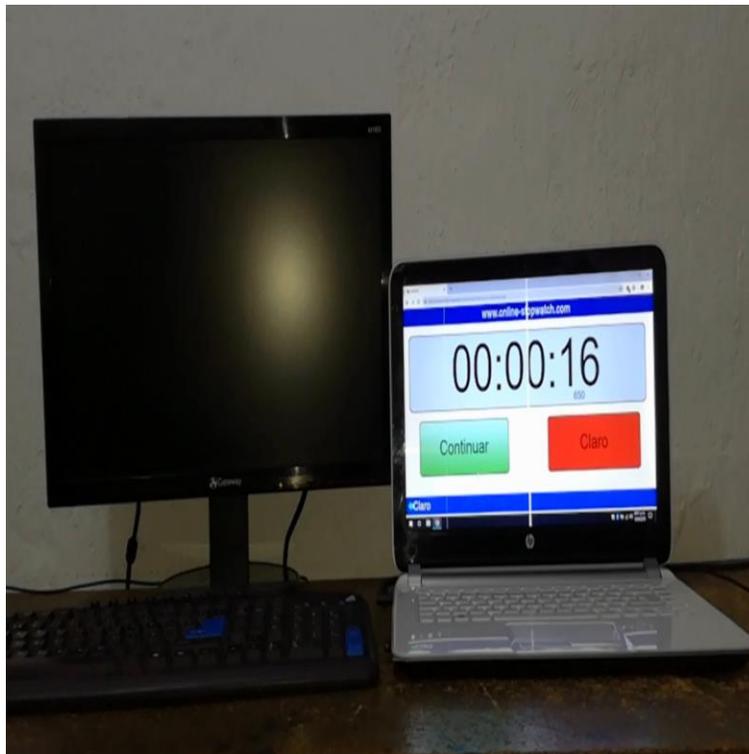


Figura 31 Apagado del sistema operativo en el HDD.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba, apagado del sistema operativo en el SSD.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la prueba de apagado del sistema operativo Windows 10 en el SSD:

- El tiempo que tardo el sistema operativo Windows en apagar totalmente la computadora con el SSD fue de 8 segundos.

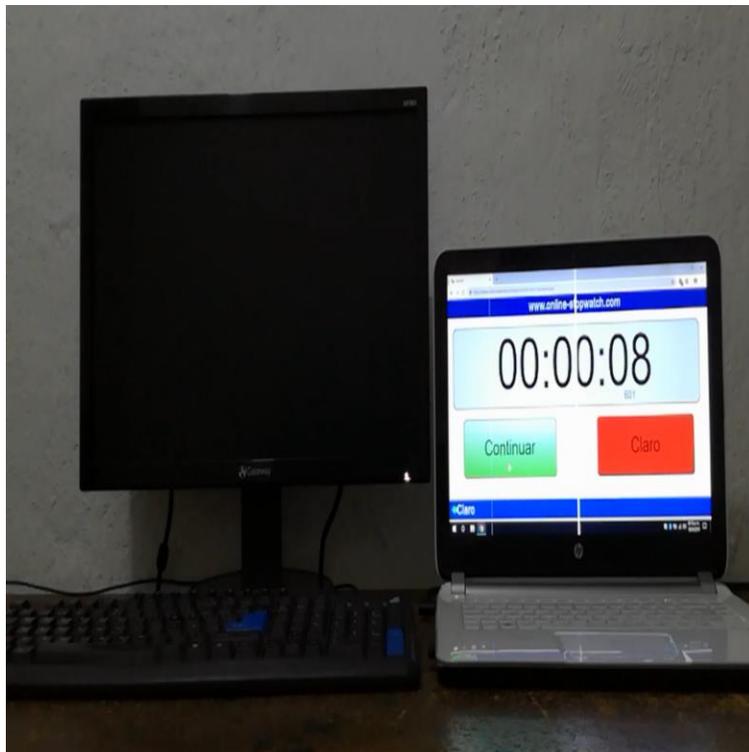


Figura 32 Apagado del sistema operativo en el SSD.

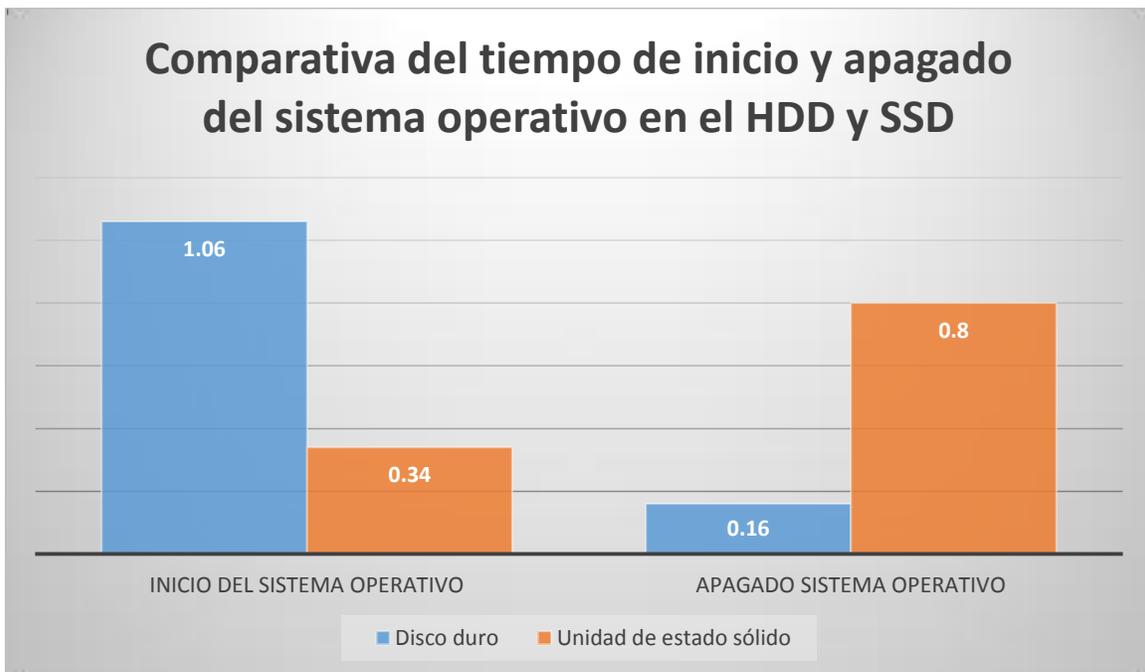
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra la comparación y los resultados obtenidos en la prueba de encendido y apagado del sistema operativo en el HDD y SSD.

Tipo de prueba.	HDD.	SSD.
Inicio del sistema operativo.	1 minuto 06 segundos	34 segundos.
Apagado del sistema operativo.	16 segundos.	8 segundos.

Tabla 11 Comparación y resultados de la prueba “Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo”, del HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 8 Comparativa del tiempo de inicio y apagado del sistema operativo en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 Velocidad al iniciar el navegador Google Chrome en el HDD y SSD.

Resultados de la prueba, tiempo de inicio del navegador en el HDD.

Como se muestra en la figura 33, el tiempo que tardo el sistema operativo con el HDD en abrir el navegador Google Chrome fue de 10 segundos con 57 milésimas de segundo.

La computadora al momento de realizar la prueba no fue utilizada para ejecutar algún otro proceso distinto al del navegador, además de que no se había cargado el navegador previamente en el buffer del HDD.

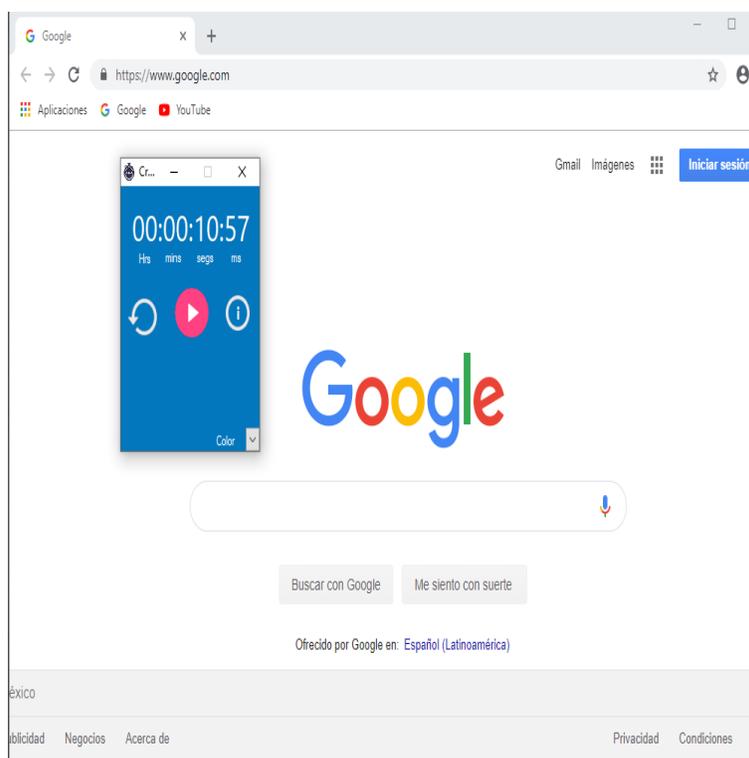


Figura 33 Tiempo que tardo Windows en abrir el navegador Google Chrome en el HDD.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba, tiempo de inicio del navegador en el SSD.

Como se muestra en la figura 34, el tiempo que tardo el sistema operativo con el SSD en abrir el navegador Google Chrome fue de 3 segundos con 19 milésimas de segundo.

El navegador para esta prueba no fue cargado previamente en el buffer del SSD.

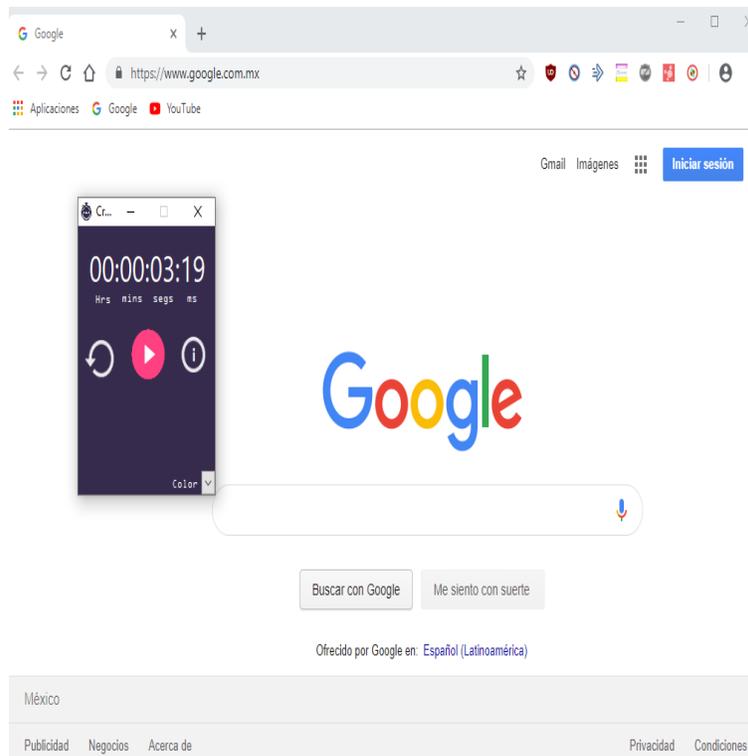


Figura 34 Tiempo que tardo Windows en abrir el navegador Google Chrome en el SSD.

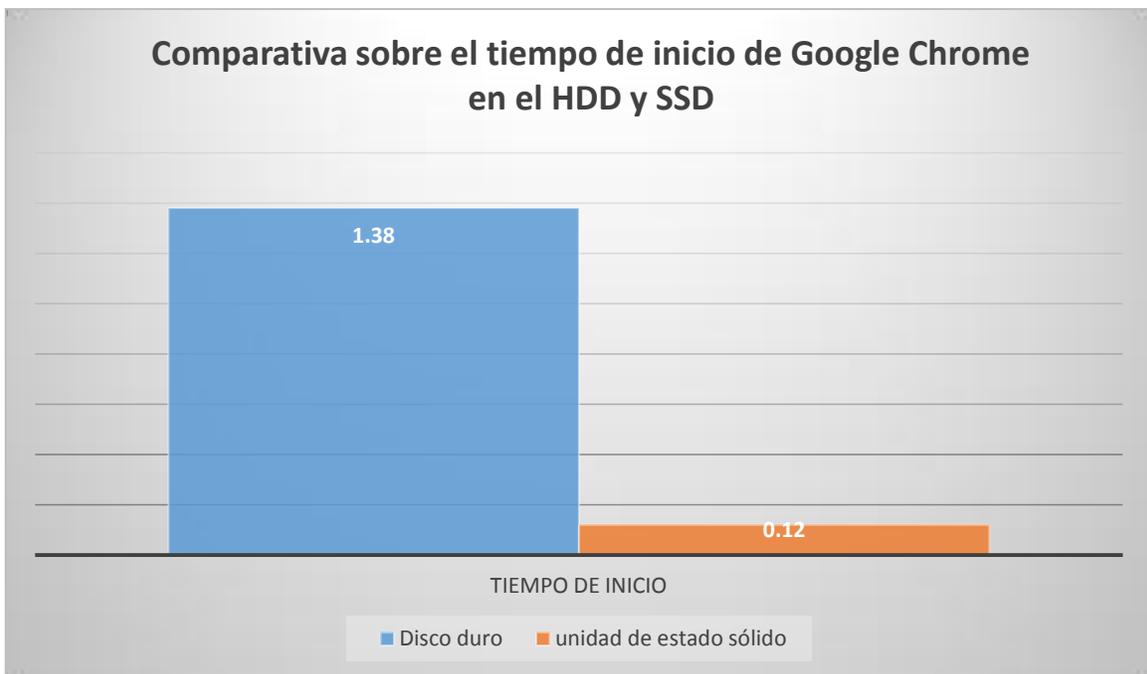
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los resultados y la comparación de la prueba de inicio del navegador Google Chrome en el HDD y SSD.

Tipo de prueba.	HDD.	SSD.
Inicio de Google Chrome	10 segundos	3 segundos.

Tabla 12 Comparativa y resultados sobre el tiempo que tarda Windows en abrir el navegador Google Chrome en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 9 Comparativa sobre el tiempo de inicio del Navegador Google Chrome en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3 Velocidad al iniciar CorelDraw en el HDD y SSD.

Resultados de la prueba, tiempo de inicio de CorelDraw en el HDD.

Los resultados obtenidos sobre el tiempo que tardo el HDD en iniciar el programa CorelDraw para un primer uso fue de 1 minuto con 38 segundos como se observa en la figura 35.

Para esta prueba el programa CorelDraw no estaba guardado en el buffer del HDD ya que era su primer uso.

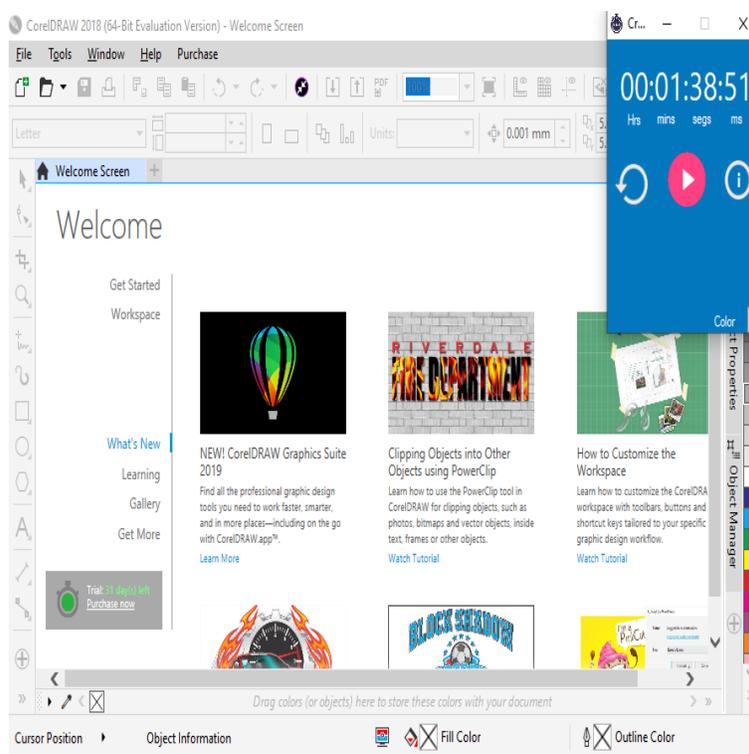


Figura 35 Tiempo que tardo Windows en abrir el programa CorelDraw en el HDD.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba, tiempo de inicio de CorelDraw en el SSD.

Los resultados obtenidos sobre el tiempo que tardo el SSD en iniciar el programa CorelDraw para un primer uso fue de 12 segundos con 53 centésimas segundos como se observa en la figura 36.

Para esta prueba el programa CorelDraw no estaba guardado en el buffer del SSD ya que era su primer uso.

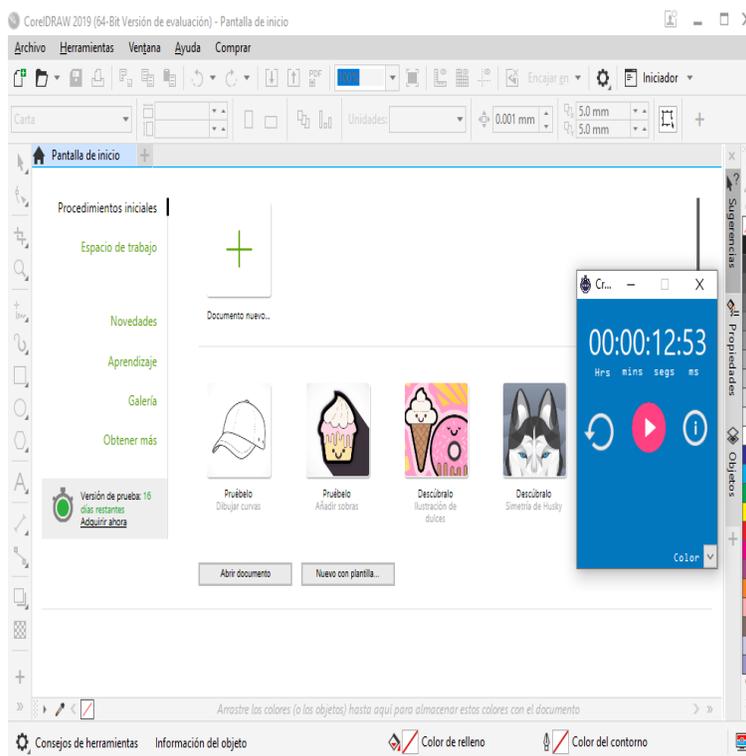


Figura 36 Tiempo que tardo Windows en abrir el programa CorelDraw en el SSD.

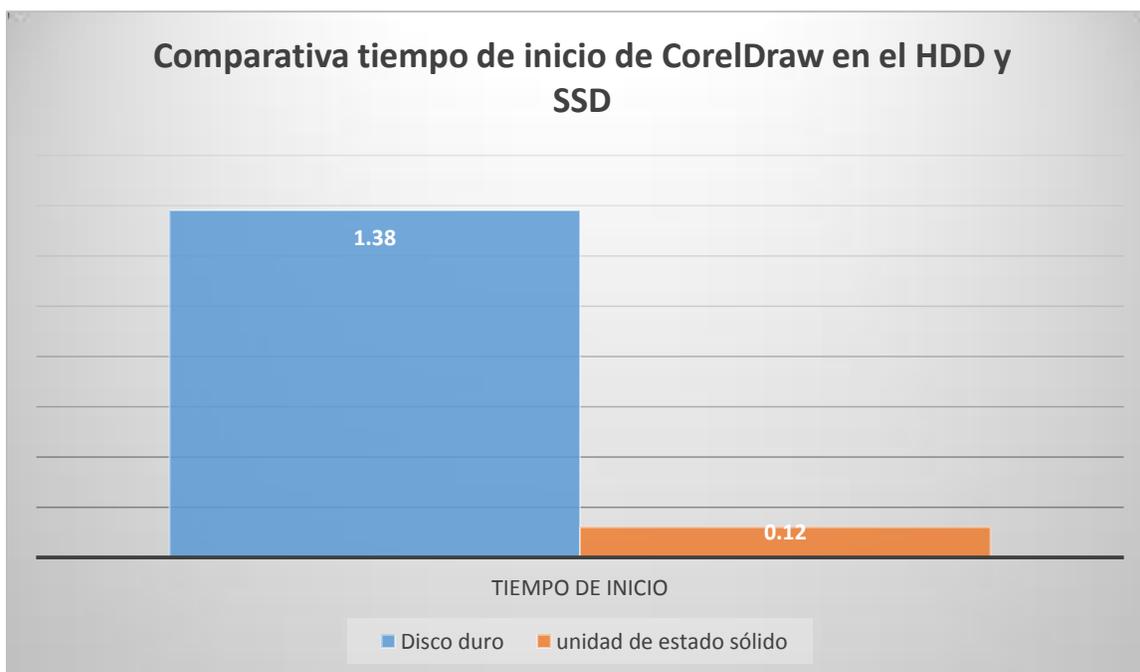
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los resultados y la comparación de la prueba de inicio del programa CorelDraw en el HDD y SSD.

Tipo de prueba.	HDD.	SSD.
Inicio de CorelDraw	1 minuto 38 segundos	12 segundos.

Tabla 13 Comparativa sobre el tiempo que tarda Windows en abrir el programa CorelDraw en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 10 Comparativa sobre el tiempo de inicio del programa CorelDraw en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.4 Resultados generales medida “Rendimiento”.

El SSD es la unidad más rápida para el inicio y apagado del sistema operativo Windows 10, así como para el inicio y la ejecución de programas instalados en el SSD, esta afirmación se basa en los resultados obtenidos en las pruebas de rendimiento hechas al SSD.

Con este resultado podemos concluir, que el usuario al usar un SSD obtiene una ventaja al realizar sus tareas y actividades informáticas diarias, ya que estas se desempeñan de una manera más óptima, rápida y la ejecución se realiza en un menor tiempo.

4.7 Medida “Resistencia”.

Prueba de resistencia del HDD y SSD.

En esta prueba se comprobará el grado de tolerancia que tiene el HDD y SSD al abrir un gran número de procesos, así como la resistencia que estos tienen ante una caída.

El propósito de ejecutar un gran número procesos en cada unidad, es alcanzar un uso del 100% y monitorear el comportamiento que va teniendo cada una de las unidades en el desarrollo de la prueba así mismo saber cuál es el límite de procesos que pueden soportar antes de verse perjudicado su rendimiento y colapsar.

Con la caída se pretende saber si el HDD y SSD soportan golpes desde una altura de 1.60 Mts, y si estas siguen funcionando de manera habitual después de la prueba.

4.7.1 Prueba de tolerancia a múltiples tareas y procesos en el HDD y SSD.

Resultados de la prueba tolerancia múltiples procesos realizada en el HDD.

Los resultados obtenidos en la prueba para el HDD fueron los siguientes:

El HDD soporto un máximo 10 procesos ejecutados a la vez, estos no aumentaron significativamente la temperatura de la unidad que llegó a 34°C, pero ocasionaron que el HDD se ejecutara de manera lenta y algunos procesos se quedaron en espera de ejecutarse.

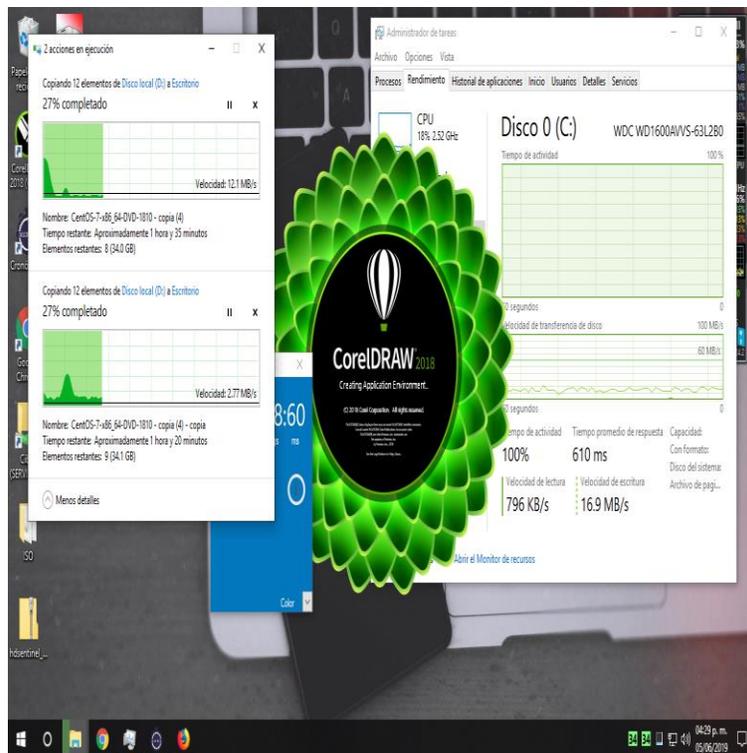


Figura 37 Prueba de tolerancia a múltiples procesos en el HDD.

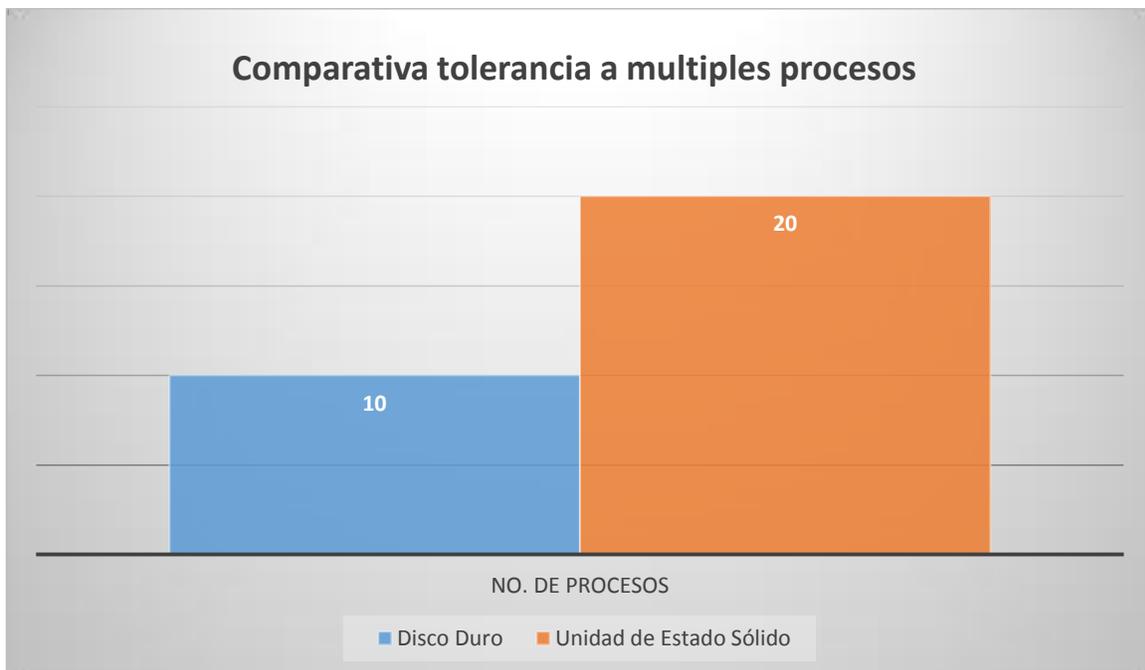
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los resultados y la comparativa obtenida en la prueba de tolerancia múltiples procesos en el HDD y SSD.

Tipo de prueba	HDD.	SSD.
Tolerancia a múltiples procesos.	Menor a 10 procesos.	Mayor a 20 procesos.
Temperatura.	34°C.	52°C.

Tabla 14 Comparativa y resultados obtenidos en la prueba de tolerancia a múltiples procesos en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 11 Comparativa sobre la tolerancia a múltiples procesos en el HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2 Prueba tolerancia a caídas en el HDD y SSD.

Resultados de la prueba tolerancia a caídas aplicada al HDD.

La siguiente prueba se realizó 1 sola vez, la caída fue de una altura de 1.60 Mts aproximadamente con la cual nos pudimos cerciorar que el HDD no soporta caídas o golpes de alturas iguales a 1.60 Mts, ya que al término de la prueba y después de conectarlo a la computadora esta no lo detecto, ni inicio el sistema operativo de manera habitual, lo cual nos confirma que quedo inutilizable después de la caída.

El HDD sufrió daños internos ya que al encenderlo este emite sonidos de manera extraña, en la pantalla de la computadora nos informó que había que reiniciar e instalar una unidad funcional.

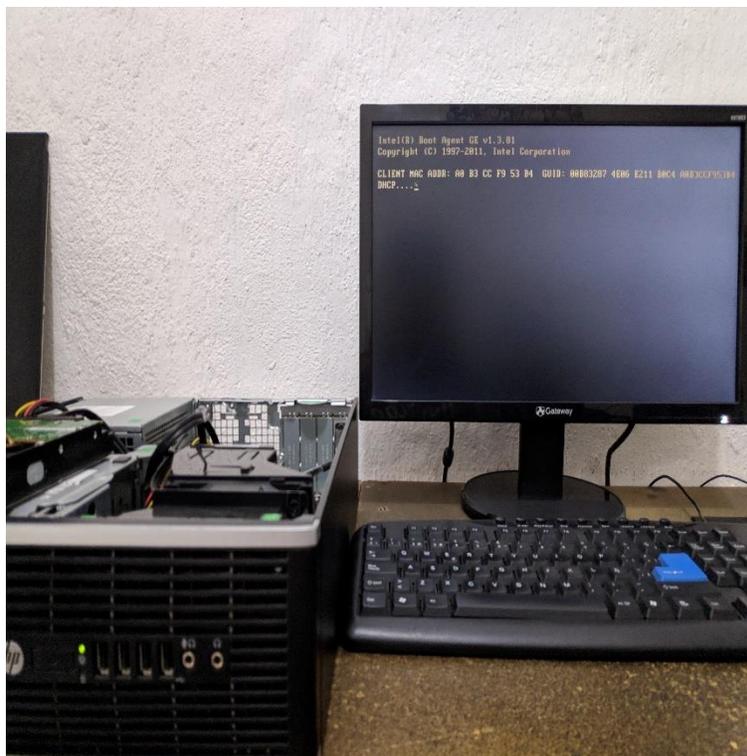


Figura 39 Comprobación del estado del HDD.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba tolerancia a caídas aplicada al SSD.

La siguiente prueba se realizó 1 única vez, la caída fue desde una altura de 1.60 Mts aproximadamente en la que pudimos cerciorarnos que el SSD soporta caídas o golpes de alturas iguales a 1.60 Mts, puesto que después de la prueba, fue reconocido por la computadora normalmente, no emite ningún sonido extraño y encendió de manera correcta, cargando el sistema operativo normalmente, Windows no nos informó sobre algún problema que pudiera tener la unidad.

El SSD no sufrió daños internos ni externos ya que su apariencia física no cambio en lo más mínimo y su funcionamiento sigue siendo el adecuado.



Figura 40 Comprobación del SSD después de la caída.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los resultados y la comparativa obtenida en la prueba de tolerancia a caídas aplicadas en el HDD y SSD.

Tipo de prueba.	HDD.	SSD.
Tolerancia a caída	No funcional	funcional

Tabla 15 Comparación sobre la prueba tolerancia a caídas.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.3 Resultados generales medida “Resistencia”.

Con resultados obtenidos en la medida resistencia concluimos, que el HDD no es una unidad que este pensada ni sirva para abrir un gran número de proceso y tareas al mismo tiempo, ya que su rendimiento se ve perjudicado ocasionando que el sistema operativo se trabe o ejecute los procesos de manera lenta, y por consiguiente el usuario se vea afectado al realizar sus tareas informáticas de manera eficientemente.

En cuanto a la resistencia del HDD, este es tolerable a caídas desde alturas mínimas, puesto que en caídas a gran altura las partes mecánicas que este contiene en su interior son dañadas, como nos pudimos cerciorar en el caso de nuestra prueba.

El SSD por otro lado, tiene un desempeño eficiente a la hora de abrir un gran número de aplicaciones y procesos al mismo tiempo y en cuanto a la resistencia que este tiene se puede concluir que soporta caídas y golpes bruscos de una altura de 1.60 Mts, sin verse afectado su funcionamiento ni rendimiento.

4.8 Comparación general de las 5 medidas realizadas al HDD y SSD.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en las 5 medidas y con las 14 pruebas que se realizaron en el HDD y SSD.

Medida.	Tipo de prueba.	Prueba realizada.	Resultados HDD.	Resultados SSD.
1. Tiempo de vida.	Estado de la unidad.	1. Software CrystalDiskInfo.	=	=
		2. Software Hard Disk sentinel.	=	=
		3. Software HD Tune.	=	=
2. Transferencia de datos.	Tiempo de transferencia de archivos.	1. Archivo de 4.27 GB.	✗	✓
		2. Archivo de 20 GB	✗	✓
		3. Archivo de 52.1 GB.	✓	✗
3. Velocidad de lectura y escritura.	Velocidad de lectura y escritura.	1. Software CrystalDiskMark.	✗	✓
		2. Software IsMyHdOK.	✗	✓
		3. Software Parkdale.	✗	✓
4. Rendimiento.	Rendimiento.	1. Tiempo de inicio y apagado del sistema operativo.	✗	✓
		2. Tiempo de inicio del navegador Google Chrome.	✗	✓
		3. Tiempo de inicio del programa CorelDraw.	✗	✓
5. Resistencia.	Resistencia	1. Tolerancia a múltiples procesos.	✗	✓
		2. Tolerancia a caídas.	✗	✓

Tabla 16 Comparación general de las pruebas realizadas al HDD y SSD.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 16, los resultados obtenidos son los siguientes:

El SSD gano en 10 de las 14 pruebas realizadas.

El HDD gano en 1 de las 14 pruebas realizadas.

El HDD y SSD empataron en 3 de las 14 pruebas realizadas.

Con estos datos se puede concluir que el SSD tiene como única desventaja la transferencia de archivos con gran tamaño, ya que, estos producen que la temperatura del SSD aumente significativamente y se vea afectado el rendimiento del mismo.

Conclusiones.

Con los resultados obtenidos en las 5 medidas y con las 14 pruebas realizadas en el HDD y SSD, podemos afirmar que el SSD es la mejor unidad, puesto que gana en 10 de las 14 pruebas llevadas a cabo en comparación al HDD el cual únicamente gana en la prueba de transferencia de archivos de gran tamaño, además de haber obtenido ambas unidades los mismos resultados en 3 pruebas, las cuales se basan en determinar el estado y uso de cada unidad.

Basándose en porcentajes podemos determinar que el SSD gana en un 72% las pruebas en comparación al HDD que obtuvo un total del 7%, así mismo estos obtuvieron resultados similares en un 21% de las pruebas, lo que da un total del 100%, en una escala de 0 a 100.

En la medida transferencia de datos, se concluyó que el SSD es mejor para realizar transferencia de datos con un peso igual o menor a los 20 GB, sin embargo, en transferencias iguales o mayores a los 50 GB ambas unidades obtuvieron el mismo desempeño en velocidad y tasa de transferencia.

En la medida velocidad de lectura y escritura, el SSD es mejor puesto que arrojó excelentes resultados en las pruebas realizadas, obteniendo velocidades 4 veces superiores a las alcanzadas por el HDD.

En la medida de rendimiento, el SSD destaca en comparación al HDD puesto que se ve una mejora notable a la hora de iniciar y apagar el sistema operativo, así como en la ejecución de múltiples procesos.

En la medida de resistencia, el SSD es superior ya que en las dos pruebas realizadas obtuvo resultados contundentes en comparación al HDD, puesto que en la primera prueba el SSD no se trajo ni disminuyó su rendimiento al ejecutar un gran número de procesos a la vez y en la prueba de caída no sufrió ningún tipo de ruptura y en cuanto a su funcionamiento este es el habitual.

Recomendaciones de adquisiciones de un HDD o SSD.

Las recomendaciones a las que se llegaron una vez concluido el objetivo de este estudio comparativo fueron las siguientes.

Si eres un usuario que descarga y almacena grandes cantidades de información, donde suele ser prioridad la capacidad por encima de la velocidad, la mejor opción es un HDD, ya que estas unidades en su relación costo / almacenamiento son la mejor elección.

Si en cambio tus actividades requieren de una computadora veloz, con mucha más eficiencia a la hora de iniciar aplicaciones, sistema operativo, carga de juegos rápida, transferir archivos, y no almacenar grandes cantidades de información, la mejor opción es un SSD.

La última recomendación a proponer es, si eres un usuario que almacena gran cantidad de información, y aparte buscas una buena eficiencia de tu computadora, la mejor elección sería combinar ambas unidades, de tal manera que el SSD únicamente sea utilizado para almacenar el sistema operativo y las aplicaciones primordiales y en el HDD sea guardada la información del usuario, teniendo una buena velocidad de ejecución en las aplicaciones instaladas en la computadora y obteniendo una capacidad de almacenamiento aceptable.

Trabajos Futuros

Durante el desarrollo de la investigación surgieron temas los cuales no se pudieron ahondar de manera más amplia, y que se espera puedan trabajar en un futuro. Los cuales están relacionados directamente con el presente trabajo.

A continuación, se presentan los trabajos, que pueden en un futuro desarrollarse como resultado de la presente investigación, para poder ser tratados de manera profunda.

- Comparación de la unidad de estado sólido y el disco duro híbrido, con el fin de determinar las características, ventajas y desventajas que ambas unidades tienen.
- Comparativa entre las unidades de almacenamiento, SSD SATA, SSD M.2 y SSD PCIE, en cuanto a las ventajas, desventajas, costo, calidad y el precio, para determinar cuál es mejor para cada actividad.

Bibliografía

- Aceituno, V. (2006). *Seguridad de la información, expectativas riesgos y técnicas de protección*. Limusa Noriega Editores.
- Albert, M., & Gerard, E. (s de 2011). *Estructura de computadores*. Universitat Oberta de Catalunya.: Eureka Media.
- Arteaga, S. (26 de Noviembre de 2018). *Consejos y guía para comprar un disco duro interno*. Obtenido de Computer Hoy: <https://computerhoy.com/noticias/hardware/guia-comprar-disco-duro-interno-78753>
- Bauer, R. (Septiembre de 20 de 2018). *Unidad de disco duro (HDD) vs Unidad de estado sólido (SSD): ¿Cuál es la diferencia?* Obtenido de backblaze: <https://www.backblaze.com/blog/hdd-versus-ssd-whats-the-diff/>
- Baxter, A. (2019). *SSD vs HDD*. Obtenido de storagereview: https://www.storagereview.com/ssd_vs_hdd
- Becerril, S. (12 de septiembre de 2008). *Dispositivos de Almacenamiento y de Entrada/Salida*. Obtenido de sergiob.org: <https://sergiob.org/unam/disco%20duro.pdf>
- Beekman, G. (1999). *Introducción a la Computación*. Pearson.
- Brant, T. (24 de Enero de 2019). *SSD vs. HDD: ¿Cuál es la diferencia?* Obtenido de pcmag: <https://www.pcmag.com/article/297758/ssd-vs-hdd-whats-the-difference>
- Budris, P. (2012). *Tecnico PC -Discos Rigidos y Unidades SSD*. *USERS*, 21.
- Contreras, A. (2008). *Análisis de fallas que por efecto de la corrosión atmosférica se presentan en discos duros*. *Universidad Nacional Autónoma de México*. (Tesis de licenciatura), Ciudad de México.
- Espitia, J., & Muñoz, W. (2014). *Análisis forense en discos duros magnéticos y de estado sólido*. (Tesis Licenciatura). Universidad Piloto de Colombia, Colombia.

- Expósito, D. (08 de Marzo de 2019). *Los mejores discos duros internos del momento (HDD mecánicos, marzo 2019)*. Obtenido de Geektopia: <https://www.geektopia.es/es/technology/2017/10/25/articulos/los-mejores-discos-duros-hdd-internos-del-momento.html>
- Filecluster. (14 de Mayo de 2018). *IsMyHdOK*. Obtenido de Filecluster: <https://www.filecluster.es/programas/IsMyHdOK-202876.html>
- Fisher, T. (03 de Abril de 2019). *¿Qué es un cable Serial ATA (SATA)?* Obtenido de LifeWire: <https://www.lifewire.com/serial-ata-sata-2626009>
- Fisher, T. (01 de Enero de 2019). *Small Computer System Interface (SCSI)*. Obtenido de lifewire.com: <https://www.lifewire.com/small-computer-system-interface-scsi-2626002>
- Fuček, M. (2014). *Implementation of Solid State Drives to Enterprise Systems. (Tesis de maestria)*. Masaryk University, Brno.
- Geyer, F. (2015). *Las diferencias entre SSD y tecnología de disco duro con respecto a las investigaciones forenses. (Tesis Licenciatura)*. Universidad Linneo, Suecia.
- Glenn, J. (2012). *Introducción a la computación*. Pearson.
- Gomar, J. (21 de Octubre de 2018). *Tipos de memoria NAND en SSD: SLC, MLC, TLC y QLC*. Obtenido de [profesionalreview.com](https://www.profesionalreview.com/2018/10/21/tipos-de-memoria-nand/): <https://www.profesionalreview.com/2018/10/21/tipos-de-memoria-nand/>
- Hilari, S. (2006). *Dispositivos de almacenamiento. Revista de bibliotecología y ciencias de la información*, 75.
- Hope, C. (02 de Febrero de 2017). *IDE*. Obtenido de ComputerHope: <https://www.computerhope.com/jargon/i/ide.htm>
- Javier, R. (2016). *Conozca en profundidad las claves del dispositivo de almacenamiento más relevante. USERS*.

-
- Kasavajhala, V. (Mayo de 2011). *Solid State Drive vs. Hard Disk Drive Price and Performance Study*. Obtenido de Dell: https://www.dell.com/downloads/global/products/pvaul/en/ssd_vs_hdd_price_and_performance_study.pdf
- Lankhorst, M. (2005). Low-cost and nanoscale non-volatile memory concept for future silicon chips. *Nature Materials*, 347.
- Lopez, J. (4 de Noviembre de 2018). *CrystalDiskInfo: ¿qué es y para qué sirve? Tutorial completo*. Obtenido de Hardzone: <https://hardzone.es/2018/11/04/crystaldiskinfo-tutorial-completo/>
- Lopez, J. (17 de Noviembre de 2018). *CrystalDiskMark: qué es y como se usa este benchmark para discos duros y SSD*. Obtenido de Hardzone: <https://hardzone.es/2018/11/17/crystaldiskmark-que-es-benchmark/>
- Máthé, J. (2019). *Hard Disk Sentinel*. Obtenido de hdsentinel: <https://www.hdsentinel.com/>
- Micron. (2010). *Comparando SSD y HDD resistencia en la era de los SSD QLC*. Obtenido de Micron: https://www.micron.com/-/media/client/global/documents/products/white-paper/5210_ssd_vs_hdd_endurance_white_paper.pdf?la=en
- Morales, R. (21 de Marzo de 2019). *Software para el diagnóstico de discos duros*. Obtenido de Tkarte: <http://www.tkarte.com/contenido/software-para-el-diagnostico-de-discos-duros>
- Muñoz, A. (29 de Octubre de 2016). *¿Qué es Firmware?* Obtenido de Computer Hoy: <https://computerhoy.com/noticias/software/que-es-firmware-53182>
- Navas, A. (07 de Noviembre de 2018). *PCI Express – Qué es y para qué sirve*. Obtenido de Profesionalreview.com: https://www.profesionalreview.com/2018/11/07/pci-express-que-es/#PCI_PCI-X_y_PCI_Express
- Norton, P. (1994). *Introducción a la computación*. McGrawHill.

-
- Onieva, D. (02 de Octubre de 2017). *Qué es el Firmware y qué tipos son los más habituales*. Obtenido de SoftZone: <https://www.softzone.es/2017/10/02/firmware-tipos-mas-habituales/>
- Pardo, L. (19 de Julio de 2018). *Cómo comprobar la velocidad de tu disco duro*. Obtenido de Neoteo: <https://www.neoteo.com/como-comprobar-la-velocidad-de-tu-disco-duro/>
- Peña, C. (2013). Técnico Profesional de PC. *Users*, 320.
- Pérez, C. (2011). Recuperación de información en discos duros electromecánicos a nivel físico y lógico para su análisis forense informático. (*Tesis de Maestría*). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Reddy, Y. (2018). Different Forensic Tools on a Single SSD and HDD, Their Differences and Drawbacks. (*Tesis de Maestría*). St. Cloud State University, St. Cloud, Minnesota.
- Retvedt, T. (2009). Solid State Disks and Magnetic Disks: Making the right choice. (*Tesis de maestría*). Universidad de Oslo, Oslo, Noruega.
- Reyes, R. (2009). SSD vs. HDD. *Revista electrónica No. 14*, 65.
- Richarte, J. (2014). Discos duros. *Users*, 192.
- Rodríguez, M. (2007). Recuperación de información en discos duros. (*Tesis de Licenciatura*). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Rouse, M. (26 de Marzo de 2015). *IDE (Integrated Drive Electronics)*. Obtenido de Techtarger.com: <https://searchstorage.techtarger.com/definition/IDE>
- Rouse, M. (19 de Agosto de 2016). *Serial ATA (Serial Advanced Technology Attachment o SATA)*. Obtenido de TechTarger.com: <https://searchstorage.techtarger.com/definition/Serial-ATA>
- Samsung. (2013). *WHITE PAPER: THE SSD ADVANTAGE*. Obtenido de Samsung: <http://image->
-

-
- us.samsung.com/SamsungUS/b2b/resource/2013/09/09/White_Paper_SSD-Advantage_Final.pdf
- Sanchez, L. (07 de Marzo de 2014). *¿Qué es un disco duro SCSI?* Obtenido de AboutEspañol.com: <https://www.aboutespanol.com/que-es-un-disco-duro-scsi-841173>
- SanDisk. (15 de Diciembre de 2018). *Diferencias entre SATA II vs. SATA III*. Obtenido de Sandisk.com: https://kb-es.sandisk.com/app/answers/detail/a_id/8711/~/diferencias-entre-sata-ii-vs.-sata-iii
- Santo, J. (6 de Octubre de 2017). *SSD vs. HDD: ¿Cuál es la diferencia?* Obtenido de PcMag: <https://latam.pcmag.com/dispositivos-almacen-reviews-comparativos/123/ssd-vs-hdd-cual-es-la-diferencia>
- Seagate. (2010). *Almacenamiento de estado sólido*. Obtenido de Seagate: https://www.seagate.com/files/www-content/product-content/pulsar-fam/_cross-product/es-es/docs/ssd-faq-tp612-1-1003es.pdf
- Seagate, T. (2019). *Todo lo que deseaba saber acerca de las unidades de disco duro*. Obtenido de Seagate: <https://www.seagate.com/la/es/do-more/everything-you-wanted-to-know-about-hard-drives-master-dm/>
- Taylor, C. (02 de Noviembre de 2018). *SRAM vs DRAM*. Obtenido de enterprisestorageforum.com: <https://www.enterprisestorageforum.com/storage-hardware/sram-vs-dram.html>
- Usera, D. (2018 de Junio de 2018). *Diferencias entre memoria RAM y memoria NAND*. Obtenido de HardZone: <https://hardzone.es/2018/06/02/diferencias-memoria-ram-nand/>
- Usera, J. (4 de Julio de 2018). *Por qué es un error decir disco duro SSD*. Obtenido de Hardzone: <https://hardzone.es/2018/07/04/error-decir-disco-duro-ssd/>

- Usera, J. D. (25 de Marzo de 2018). *SLC, MLC, TLC y QLC: diferencias entre memorias NAND Flash para SSD*. Obtenido de hardzone.es:
<https://hardzone.es/2018/03/25/memorias-nand-ssd-diferencias/>
- Valcarce, J. (8 de Agosto de 2018). *El bus PCI-Express*. Obtenido de logo:
https://javiervalcarce.eu/pub/ins_pcie.pdf
- Velasco, R. (15 de Noviembre de 2015). *Comprueba el estado de tu disco duro o SSD con CrystalDiskInfo*. Obtenido de Softzone:
<https://www.softzone.es/2015/11/15/comprueba-el-estado-de-tu-disco-duro-o-ssd-con-crystaldiskinfo/>
- Weinberg, N. (07 de Diciembre de 2018). *¿Qué es un SSD? Cómo funcionan las unidades de estado sólido*. Obtenido de networkworld:
<https://www.networkworld.com/article/3326058/what-is-an-ssd.html>