

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR MULTIMEDIA SOBRE UN NAS EMPLEANDO UN *RASPBERRY PI*

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN REDES Y TELECOMUNICACIONES**

OSCAR IVAN PINTO JARAMILLO

DIRECTOR: LEANDRO ANTONIO PAZMIÑO ORTIZ

DMQ, agosto 2022

CERTIFICACIONES

Yo, Oscar Ivan Pinto Jaramillo declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Oscar Ivan Pinto Jaramillo

oscar.pinto@epn.edu.ec

opintojaramillo@yahoo.es

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Oscar Ivan Pinto Jaramillo, bajo mi supervisión.



Leandro Antonio Pazmiño Ortiz

DIRECTOR

leandro.pazmino@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Oscar', with a long horizontal stroke extending to the right.

Oscar Ivan Pinto Jaramillo

1755922851

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Eva e Ivan quienes han sido mi apoyo en todo momento brindándome su amor, ejemplo, valores, paciencia, consejos y experiencias, fruto de su esfuerzo he podido llegar obtener este logro profesional en mi vida.

A mis abuelitos Segundo y Zoila, por siempre estar presentes dándome su cariño y apoyo.

A mis hermanos Jessica y Felipe, con quienes he crecido y compartido parte de mi vida, gracias por su compañía, afecto y consejos.

A mi tío y padrino Edwin, quien ha sido un ejemplo a nivel personal y profesional para mí todo este tiempo, gracias por ser la persona que me ha brindado palabras de apoyo y sabiduría cuando más lo necesité, espero algún día ser como tú.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y María Auxiliadora, quien no me ha desamparado ni un solo momento en este camino, brindándome salud, sabiduría y bendiciones para llegar a este punto en mi vida.

Agradezco a mi familia quienes me han brindado todo su amor y apoyo durante todo este tiempo. Gracias a los profesores de la EPN quienes han sabido como transmitir sus conocimientos y valores. A mi tutor Ing. Leandro Pazmiño quien ha sido una persona paciente que supo cómo apoyarme y orientarme en este proceso tan importante en la carrera.

Para finalizar un agradecimiento a mis amigos y compañeros Rene, Dennis, Leoni y Bryan con quien he compartido desde mis inicios en esta carrera, gracias por su tiempo, amistad y conocimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco Teórico.....	2
Servidor Multimedia	2
NAS.....	2
Network File System (NFS)	3
Server Messages Block (SMB)	3
Raspberry Pi.....	3
Raspberry Pi OS.....	3
Redundant array of independent disks (RAID).....	3
2 METODOLOGÍA.....	4
3 RESULTADOS	5
3.1 Identificación los requerimientos para el diseño del prototipo	5
Miniordenador de bajo consumo eléctrico.....	5
Software libre.....	6
Respaldo de contenido almacenado	6
Consumo de manera local del contenido multimedia desde un navegador web y/o por medio de una aplicación propietaria	6

Perfiles administrables en el servidor multimedia.....	6
Servidor disponible 24 horas al día.....	6
3.2 Selección el <i>hardware</i> y <i>software</i> acorde a los requerimientos establecidos ..	7
Selección de <i>hardware</i>	7
Selección de <i>software</i>	14
3.3 Diseño el prototipo del servidor multimedia	17
Creación de medio booteable	18
Instalación de <i>software</i> servidor <i>NAS OMV</i>	20
Instalación <i>software Plex Media Server</i>	31
3.4 Implementación el prototipo.....	35
Construcción de caja para el prototipo.....	35
3.5 Realización pruebas de funcionamiento del prototipo	38
Pruebas NAS.....	38
Prueba Servidor Multimedia.....	43
Demostración funcionamiento del prototipo	50
Mantenimiento del prototipo.....	50
Costo del prototipo.....	50
4 CONCLUSIONES.....	51
5 RECOMENDACIONES.....	54
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
7 ANEXOS.....	59
ANEXO I: Certificado de Originalidad	i
ANEXO II: Enlaces videos explicativos	ii

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, “Implementación de un servidor multimedia sobre un NAS empleando un *Raspberry Pi*”, está compuesto en el apartado de *hardware* por un miniordenador *Raspberry Pi 4B*, dos dispositivos de almacenamiento *HDD*, y un *hub*. El *software* utilizado es el sistema operativo *Raspberry Pi OS* junto a *Openmediavault* y *Plex Media Server*. El conjunto de *software* y *hardware* se integra en un prototipo que se encuentra almacenado en una caja, para proteger tanto las interconexiones y dispositivos de agentes externos que puedan interferir en su funcionamiento. La finalidad del proyecto es el respaldo del contenido almacenado en el *NAS* y el consumo de manera local del contenido multimedia desde un navegador web y/o por medio de una aplicación propietaria.

La primera sección del documento contiene la descripción del componente desarrollado, se detalla en forma general el funcionamiento del prototipo, así también incluye el objetivo general, objetivos específicos planteados para el proyecto. Adicionando un marco teórico donde se encuentran las definiciones que permiten complementar lo realizado.

Para la segunda sección del documento consta únicamente la metodología empleada para la identificación de requerimientos del prototipo, selección de *hardware* y *software*, implementación y pruebas de funcionamiento.

En la tercera sección se detalla los resultados obtenidos de la metodología y objetivos planteados, para diseñar e implementar el prototipo y realizar pruebas de funcionamiento que verifican el alcance de los objetivos.

La cuarta y quinta sección del documento consta de conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del desarrollo del proyecto.

PALABRAS CLAVE: *Raspberry Pi*, *NAS*, almacenamiento, multimedia, *Openmediavault*, *Plex*.

ABSTRACT

The present degree project, "Implementation of a multimedia server on a NAS using a Raspberry Pi", the hardware consists of a Raspberry Pi 4B minicomputer, two HDD storage devices, and a hub. The software part used is the Raspberry Pi OS along with Openmediavault and Plex Media Server. All this set of software and hardware is integrated into a prototype that is stored in a box, to protect the interconnections and devices from external agents that may interfere with its operation. The purpose of the project is the backup of the content stored in the NAS and the local consumption of the multimedia content from a web browser and/or through a proprietary application.

The first section of the document contains the description of the developed component, where the operation of the prototype is detailed in general, as well as the general objective, specific objectives proposed for the project. It also includes a theoretical framework where the definitions that complement what has been done can be found.

The second section of the document consists only of the methodology used for the identification of prototype requirements, selection of hardware and software, implementation, and functional tests.

The third section details the results obtained from the methodology and objectives previously proposed, to subsequently design and implement the prototype and perform functional tests to verify that the objectives have been achieved.

The fourth and fifth section of the document consists of conclusions and recommendations obtained from the development of the project.

KEYWORDS: *Raspberry Pi, NAS, storage, multimedia, Openmediavault, Plex.*

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

La creciente demanda en la actualidad de servicios que brinden almacenamiento en red y consumo de contenido multimedia libre, junto al uso de *software* son los pilares en los que se cimienta el presente proyecto, resultando en la implementación de un prototipo empleando *Raspberry Pi* para consumir localmente videos, fotos desde un navegador web y/o por medio de una aplicación propietaria. Todo este contenido se encuentra almacenado y respaldado en un *Network Area Storage (NAS)*.

En el ámbito de *hardware* fue empleado el miniordenador *Raspberry Pi 4B* el cual con base en una investigación previa que determinó que el conjunto de características reunidas entre las que se encuentran *CPU, RAM*, y versión *USB 3.0* son las óptimas para cumplir con los requerimientos del prototipo, por otra parte, fue utilizado un case modelo *Argon One V1* con el fin de proteger al miniordenador del entorno y brindar una correcta refrigeración gracias al uso de elementos que se encuentran en su estructura como son los disipadores y un ventilador.

Mientras que para los dispositivos de almacenamiento se seleccionó dos *HDDs* de 1000 (GB) siendo los apropiados para este tipo de implementación, ya que su capacidad es la suficiente para proveer con holgura grandes cantidades de contenido multimedia en alta definición como es el estándar en la actualidad, para la conexión de estos dispositivos hacia el miniordenador se utilizó *enclosures USB 3.0*. La alimentación de estos dispositivos está dada por un *hub* alimentado compatible con el *hardware* previo y provee energía tanto a los *HDDs* como al propio miniordenador.

Los elementos se integran en una caja con el fin de proteger al prototipo de agentes externos tales como polvo, suciedad y evitar alteraciones en la interconexión entre los dispositivos. El *software* seleccionado sobre el cual se ejecutan los dos servicios es el sistema operativo *Raspberry Pi OS*, de uso libre y compatible con el *software* seleccionado para el *NAS* y servidor multimedia. El *software* empleado para el primer servicio es *Openmediavault* al cual se lo configuró para brindar el servicio de *NAS* con capacidad de respaldar el contenido al utilizar un arreglo de discos *RAID 1*. Mientras que para el servidor multimedia se utiliza *Plex Media Server* de uso libre, compatible tanto con el *NAS* donde se aloja el contenido y permite acceder a través de interfaz web o aplicación, cumpliendo con la totalidad el alcance planteado para el prototipo.

1.1 Objetivo general

Implementar un servidor multimedia sobre un *NAS* empleando un *Raspberry Pi*

1.2 Objetivos específicos

- Establecer Identificar los requerimientos para el diseño del prototipo.
- Seleccionar el *hardware* y *software* acorde a los requerimientos establecidos.
- Diseñar el prototipo del servidor multimedia.
- Implementar el prototipo.
- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo.

1.3 Alcance

Por medio del presente proyecto se realizará la implementación de un servidor multimedia por medio del cual se pueda consumir contenido almacenado en un *NAS* creado sobre un *Raspberry Pi*. El prototipo contará con las siguientes características:

- Consumo de manera local del contenido multimedia desde un navegador web y/o por medio de una aplicación propietaria.
- Respaldo del contenido almacenado en un *NAS* creado sobre un *Raspberry Pi*.

1.4 Marco Teórico

Servidor Multimedia

Un servidor multimedia es un dispositivo donde se puede acceder a distintos tipos de archivos entre los que se encuentra música, imágenes, videos o incluso programas de televisión, compartiendo los archivos multimedia con los dispositivos que se encuentren en la red doméstica. La visualización del contenido multimedia se da a través de una red local inalámbrica o red de área local cableada empleando *software* adicional [1].

NAS

Un servidor *NAS* es un dispositivo en que se encuentra conectado a la red en el cual se almacena información. Una de las características claves es la centralidad debido a que permite acceder a múltiples dispositivos a los archivos disponibles en el *NAS*, el tamaño del almacenamiento disponible es escalable gracias a la capacidad de añadir *hardware* adicional para aumentar la totalidad del almacenamiento, recurriendo a una analogía un servidor *NAS* es similar a una nube privada [2].

Network File System (NFS)

Protocolo que permite visualizar, almacenar y actualizar archivos de forma remota, como si los cambios los estuviesen realizando en el propio equipo del cliente. Este sistema de archivos es altamente personalizable gracias a los permisos de lectura y escritura que se puede otorgar a los usuarios [3].

Server Messages Block (SMB)

Es un protocolo de tipo cliente-servidor nacido en el año de 1983, brinda acceso tanto de directorios, archivos, enrutadores, impresoras, entre otros dispositivos siempre y cuando estén dentro de la red. Debido a su larga *data*, el protocolo ha evolucionado permitiendo la comunicación entre los sistemas de *Microsoft* más remotos y las distribuciones basadas en *GNU's Not Unix (GNU)/Linux* [4].

Raspberry Pi

Se define como un computador de tamaño y coste reducido, con lo que es factible emplearlo en una variedad de proyectos, desde un computador personal para tareas ofimáticas, hasta un controlador meteorológico, todo esto gracias a los puertos *General Purpose Input/Output (GPIO)* que dispone, dentro de sus características principales en la versión *Raspberry Pi 4B* cuenta con un procesador *Cortex A72* con frecuencia de reloj de 1.5 (GHz), versiones con 1/2/4/8 (GB) *Random Access Memory (RAM)* de tipo *Low-Power Double Data Rate 4 (LPDDR4)*, conectividad *Wifi* y *Bluetooth*, puerto *Gigabit Ethernet* [5].

Raspberry Pi OS

Es un sistema operativo de tipo *GNU's Not Unix (GNU)/Linux*, está basado en *Debian* lanzado en junio de 2012, forma parte de los sistemas operativos oficiales para las placas *Raspberry Pi*, existen distintas versiones siendo la versión *Raspberry Pi OS Buster* la más reciente y estable. Entre las características que lo destacan se encuentra el soporte optimizado para cálculos en coma flotante por *hardware*, con lo que se aprovecha al máximo la totalidad de la potencia.

Redundant array of independent disks (RAID)

Es empleado para proteger en las unidades de almacenamiento su información de fallas y recuperar en caso de pérdida, también se lo suele usar como una forma de optimizar las velocidades de lectura. En la actualidad los *RAID* más usados son el tipo 0, 1, y 5 [6].

RAID 0

Consiste en un arreglo distribuido, los datos almacenados son divididos en bloques para posteriormente ser almacenados en cada uno de los discos del arreglo, tiene nula protección de respaldo de datos [6].

RAID 1

Es uno de los *RAID* conocido como *mirroring* debido a que la información es almacenada en forma de espejo en el arreglo de discos, lógicamente va a ser visualizada por el sistema como un único disco, aunque físicamente puede tener varios dispositivos de almacenamiento. La principal ventaja es la redundancia de datos que brinda dado que la información se encuentra duplicada en otro disco y que en caso de fallo los datos se mantienen en la unidad replicada [6].

RAID 5

Se lo conoce como sistema distribuido con paridad, puesto que dispone un bloque de paridad, por tanto, existe forma de recuperar la información. La cantidad mínima de discos establece 3 con los cuales la recuperación está garantizada, sin embargo, el fallo será tolerable en una sola unidad simultáneamente [6].

2 METODOLOGÍA

El primer paso realizado fue el realizar un análisis en base a una investigación recopilando distintas fuentes con el fin de identificar los requerimientos necesarios que permitan realizar el diseño del prototipo para cumplir con el alcance establecido en el proyecto.

Con los requerimientos identificados se procedió a hacer un análisis para seleccionar los elementos *hardware* que satisfagan estas necesidades dentro de lo cual se incluirá la versión de *Raspberry Pi* a ser empleada. Para la selección del *software* libre se realizó un análisis en base a parámetros adicionales a las características como, por ejemplo: facilidad de uso, compatibilidad, etc. En base al *hardware* y *software* seleccionados se realizó el diseño del prototipo en el que establecerán las conexiones, configuraciones y otros aspectos requeridos.

La implementación del sistema se realizó al unir el *hardware* y el *software* seleccionados, para lo cual se instaló *software* como el sistema operativo y los programas adicionales, en consecuencia, se realizaron las configuraciones necesarias de parámetros adicionales que permitan la implementación del servidor multimedia

sobre un *NAS* empleando un *Raspberry Pi*, por siguiente montaje del *hardware* para el prototipo.

Finalizada la implementación del prototipo se procedió a realizar pruebas de funcionamiento que permitan comprobar y validar el correcto desempeño del prototipo en una serie de circunstancias de trabajo cotidiano. Los resultados obtenidos de las pruebas se emplearon para subsanar errores en el caso de que estos existan y de esta manera se garantizará que el prototipo cumpla con todos los requerimientos planteados en este documento.

3 RESULTADOS

En la presente sección se detalla de manera detenida la manera en la que fueron identificados y seleccionados los requerimientos necesarios para cumplir con los objetivos planteados del prototipo, además de cubrir los aspectos de diseño profundizando en el *hardware* y *software*.

3.1 Identificación los requerimientos para el diseño del prototipo

Miniordenador de bajo consumo eléctrico

La puesta en marcha de servidores tradicionales requiere de:

- Alto consumo eléctrico, debido a las altas potencias que son necesarias para el correcto funcionamiento de sus componentes electrónicos, tales como *Central Processor Unit (CPU)*, *Graphic Proccesing Unit (GPU)*.
- Altas velocidades sus módulos de memorias *RAM*.

Estos causales son los detonantes para la generación de considerables gastos en la planilla eléctrica del usuario doméstico que desea implementar este tipo de servicio en su hogar.

Por tales razones es indispensable emplear un miniordenador de bajo consumo eléctrico que brinde las prestaciones en base a su *hardware* y *software* necesarias para implementar los servicios requeridos en el prototipo.

Software libre

La utilización del miniordenador *Raspberry Pi* permite emplear distribuciones basadas en *GNU/Linux*, reduciendo de gran manera los costos de licencias de sistemas operativos. Adicionalmente, los mencionados sistemas operativos cuentan un gran repertorio de *software* libre con el que es posible instalar los programas necesarios para cumplir con los requerimientos del prototipo.

Respaldo de contenido almacenado

Empleando el miniordenador *Raspberry Pi* se debe montar un servidor *NAS* donde el contenido almacenado por el usuario sea accesible desde cualquier dispositivo que se encuentre en la red de área local, adicionalmente se requiere que toda la información sea respaldada de forma segura para que en caso de tener fallas en cuanto al *hardware* de almacenamiento exista una copia y se mantenga la integridad del contenido almacenado en el servidor.

Consumo de manera local del contenido multimedia desde un navegador web y/o por medio de una aplicación propietaria

El contenido de tipo multimedia almacenado en el *NAS* ejecutado sobre *Raspberry Pi* debe ser accesible a través de un navegador web, este es un aspecto clave en el desarrollo del prototipo dado que la mayoría de los dispositivos actuales tienen inmerso en su *software* navegadores web, en los cuales existe la posibilidad acceder de a través de una interfaz web al contenido multimedia almacenado en el servidor. No obstante, se debe considerar la posibilidad de integrar dispositivos con la aplicación nativa del servidor multimedia con el fin de mejorar la experiencia final de usuario.

Perfiles administrables en el servidor multimedia

El servidor multimedia debe tener la posibilidad manejar varios perfiles de usuarios, donde el administrador es el usuario que establece los permisos de lectura y escritura del contenido multimedia que presente el servidor, la creación de perfiles deben tener como resultado personalización para cada tipo de usuario con su respectivo nombre, foto de perfil, y una lista de reproducción con el contenido disponible según el tipo de perfil diferenciando usuarios administradores de usuarios normales donde visualicen sin capacidad de eliminar el contenido almacenado en el *NAS*.

Servidor disponible 24 horas al día

Al ser un servidor *NAS* y multimedia, el dispositivo debe tener una alta disponibilidad para que el usuario acceda al servicio indistintamente la hora del día, para lograr esto

se debe tener al miniordenador con sus protecciones correspondientes como una cubierta para prevenir posibles contaminaciones del entorno (polvo, pelusas, intrusión de objetos), que puedan afectar el funcionamiento correcto del miniordenador y por ende la posibilidad de presentar fallos e inconvenientes en la prestación del servicio.

En el prototipo deben estar considerados elementos que ayuden a disipar el calor que genera el servidor al presentar un funcionamiento continuo, para esto se debe emplear ventiladores con la suficiente capacidad de disipar la temperatura proveniente del *stress* al que son sometidos los *Integrated Circuit (ICs)* de *Raspberry Pi*. Para una protección adicional es necesario incluir disipadores de aluminio sobre los *ICs* con el fin de tener refrigerado el miniordenador de una forma eficiente.

La fuente de alimentación debe ser fiable tanto para el miniordenador *Raspberry Pi* como para el *hardware* adicional, tomando en cuenta los voltajes y corrientes totales requeridos, además es necesario que la alimentación seleccionada tenga la posibilidad de trabajar continuamente.

3.2 Selección el *hardware* y *software* acorde a los requerimientos establecidos

Selección de *hardware*

Selección de miniordenador

La selección del miniordenador se realizó en base a requerimientos planteados para el desarrollo del proyecto, siendo el que satisface con la totalidad el miniordenador *Raspberry Pi*, gracias a la alta disponibilidad de *software* de licencia *GNU/Linux* permite ejecutar programas con constantes actualizaciones por ende brinda un nivel robusto de seguridad y todo esto de forma gratuita, además de tener una comunidad muy amplia y activa donde es posible encontrar información específica acerca de aplicaciones que pueden ejecutarse sobre *Raspberry Pi*.

La cantidad de *hardware* compatible con *Raspberry Pi* es alta debido a que se ha desarrollado *hardware* específico como *cases* (carcazas), ventiladores, fuentes de alimentación, periféricos, entre otros. Sin embargo, en el mercado actualmente existen tres versiones comerciales, la versión 3B, 3B + y la 4B.

Tabla 3.1 Comparación entre versiones de *Raspberry Pi* 3B, 3B+, y 4B [7] [8] [9]

Detalle	<i>Raspberry Pi</i> 3 B	<i>Raspberry Pi</i> 3B +	<i>Raspberry Pi</i> 4B
Procesador	<i>Quad Core Cortex A53</i> 1.2 (GHz)	<i>Quad Core Cortex A53</i> a 1.4 (GHz)	<i>Quad Core Cortex A72</i> a 1.5 (GHz)
RAM	1 (GB) <i>LPDDR2</i>	1 (GB) <i>LPDDR2</i>	1,2,4,8 (GB) <i>LPDDR4</i>
USB	4 puertos <i>USB 2.0</i>	4 puertos <i>USB 2.0</i>	2 puertos <i>USB 2.0</i> 2 puertos <i>USB 3.0</i>
Alimentación	Micro <i>USB</i>	Micro <i>USB</i>	<i>USB</i> tipo C
HDMI	1 puerto <i>HDMI</i>	1 puerto <i>HDMI</i>	2 puertos Micro <i>HDMI</i>
Ethernet	Hasta 300 (Mbps)	Hasta 300 (Mbps)	Hasta 1 (Gbps)
Wi-Fi	2.4 (GHz)	Doble banda 2.4 / 5 (GHz)	Doble banda 2.4 / 5 (GHz)
Bluetooth	4.1	4.2	5

Identificadas las diferencias entre las distintas versiones de *Raspberry Pi*, en la Tabla 3.1, se decidió seleccionar la versión 4B debido a la superioridad en capacidades de *hardware* como se muestra en la **Figura 3.1** Partes *Raspberry Pi* 4B Figura 3.1. Posee una *CPU* que trabaja a mayores velocidades, en cuanto a memoria *RAM* la versión seleccionada fue la de 4 (GB) *RAM*, esto se justifica puesto, que el prototipo debe ser capaz de ejecutar dos servicios a la vez *NAS junto* a un Servidor Multimedia con lo que es necesario que los procesos puedan correr con la holgura suficiente y no tener problemas de rendimiento.

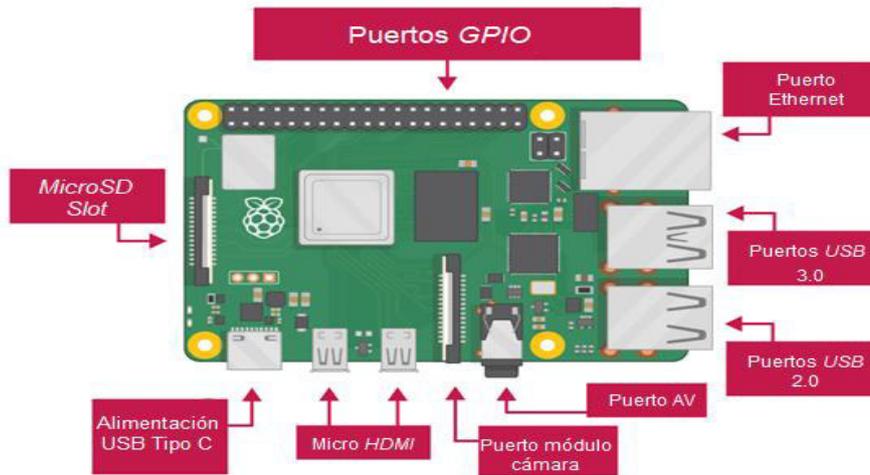


Figura 3.1 Partes *Raspberry Pi 4B* [10]

La versión de puertos *USB* es necesario que sea 3.0, dado que el prototipo va a manejar dispositivos de almacenamiento *HDDs*, los cuales rondan velocidades de 80 a 150 (MB/s) [11]. Al emplear la versión de *USB* 3.0 se manejan velocidades cercanas a las 300 (MB/s) siendo alrededor de 5 veces más rápidos que los *USB* 2.0 con velocidades de transferencias de hasta 60 (MB/s) [12].

El prototipo va a brindar el servicio de *NAS* y servidor multimedia, por ende, es fundamental que las velocidades de transferencia dentro de la red local sean las más altas posibles y dentro de las versiones comparadas la ganadora vuelve a ser las *Raspberry Pi 4B* debido a su puerto Gigabit Ethernet el cual soporta hasta velocidades de 1 (Gbps). Sin embargo, existe la alternativa de que en determinadas situaciones la conexión de red pueda darse mediante el uso del adaptador inalámbrico integrado BCM4345 que emplea el estándar 802.11a/b/g/n [13].

Selección de case

Es necesario que el microordenador esté cubierto por una protección que permita evitar la intrusión de agentes externos sobre el delicado *hardware* que posee la placa, pudiendo tener problemas de estática o sobrecalentamientos de los *ICs*.

Debido a estas razones se seleccionó el *case* modelo *Argon One*. Con las siguientes propiedades:

- Soporta altas temperaturas, debido a que su cubierta está elaborada de aluminio el cual es un conductor que permite disipar de forma pasiva el calor eficientemente.
- Cuenta con bloques para disipar calor tanto al procesador y controlador *USB* presentado en la Figura 3.2.



Figura 3.2 Case Argon One V1 [28]

Su diseño incluye un botón para el encendido y apagado lo que otorga mayor control y seguridad del miniordenador, según se observa en Figura 3.2

Adicionalmente, posee un ventilador en la parte superior, altamente personalizable dado que es posible configurar parámetros de encendido a ciertas temperaturas, todo esto es configurado en el *software* que brinda *Argon*.



Figura 3.3 Case Argon One V1 [28]

Una de las características destacadas del *case Argon* es la posibilidad de conectar el ventilador sin tener que desistir del uso de los pines *GPIO*, tal como lo muestra la Figura 3.3, esto se debe a una placa interna que el *case* posee la cual se acopla con la *Raspberry Pi*. Los puertos *GPIO*, se mantienen accesibles al usuario y protegidos del entorno gracias a una cubierta magnética.

Selección de dispositivos de almacenamiento

El sistema operativo del miniordenador debe estar almacenado en un dispositivo independiente, de tal modo que, los dispositivos de almacenamiento para los servicios

del prototipo no lleguen a afectar el funcionamiento del miniordenador, tomando en cuenta esto se seleccionó como almacenamiento primario una tarjeta de memoria microSD, para la cual el microordenador tiene su *slot* específico.

El modelo es Kingston Canvas Select Plus Clase 10 de 32 (GB), donde estará alojado el sistema operativo *Raspberry Pi OS*, dentro de sus características principales se encuentran las altas velocidades de transferencia de hasta 100 (MB/s) para lectura y escritura obteniendo gran rendimiento [14], tal como se indica en la Figura 3.4.

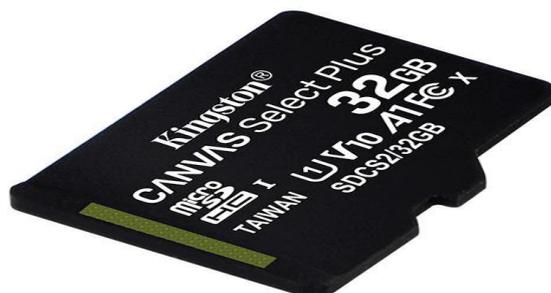


Figura 3.4 microSD Kingston Canvas Select Plus 32 (GB) [14]

Es necesario que el prototipo cuente con dispositivos de almacenamiento que permitan al usuario acceder a su información en cualquier momento; el *hardware* seleccionado para esta función son los *HDDs* internos, debido al precio que mantiene comparados a emplear *HDDs* externos y frente al uso de *SSDs*, los cuales mantienen costos elevados y brindan bajas capacidades de almacenamiento.

La información debe ser respaldada en el prototipo empleando arreglos de discos, para lo cual fue necesario recurrir a 2 *HDDs* de formato 2.5 pulgadas, marca HGST, Travelstar 7K1000 y Toshiba MQ01ABD100, con capacidad de 1000 (Gb) cada uno, la capacidad de los dispositivos es un aspecto esencial, ya que el prototipo debe almacenar grandes cantidades de datos. Estos *HDDs* consumen 5 (V_{DC}) y corrientes de 800 (mA) y 1000 (mA) respectivamente, con lo que es posible alimentarlos a través de puertos *USB* [15] [16]. Tal como se muestra en la Figura 3.5.



Figura 3.5 HDD HGST Travelstar 7K1000 y Toshiba MQ01ABD100 [15] [16].

Selección de *enclosure* HDD

La conexión de los dispositivos de almacenamiento al miniordenador se realizó a través de las interfaces *USB* que posee, dado esto es necesario emplear *enclosures* para los *HDDs* que permitan interconectar los puertos de conexión *Serial Advanced Technology Attachment (SATA)* de los *HDDs* a salidas *USB*. Cada disco tiene su propio *enclosure*, según el siguiente detalle:

Para el primer *enclosure*, se seleccionó un *enclosure* para discos 2.5 pulgadas, marca genérica dentro de sus características clave son la conectividad *USB 3.0*, extensión puerto *SATA*, posee leds para la señalización del estado lectura/escritura, su cubierta principal está elaborada en aluminio, la selección de este *enclosure* se da debido a la disponibilidad que se tuvo, este dispositivo se presenta en la Figura 3.6.



Figura 3.6 *Enclosure* genérico 2.5 pulgadas [17]

Para el segundo *enclosure*, se seleccionó un *enclosure* para discos de 2.5 pulgadas marca ADATA modelo ED600, externamente está compuesta de una cobertura de plástico altamente resistente lo que otorga resistencia a impactos, tiene certificación IP54 con lo cual está protegido de polvo y lleva un grado de impermeabilidad, ver Figura 3.7.

Para la manipulación de este *enclosure* no son necesarias herramientas adicionales, puesto que su diseño permite el cambio de unidad de almacenamiento utilizando su broche de seguridad.



En cuanto a conectividad el *enclosure* ED600, emplea *USB* 3.2 de primera generación, el mismo es compatible con versiones anteriores de *USB* tales como *USB* 3.1, 3.0 y 2.0 las cuales son compatibles con el *hub* seleccionado [18].

Figura 3.7 *Enclosure* ADATA ED600 [18]

Selección de *hub*

El miniordenador *Raspberry Pi* 4B es capaz de manejar el conjunto de sus 4 puertos *USB* corrientes de hasta 1200 (mA), lo cual es insuficiente para el correcto funcionamiento de los dos *HDDs* que van a ser conectados, por esta razón es necesario emplear un *hub* alimentado, para que los *HDDs*, puedan funcionar de forma correcta al obtener el voltaje y corriente necesaria [19].

El *hub* seleccionado, es de marca TP-Link, modelo UH 720, constituido por 7 puertos *USB*, de tipo 3.0, para una eficiente transmisión de datos llegando a alcanzar velocidades de hasta 5 (Gbps), su tipo alimentación es activa, ya que posee una fuente de 12 (V_{DC}) 4 (A). Este se presenta en la Figura 3.8.



Figura 3.8 Hub TP Link UH 720 [20]

El diseño del *hub* permite que los dispositivos que se encuentren conectados tengan protecciones frente a sobretensión, calentamiento, corto circuito y sobrecarga con el fin de mantener seguros tanto los dispositivos como los datos en el proceso de transferencia. Adicionalmente, posee 2 puertos *USB* extras destinados para carga con salida de 5 (V) a 2.4 (A), con lo cual permite alimentar al miniordenador, como se indica en la Figura 3.9. Finalmente, dispone de un botón para poder controlar el estado encendido/apagado y de 7 *LEDs* que indican si la conexión hacia el *hub* en cada puerto es correcta [20].



Figura 3.9 Hub TP Link UH 720 [20]

Selección de *software*

Selección de *software* para creación de medio *bootable*

El miniordenador *Raspberry Pi*, emplea un *software* que le permite cargar determinado sistema operativo en dispositivos de almacenamiento. Se ha optado por emplear su programa oficial gratuito llamado *Raspberry Pi Imager*, presenta ventajas tales como:

- Permite la descarga del sistema operativo, entre las que se encuentran distribuciones de *Linux* más recientes disponibles para *Raspberry Pi* sin necesidad de obtenerlo en sitios web de terceros.
- La interfaz del programa es muy amigable con el usuario y brinda una serie de opciones para personalizar la creación del medio *bootable* como es el apartado para establecer los parámetros de conexión *Secure Shell (SSH)*, conexión automática a la red inalámbrica, entre otros.

Selección de sistema operativo

La comunidad de *Raspberry Pi* tiene un numeroso repertorio de sistemas operativos *GNU/Linux*, sin embargo, para la aplicación de prototipo se ha decidido comparar Ubuntu y *Raspberry Pi OS* (previamente conocido como Raspbian), resultando ganador el sistema operativo *Raspberry Pi OS Lite*, debido al gran soporte que tiene gracias al constante desarrollo por parte de la fundación *Raspberry Pi*.

Partiendo de que ambos son distribuciones basadas en Debian, ofrecen estabilidad y simplicidad a la hora de ejecutar procesos, compartiendo el sistema base en aspectos como por ejemplo el manejo de paquetes empleando *Advanced Packaging Tool (APT)* tanto para la instalación, actualización de paquetes de *software*, e incluso esta herramienta de línea de comandos se puede emplear para actualizar los sistemas operativos mencionados [21].

Las actualizaciones de *Raspberry Pi OS* están dadas bajo el ciclo de actualizaciones de Debian, el valor agregado de *Raspberry Pi OS* es la constante inclusión de actualizaciones importantes para su *hardware* específico, por ejemplo, adaptadores inalámbricos, *booteo* desde *SSD*, y el funcionamiento de periféricos diseñados para *Raspberry Pi*.

En caso de Ubuntu, es complicado encontrar compatibilidad para esta serie de *hardware*, siendo recientemente añadido el soporte *Wi-Fi* desde la versión 21.04. Aunque el soporte de actualizaciones en Ubuntu es más constante en cuanto a aplicaciones, no aporta a la estabilidad del miniordenador [22].

Para finalizar comparando los tiempos de arranque medidos con los respectivos *Raspberry Pi OS* y Ubuntu cargado en una microSD, se obtiene 22 (s) para *Raspberry Pi OS* y 53 (s) en Ubuntu, siendo otro aspecto importante para la selección de *Raspberry Pi OS* como sistema operativo del miniordenador [22].

Selección de *software* para acceso remoto

La administración del sistema operativo del prototipo debe ser remota, para esto se emplea el protocolo seguro *SSH*, donde a través de un canal seguro la información transita de forma cifrada. Es necesario realizar las respectivas configuraciones en el miniordenador y tener un cliente en la máquina remota, se optó por emplear el *software PuTTY* un cliente de código abierto y gratuito que se encuentra disponible para las plataformas de *Windows* y *Linux*.

Entre sus ventajas se encuentra la eficiente gestión de recursos sobre la maquina cliente, ya que minimiza el uso de procesador y *RAM* debido a la sencillez del programa,

tiene la posibilidad de guardar configuraciones de distintas sesiones donde se almacena dirección *IP*, puerto, usuario. En caso de desconexión se puede restaurar inmediatamente, la interfaz del terminal es personalizable pudiendo seleccionar distintos colores o fuentes [23].

Selección de *software* para *NAS*

El *software* para la ejecución del servidor *NAS* seleccionado, es *OpenMediaVault* (*OMV*), una solución *GNU/Linux*, que permite implementar sobre una red la compartición de archivos, entre sus características se tiene una administración muy intuitiva a través de consola web, donde se encuentra información del sistema, tales como usuarios, carpetas, discos sin dejar de lado al estatus del sistema siendo capaz de mostrar información sobre uso de recursos, estado de actualizaciones, acceso por consola, entre otros.

Es importante mencionar los requerimientos mínimos para la ejecución de *OMV* son aptos para su ejecución sobre *Raspberry Pi 4B*, debido a que, soporta todos los procesadores de arquitectura x86 o x64 bits, además de incluir soporte para los procesadores *Advanced RISC Machines (ARM)*.

La memoria *RAM* para el correcto funcionamiento es de 1 (GB) y para la ejecución del *software* el almacenamiento donde se encuentra sistema operativo debe ser mínimo 4 (GB) y mayor que la memoria *RAM* [24].

La interfaz web es sencilla y con varias secciones que permiten al usuario personalizar el servidor. Tal como se observa en la Figura 3.10

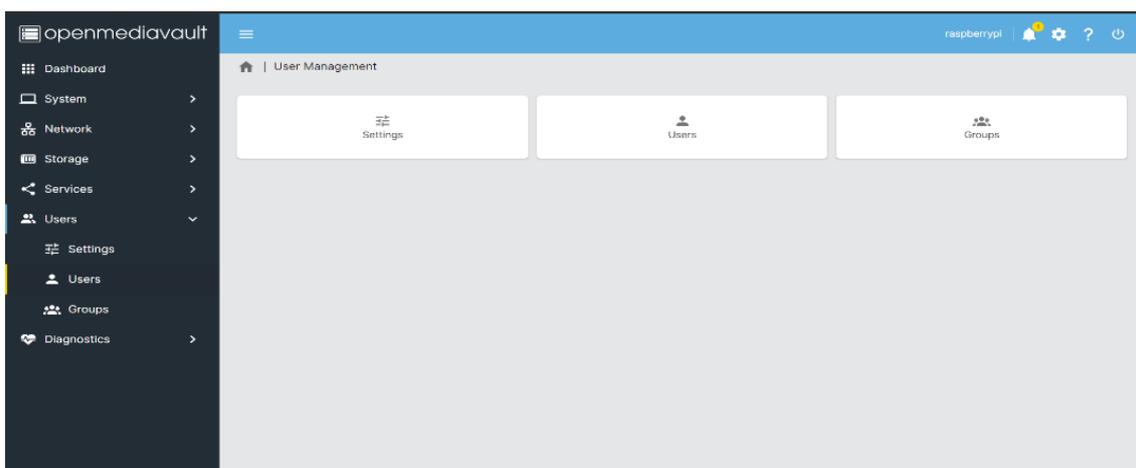


Figura 3.10 Interfaz web *OMV*

En el apartado de funcionalidad se encuentra la configuración de discos, monitorización mediante el uso de *Self Monitoring Analysis and Reporting Technology (SMART)*,

utilización de arreglos de discos *RAID*, creación de volúmenes, permisos para los usuarios autorizados junto a *Access List Control (ACL)* [24].

Los servicios disponibles para configurar en *OMV* son: *Samba*, *File Transfer Protocol (FTP)*, *SSH*, *NFS V3* y *NFS V4* [24].

Dentro de sus características está la posibilidad de extender los servicios de *OMV* al tener una serie de *plugins* desarrollados por su comunidad que permiten añadir funcionalidades, como por ejemplo cliente *BitTorrent*, uso de *Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)*, antivirus, entre otros [25].

Selección de *software* para Servidor Multimedia

El *software* seleccionado para la ejecución del servidor multimedia es *Plex Media Server*, un sistema empleado para la reproducción de distinto contenido multimedia como películas, series, música, imágenes desde almacenamiento en red *NAS*. La gestión centralizada de *Plex* trae como beneficios un solo lugar desde el cual se administra todos los contenidos que son posibles compartir, son configurables aspectos como portada, idioma preferido, etc [26].

Los requisitos de *Plex Media Server* para su ejecución son un procesador que trabaje como mínimo de 1.2 (GHz), y 2 (GB) de *RAM*. Estos requisitos son adecuados para que pueda correr sobre un miniordenador *Raspberry Pi*, tomando en cuenta que va a funcionar junto a *OMV* [26].

Entre los aspectos importantes de *Plex Media Server* se encuentra la posibilidad de acceder al contenido siempre y cuando se encuentre en la red local a través del navegador o la aplicación propietaria multiplataforma (*Android*, *IOS*, *Windows*) [26].

La reproducción del contenido permite llevar un registro del progreso de lo que se está viendo, a través de un indicador de estado, en caso de no finalizar el contenido que se estaba visualizando al momento se queda almacenado el minuto exacto donde se quedó el usuario para reanudarlo en una siguiente sesión [26].

3.3 Diseño el prototipo del servidor multimedia

El diagrama general del prototipo presentado en Figura 3.11 explica la forma en la que se encuentran los componentes físicos *hardware* conectados para el correcto funcionamiento del prototipo. Se indica que el miniordenador está cubierto con su respectivo *case* para tener una protección adicional de sus circuitos internos, brindando protección en cuanto a sobrecalentamientos que puedan influir sobre el comportamiento del prototipo, es necesario que para el *booteo* del sistema operativo se lo realice desde

un almacenamiento microSD de 32 (GB) donde se encuentra cargada la información tanto de sistema operativo como de *software* adicional *OMV* y *Plex Media Server*.

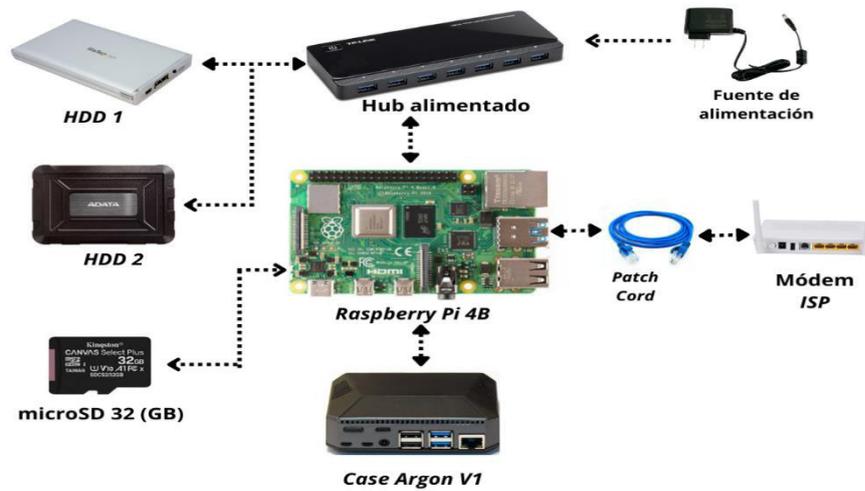


Figura 3.11 Diagrama general del prototipo

Para la implementación de los servicios sobre el prototipo, fue necesario añadir un *hub* TP Link modelo UH 720, con el fin de que tenga el voltaje y corriente requeridos por las unidades *HDDs*, las cuales están conectadas al *hub* a través de sus puertos *USB 3.0* hacia el puerto *USB 3.0* que posee el miniordenador, este *hub* cuenta con puertos específicos de alimentación los que permiten el funcionamiento del miniordenador eliminando la necesidad de añadir una fuente adicional.

El prototipo se encuentra conectado a la red por medio de un *patch cord*, en el respectivo puerto RJ45 del miniordenador hacia un módem provisto por *el Internet Service Provider (ISP)* donde se estableció una dirección *IP* estática para el prototipo.

Creación de medio booteable

En la Figura 3.12 se muestra la interfaz del *software Raspberry Pi Imager* versión 1.7.2 obtenido de la web oficial de *Raspberry Pi Foundation*, con el cual se creó el medio *booteable*.



Figura 3.12 *Raspberry Pi Imager*

Dentro de las variantes del sistema operativo *Raspberry Pi OS* como se indica en la Figura 3.13 se seleccionó la variante *Raspberry Pi OS Lite*.

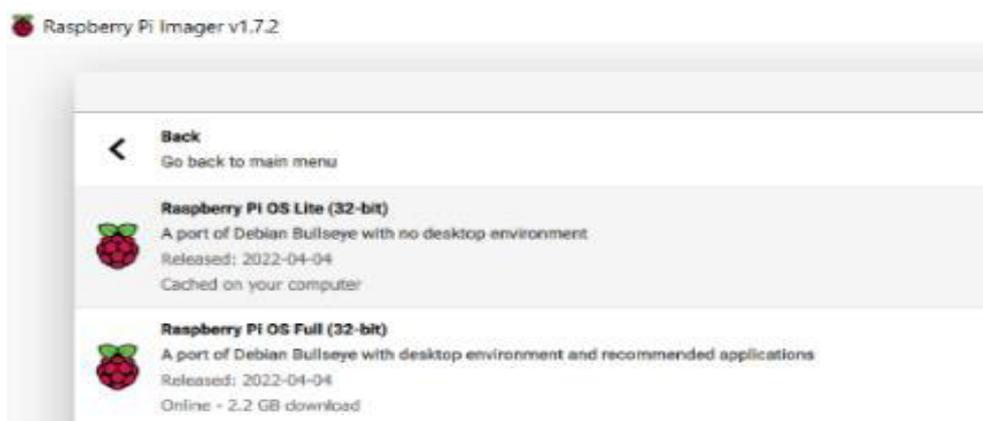


Figura 3.13 Selección de sistema operativo

Para identificar la unidad de almacenamiento, que se presenta en la Figura 3.14, es importante seleccionarla la correcta, dado que el *software* procede a eliminar todos los datos que se encuentren en ella y darle un formato, en este caso se seleccionó la unidad microSD de 32 (GB).

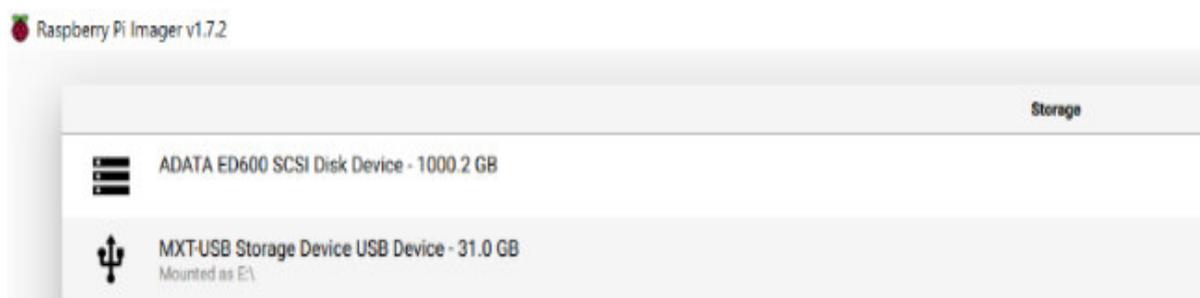


Figura 3.14 Selección de unidad de almacenamiento

En cuanto a la habilitación de *SSH*, se presiona la combinación de teclas *Windows* + *Shift* + *X*, aparecerá la ventana que se observa en la Figura 3.15, donde se habilitó los

campos de *Enable SSH*, y se establece un usuario y contraseña para realizar el respectivo *log in*.

The image shows a window titled "Advanced options" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there is a dropdown menu for "Image customization options" set to "for this session only". The main content area is divided into several sections:

- Set hostname:** A checkbox is unchecked. The field contains "raspberrypi" and ".local".
- Enable SSH:** A checkbox is checked. Below it, there are two radio buttons: "Use password authentication" (selected) and "Allow public-key authentication only". A text field below the radio buttons contains "Set authorized_keys for 'adminOP':".
- Set username and password:** A checkbox is checked. The "Username:" field contains "adminOP". The "Password:" field contains "*****".
- Configure wireless LAN:** A checkbox is unchecked. The "SSID:" field contains "NIVEL 2". Below it, there is a checkbox for "Hidden SSID" (unchecked), a "Password:" field with "*****", and a checkbox for "Show password" (unchecked). The "Wireless LAN country:" dropdown is set to "GB".
- Set locale settings:** A checkbox is unchecked. The "Time zone:" dropdown is set to "America/Guayaquil". The "Keyboard layout:" dropdown is set to "US".

At the bottom of the window, there is a section for "Persistent settings" with a checkbox for "Play sound when finished" (unchecked). A red "SAVE" button is located at the bottom center of the window.

Figura 3.15 Habilitación *SSH*

El proceso de escritura inicia como se muestra en la Figura 3.16, sobre la unidad seleccionada con los parámetros establecidos.

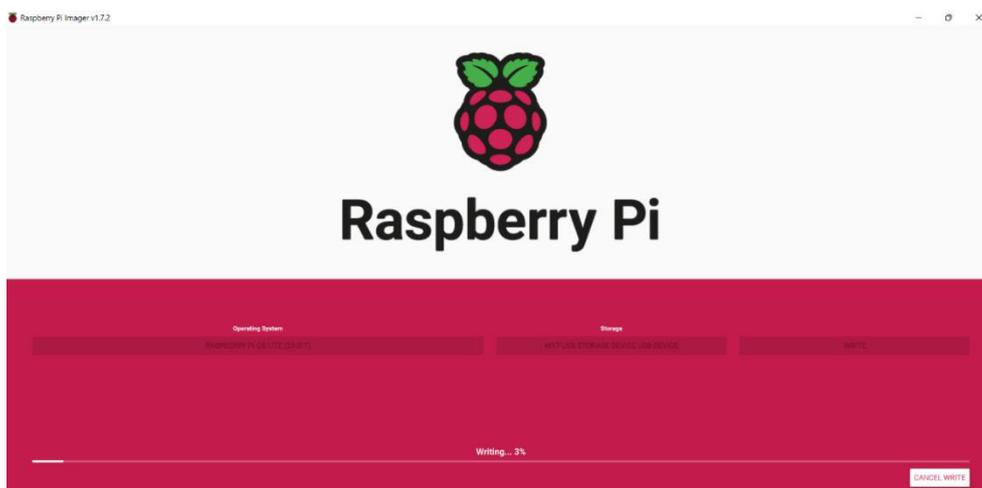


Figura 3.16 Escritura sobre la microSD

Al finalizar el proceso el *software Raspberry Pi Imager*, se realizó una verificación y en caso de que haya sido exitoso mostrará un mensaje, ver Figura 3.17.



Figura 3.17 Finalización escritura en microSD

Instalación de *software* servidor *NAS OMV*

Terminado el proceso de creación del medio booteable se procedió insertar la microSD en el miniordenador con todos sus periféricos conectados y encenderlo para continuar con la instalación del *software* necesario.

Al ser un servidor la dirección *IP* no puede ser dinámica, por esta razón en el módem provisto por el *ISP* se configuró una dirección *IP* estática asociada a su *MAC*, según se observa en la Figura 3.18.

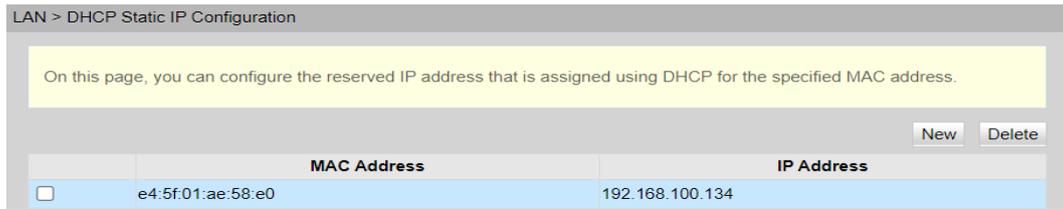


Figura 3.18 Asignación de *IP* estática

Dentro del *software PuTTY* se introduce la dirección *IP* del miniordenador 192.168.100.134, estableciendo el puerto 22 para *SSH* como se indica en la Figura 3.19.

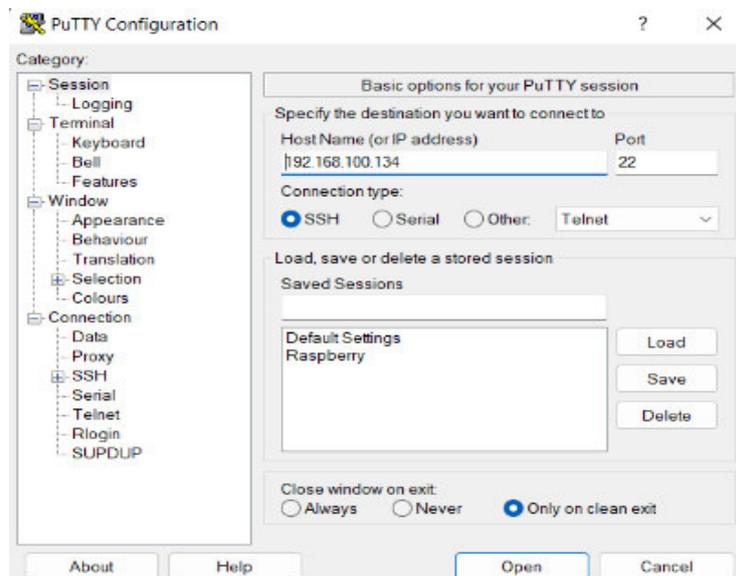


Figura 3.19 Interfaz *PuTTY*

Se desplegó una ventana como se visualiza en la Figura 3.20 donde se debe introducir el usuario y la contraseña establecida en pasos anteriores.

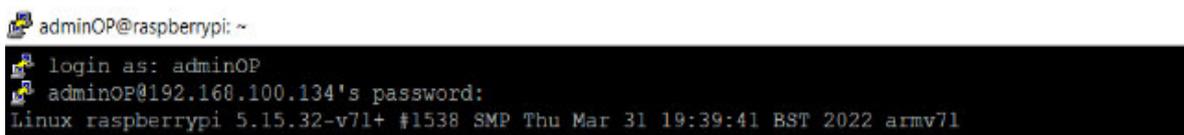


Figura 3.20 Línea de comandos *SSH*

Es necesario que el *software* del sistema operativo se encuentre actualizado, por lo que se procedió a realizar la respectiva actualización como se muestra en la Figura 3.21.

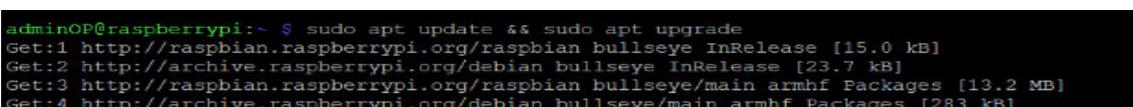


Figura 3.21 Actualización lista de paquetes *APT*.

Una vez actualizado, según se observa en la Figura 3.22 se descargó y ejecutó el *script* de instalación de *OMV*.

```
adminOP@raspberrypi:~$ wget -O - https://raw.githubusercontent.com/OpenMediaVault-Plugin-Developers/installScript/master/install | sudo bash
--2022-06-05 03:10:31-- https://raw.githubusercontent.com/OpenMediaVault-Plugin-Developers/installScript/master/install
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 2606:50c0:8003::154, 2606:50c0:8000::154, 2606:50c0:8001::154, ...
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|2606:50c0:8003::154|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 19620 (19K) [text/plain]
Saving to: 'STDOUT'

-
100%[=====]
2022-06-05 03:10:32 (1.71 MB/s) - written to stdout [19620/19620]

Current / permissions = 755
New / permissions = 755
Forcing IPv4 only for apt...
Updating repos before installing...
Hit:1 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian bullseye InRelease
Hit:2 http://archive.raspberrypi.org/debian bullseye InRelease
Reading package lists... 0%
```

Figura 3.22 Instalación *OMV*

Finalizada la instalación se desplegó un resumen de la instalación como se presenta en la Figura 3.23 con los paquetes instalados con éxito y se reiniciará el miniordenador.

```
Summary for raspberrypi
-----
Succeeded: 8 (changed=7)
Failed: 0
-----
Total states run: 8
Total run time: 5.176 s
Network setup. Rebooting...
```

Figura 3.23 Resumen instalación *OMV*

Una vez reiniciado, para configurar *OMV* en un navegador se digita la dirección *IP* que del miniordenador como se presenta en la Figura 3.24, y se *loguea* con las credenciales por defecto de *OMV* que son: usuario: admin y contraseña: openmediavault.

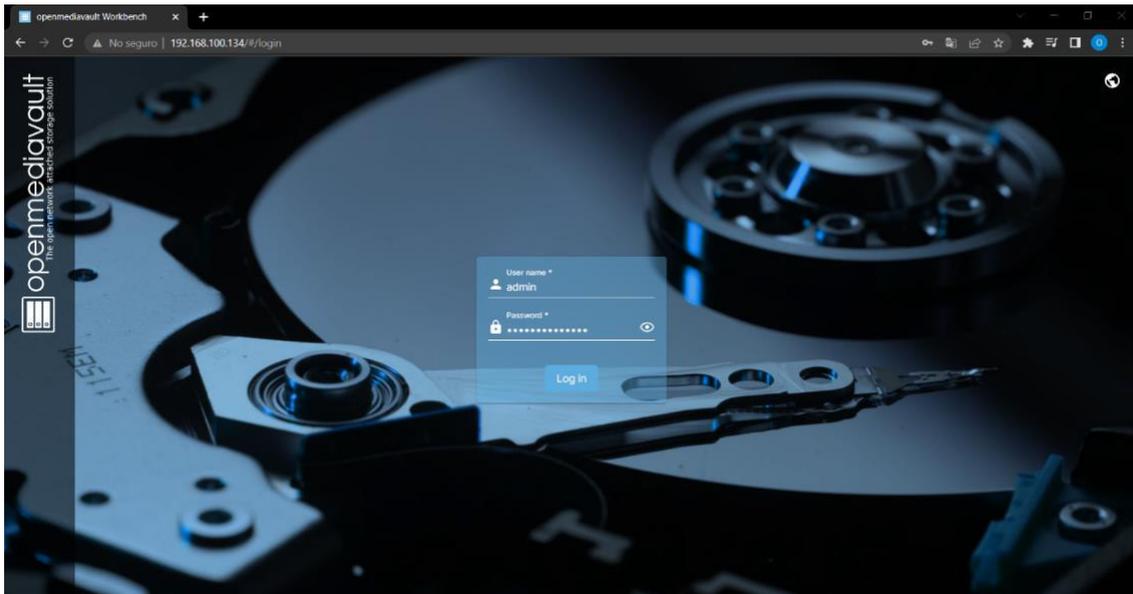


Figura 3.24 Interfaz web OMV

El miniordenador debe tener una seguridad más robusta, por lo cual es necesario cambiar las credenciales por defecto dirigiéndose al apartado de configuración de usuario tal como se indica en la Figura 3.25.

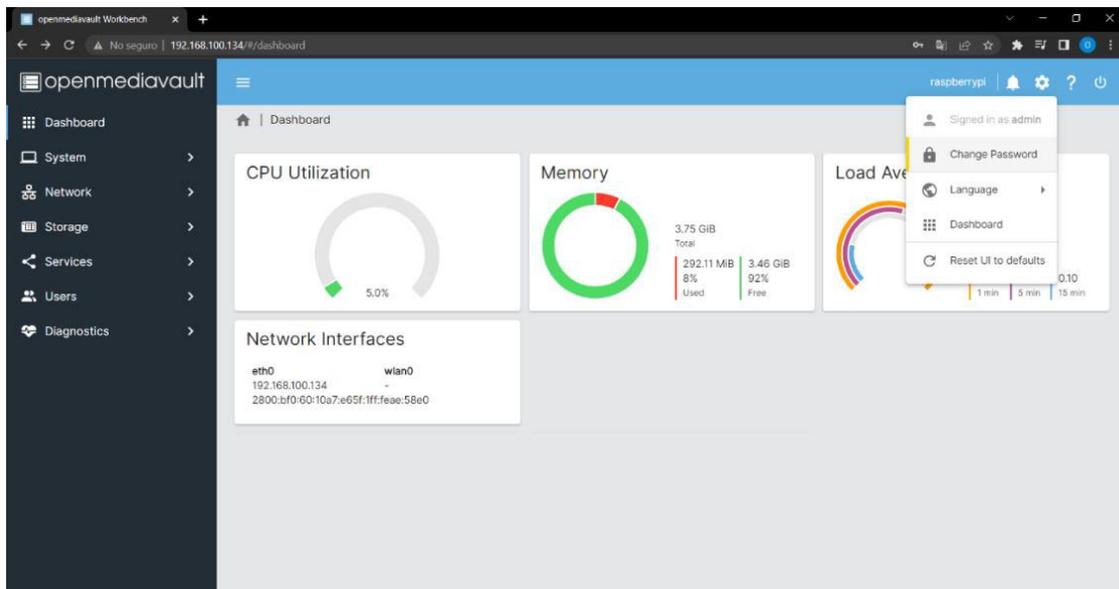


Figura 3.25 Administración de usuario

En el apartado de *User Management* presentado en la Figura 3.26 se cambió la contraseña del usuario admin por una más segura y se guardan los cambios.

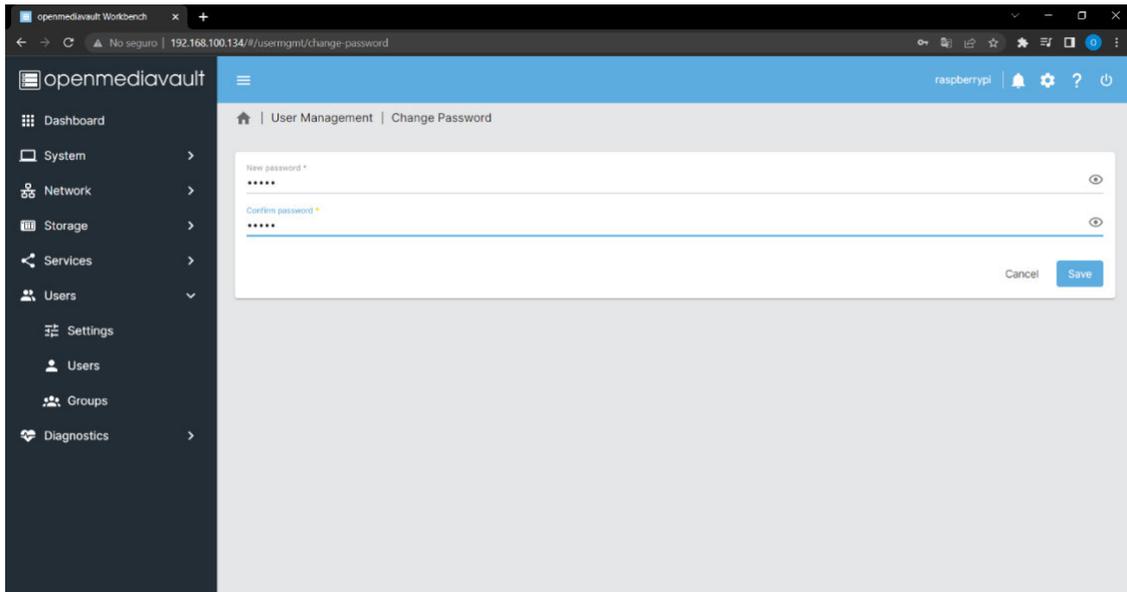


Figura 3.26 Cambio contraseña

Al instalarse *OMV* se desactivó la opción de acceso por *SSH*, y por ende es necesario activarlo nuevamente en los servicios del *NAS*, como se observa en la Figura 3.27, es altamente configurable pudiendo manipular parámetros como puerto, permitir *logueo* con el usuario *root* entre otros.

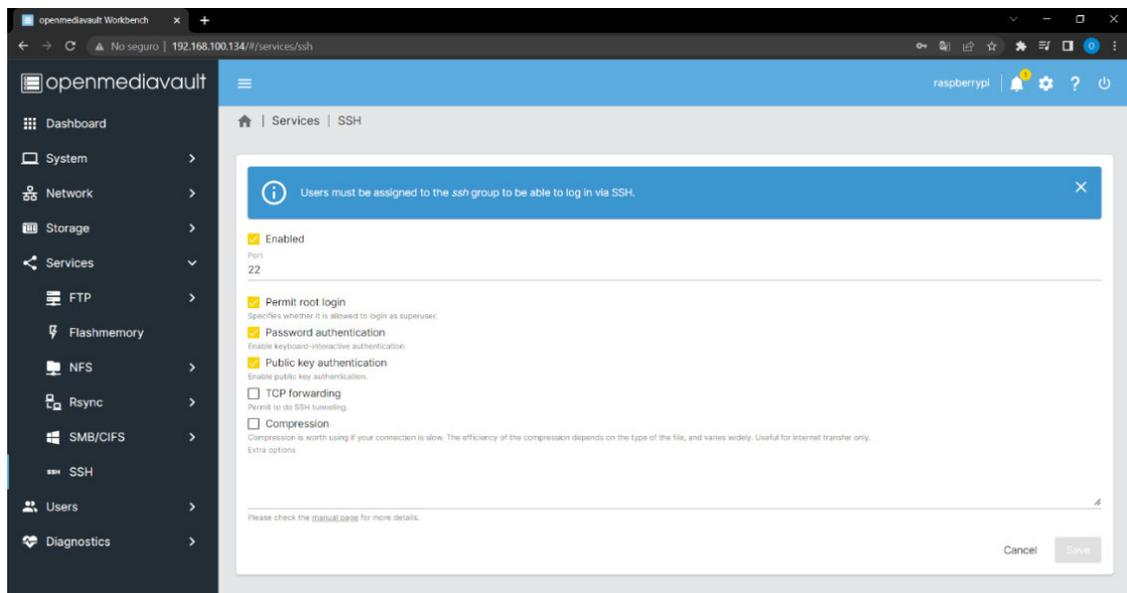


Figura 3.27 Habilitación servicio *SSH*

El usuario *adminOP* que fue establecido en *Raspberry Pi Imager*, dentro de sus grupos el servicio de *SSH* fue deshabilitado al instalar *OMV* en el usuario como se visualiza en la Figura 3.28.

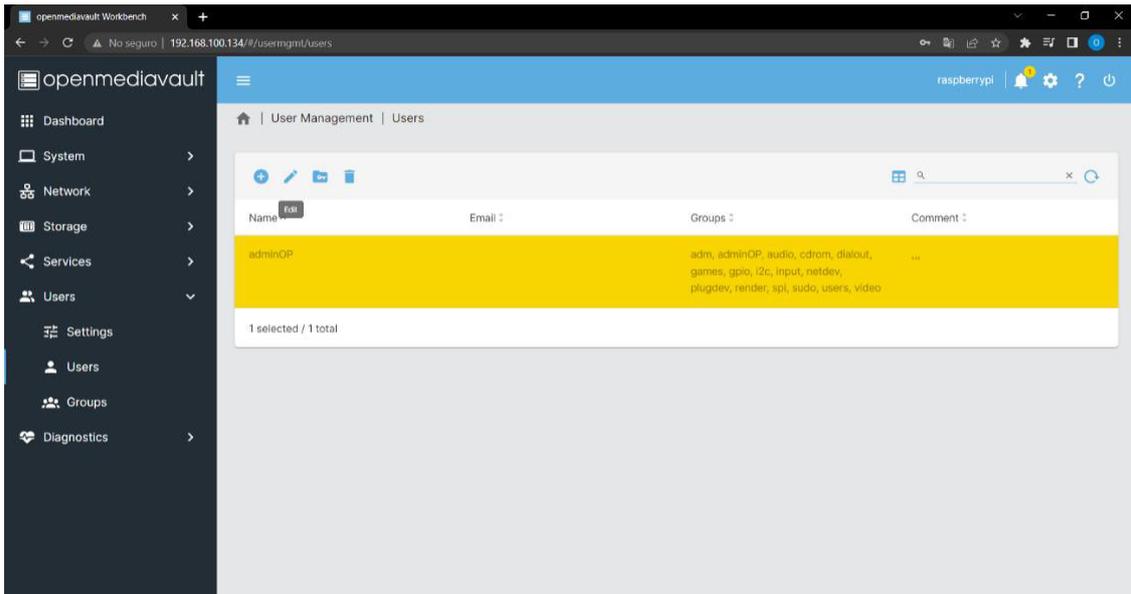


Figura 3.28 Permisos usuario adminOP

Por lo tanto, se editó para otorgar los permisos de *SSH* al usuario adminOP como se presenta en la Figura 3.29.

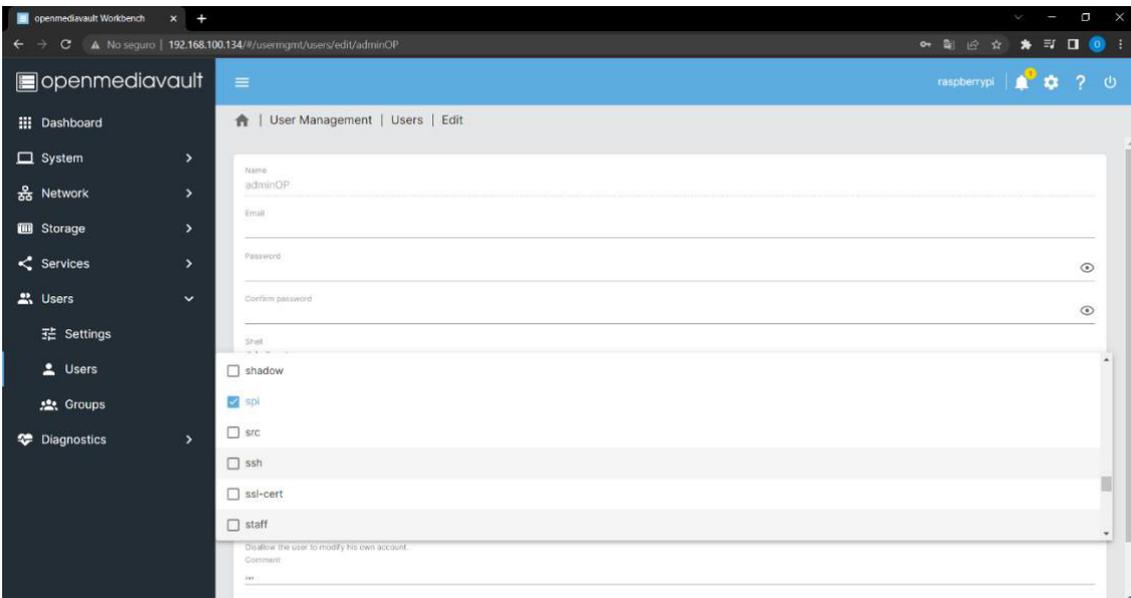


Figura 3.29 Habilitar *SSH* usuario adminOP

Los *HDDs* conectados al *hub* y al miniordenador fueron formateados para proceder a realizar el arreglo de discos *RAID 1*, al terminar el proceso de eliminación de datos se desplegará un mensaje como en la Figura 3.30.

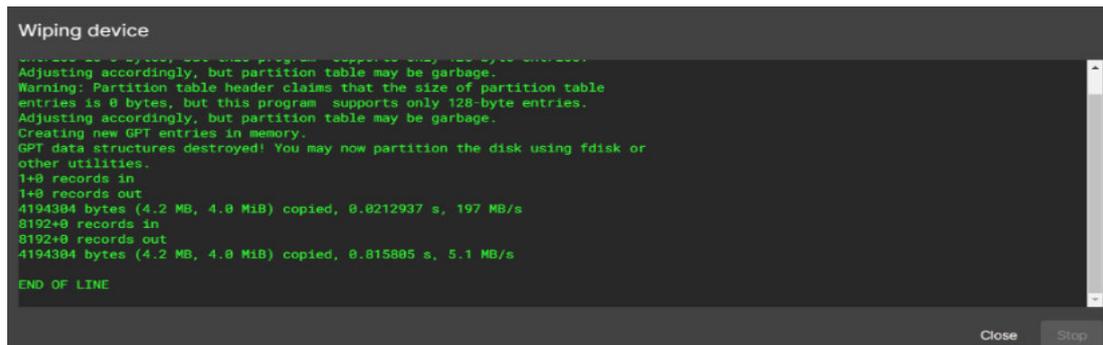


Figura 3.30 Eliminación de datos *HDDs*

Los arreglos de discos fueron creados con *mdadm*, *software* que se instaló por defecto junto a *OMV*, como se indica en la Figura 3.31 los *HDDs* conectados tienen las etiquetas *sda* y *sdb*.

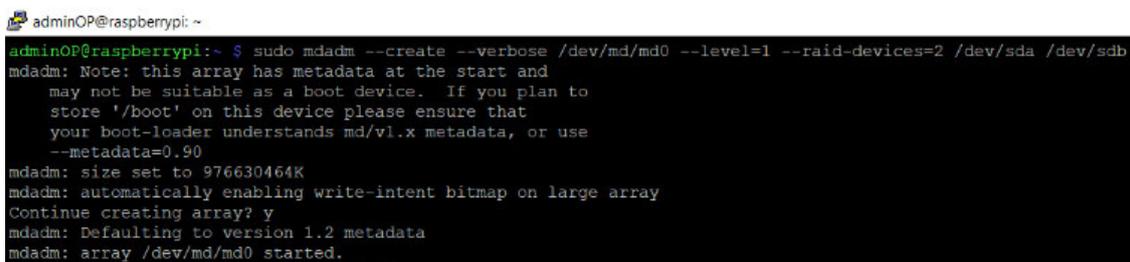


Figura 3.31 Creación de arreglo de discos *RAID 1*

Al crearse el arreglo *RAID 1* inició el proceso de resincronización donde los bloques de los *HDDs*, según se observa en la Figura 3.32.

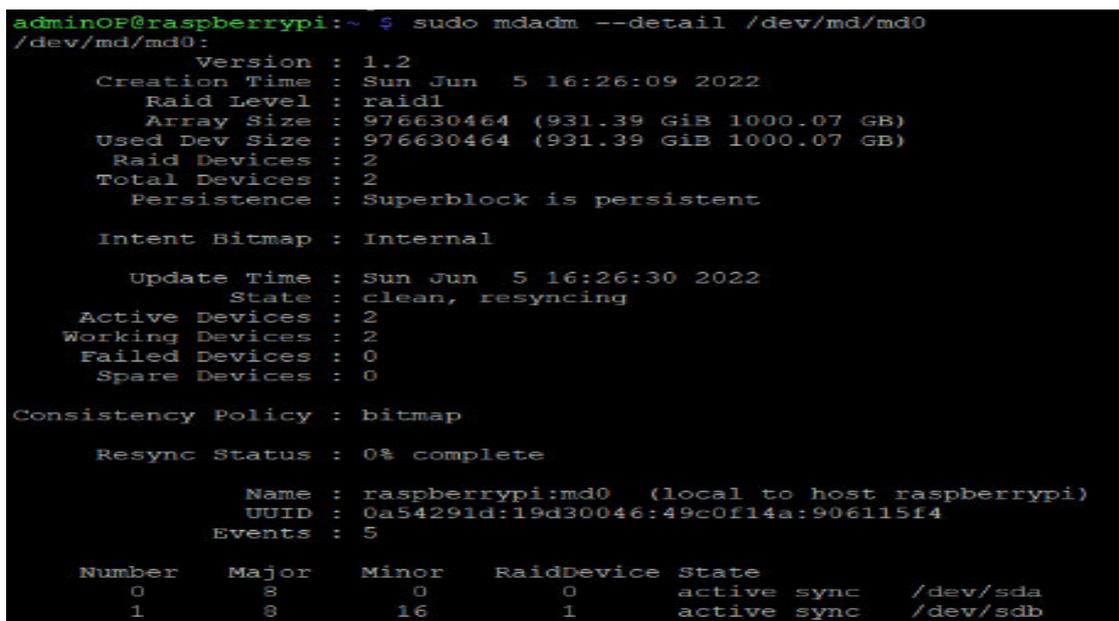


Figura 3.32 Estatus arreglo de discos *RAID 1*

Es necesario verificar y guardar la configuración del arreglo de discos como se presenta en la Figura 3.33 en el archivo `/etc/mdadm/mdadm.conf`.

```
adminOP@raspberrypi: ~
GNU nano 5.4 /etc/mdadm/mdadm.conf
! This file is auto-generated by openmediavault (https://www.openmediavault.org)
! WARNING: Do not edit this file, your changes will get lost.

# mdadm.conf
#
# Please refer to mdadm.conf(5) for information about this file.
#

# by default, scan all partitions (/proc/partitions) for MD superblocks.
# alternatively, specify devices to scan, using wildcards if desired.
# Note, if no DEVICE line is present, then "DEVICE partitions" is assumed.
# To avoid the auto-assembly of RAID devices a pattern that CAN'T match is
# used if no RAID devices are configured.
DEVICE partitions

# auto-create devices with Debian standard permissions
CREATE owner=root group=disk mode=0660 auto=yes

# automatically tag new arrays as belonging to the local system
HOMEHOST <system>

# definitions of existing MD arrays
ARRAY /dev/md/md0 metadata=1.2 name=raspberrypi:md0 UUID=0a54291d:19d30046:49c0f14a:906115f4
```

Figura 3.33 Guardar configuración arreglo de discos

Se verificó que el arreglo de discos sea detectado por *OMV*, presentado en la Figura 3.34 dentro del apartado *Storage* y *RAID Management*.

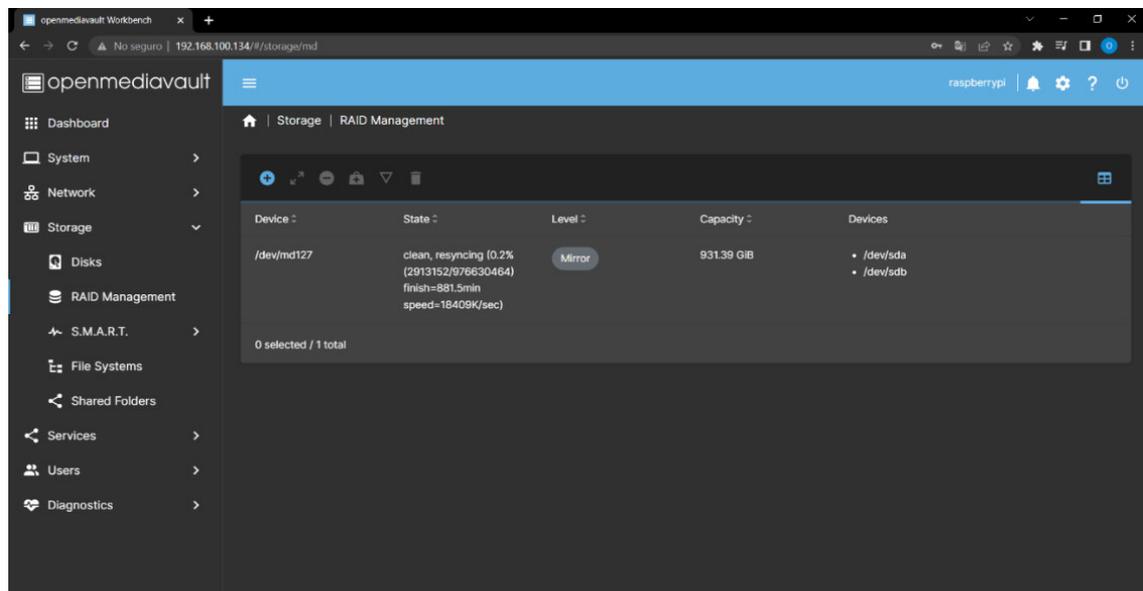


Figura 3.34 Arreglo de discos en *OMV*

Sin embargo, para el funcionamiento del *NAS* es necesario crear un sistema de archivos con el arreglo de discos, como se muestra en la Figura 3.35 por defecto está vacío.

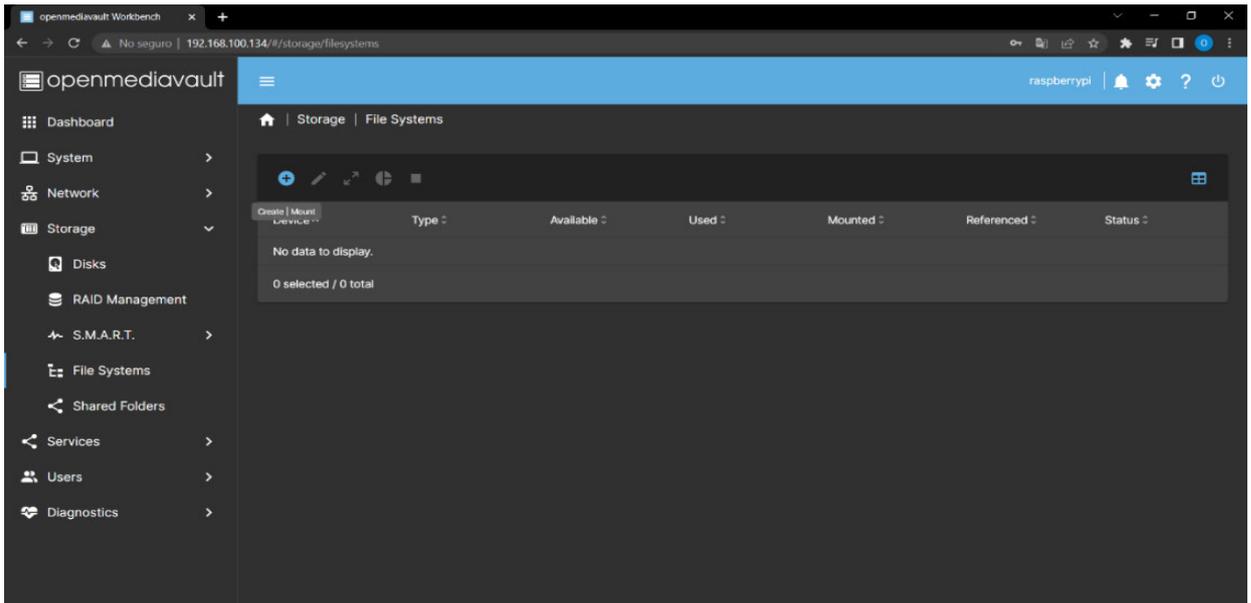


Figura 3.35 Sistema de archivos

En la Figura 3.36 se observa que para el sistema de archivos se seleccionó el arreglo de discos creado previamente.

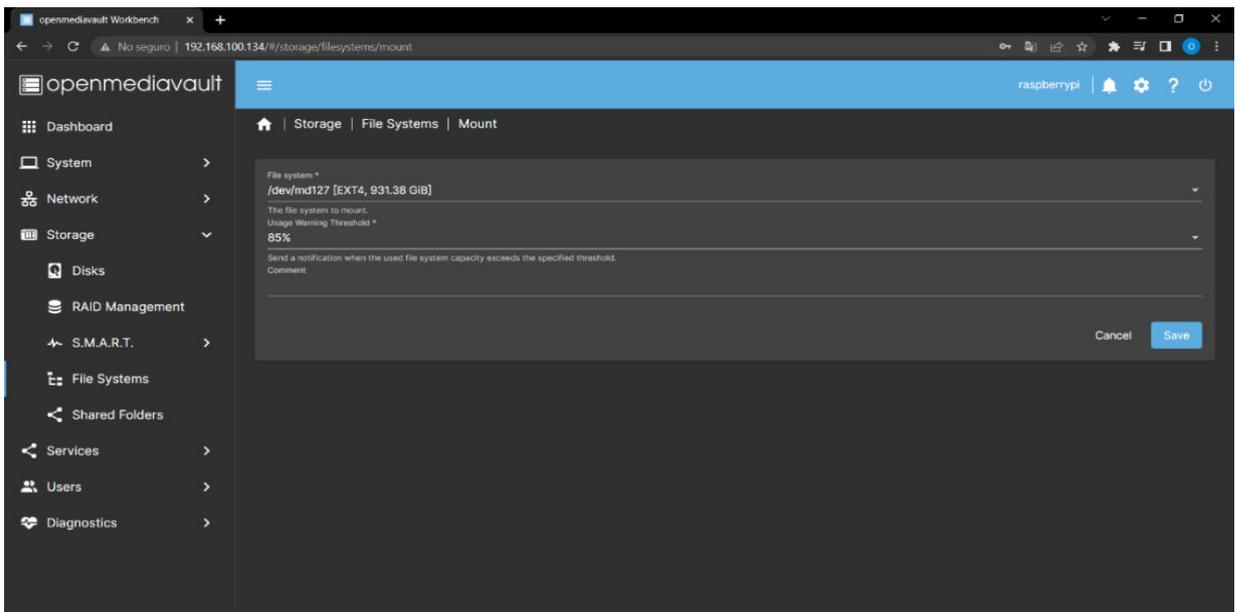


Figura 3.36 Creación sistema de archivos

Posteriormente, se creó una carpeta compartida como se indica en la Figura 3.37.

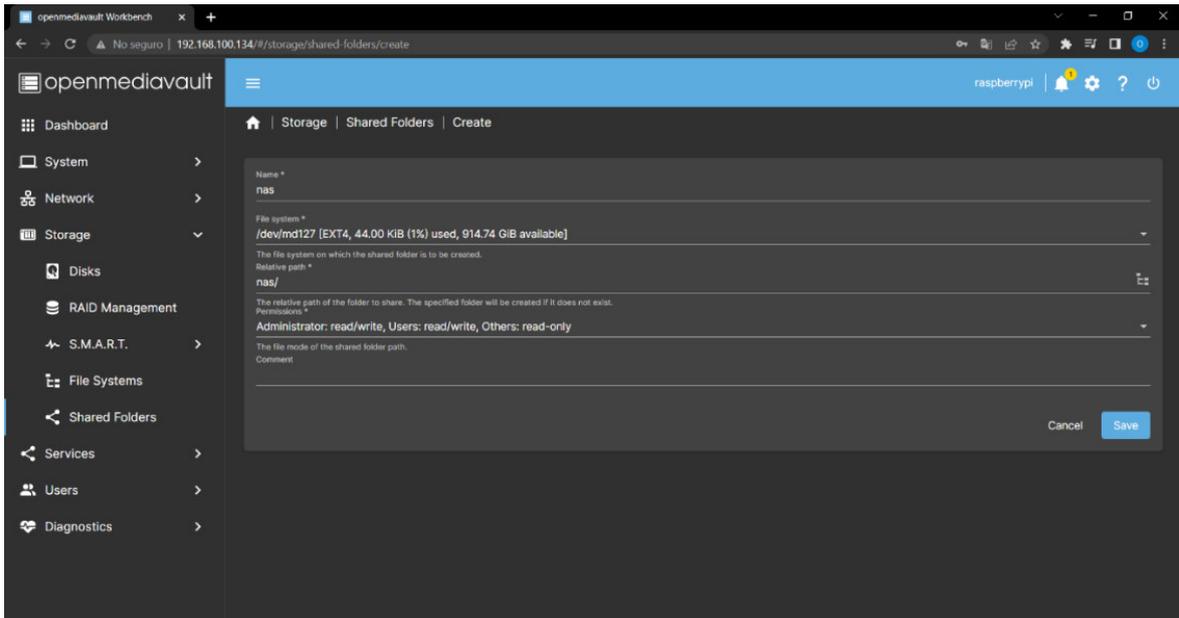


Figura 3.37 Creación carpeta compartida

Se guardaron los cambios en *OMV* tal como se observa en la Figura 3.38.

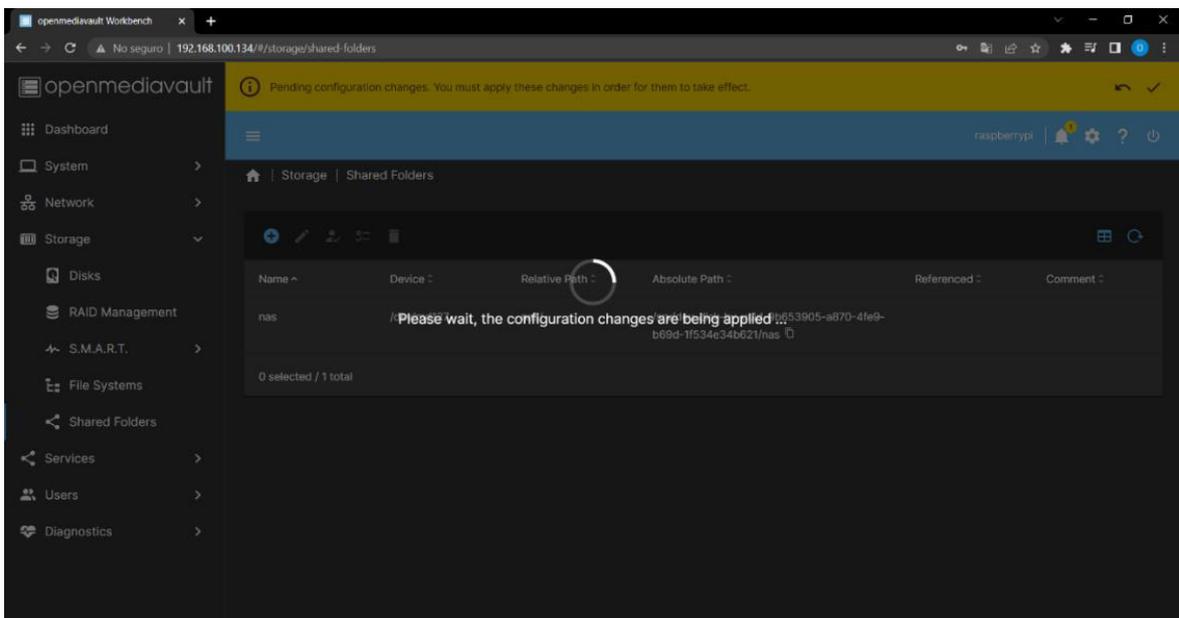


Figura 3.38 Guardar los cambios sistema de archivos y carpeta compartida

Creados el sistema de archivos y la carpeta compartida, como muestra la Figura 3.39 fue necesario habilitar el servicio *NFS* con el fin de poder visualizar los archivos en clientes Linux.

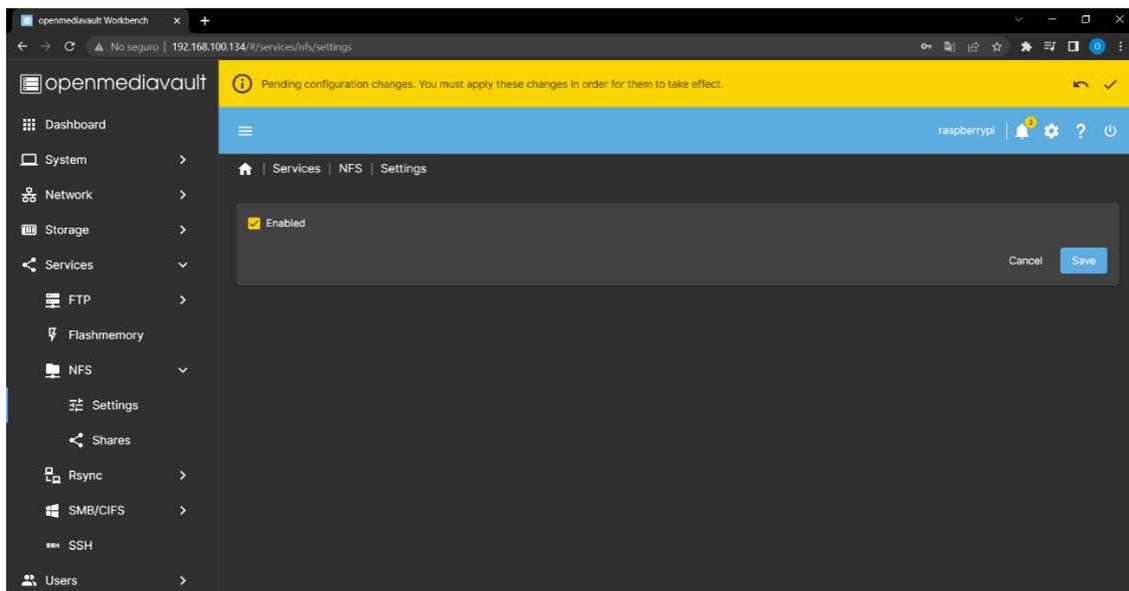


Figura 3.39 Habilitar servicio *NFS*

En la Figura 3.40 se seleccionó la carpeta compartida la y los clientes de este servicio se establecieron en base a las direcciones *IP*'s que se encuentre en el rango de la red 192.168.100.0/24.

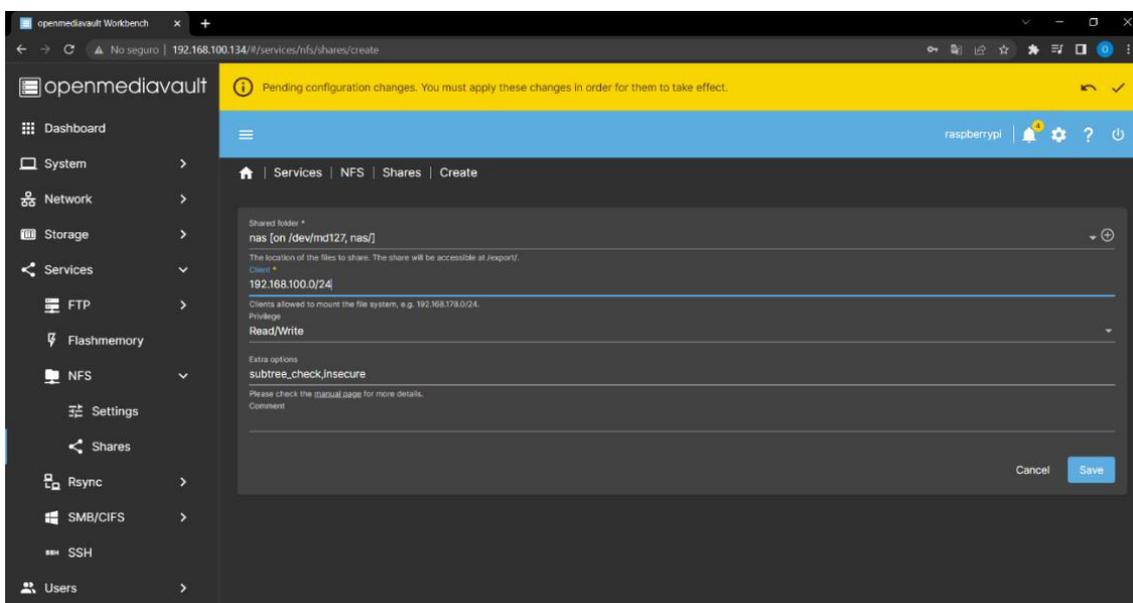


Figura 3.40 Parámetros servicio *NFS*

No obstante, es necesario habilitar el servicio *SMB* con el fin de poder visualizar el contenido del *NAS* en clientes *Windows*, como se indica en la Figura 3.41.

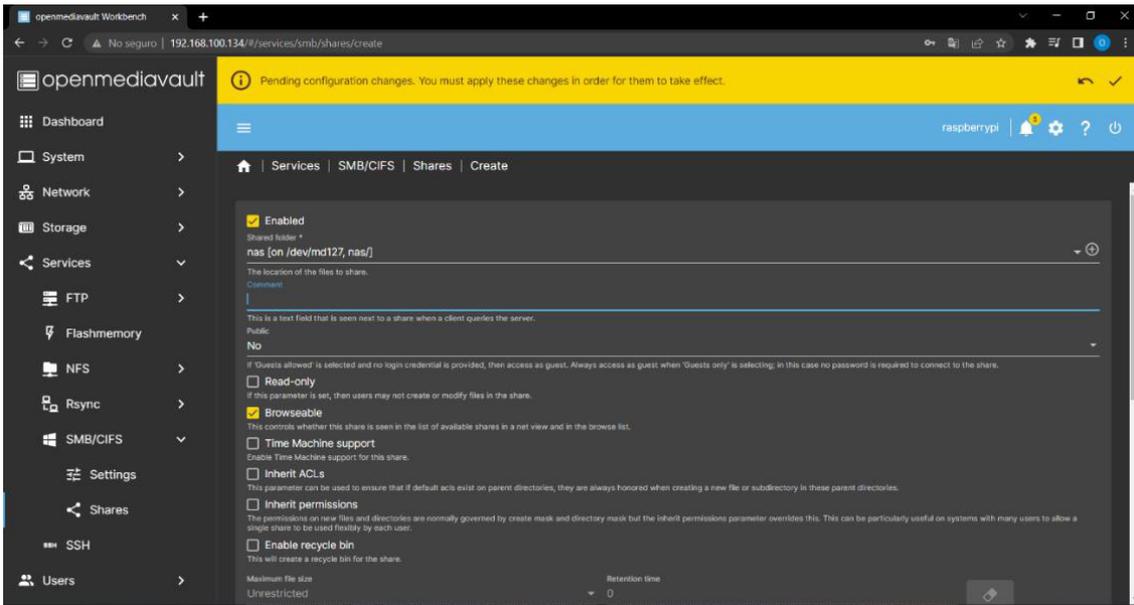


Figura 3.41 Parámetros servicio *SMB*

Instalación *software Plex Media Server*

Plex Media Server requiere habilitar la descarga de paquetes empleando *HTTPS*, por lo que se lo habilitó empleando comandos *APT* propios de Debian. Ver Figura 3.42.

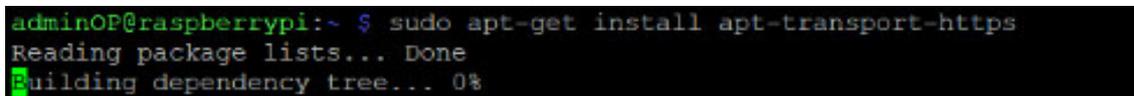


Figura 3.42 Habilitar descarga paquetes *APT* usando *HTTPS*

En la Figura 3.43 se añadió a *Plex Media Server* para que pueda instalarse por medio de comandos *APT*.

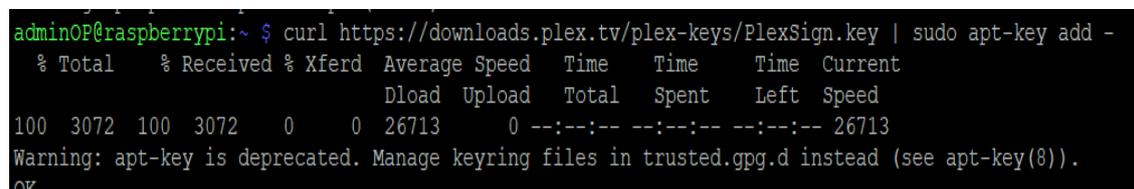


Figura 3.43 Añadir repositorios de *Plex Media Server*

Agregados los paquetes necesarios para la instalación de *Plex Media Server* como indica la Figura 3.44 se actualizan los paquetes disponibles *APT*.

```

adminOP@raspberrypi:~ $ echo deb https://downloads.plex.tv/repo/deb public main | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/plexmediaserver.list
deb https://downloads.plex.tv/repo/deb public main
adminOP@raspberrypi:~ $ sudo apt-get update
Get:1 file:/var/cache/openmediavault/archives InRelease
Ign:1 file:/var/cache/openmediavault/archives InRelease
Get:2 file:/var/cache/openmediavault/archives Release
Ign:2 file:/var/cache/openmediavault/archives Release

```

Figura 3.44 Actualización paquetes APT

En la Figura 3.45 presenta que actualizadas las librerías APT se continuó con la instalación de *Plex Media Server*.

```

adminOP@raspberrypi:~ $ sudo apt install plexmediaserver
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following NEW packages will be installed:
  plexmediaserver
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 72.7 MB of archives.
After this operation, 175 MB of additional disk space will be used.
Get:1 https://downloads.plex.tv/repo/deb public/main armhf plexmediaserver armhf 1.26.2.5797-5bd057d2b [72.7 MB]
Fetched 72.7 MB in 8s (9030 kB/s)
Selecting previously unselected package plexmediaserver.
(Reading database ... 50195 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../plexmediaserver_1.26.2.5797-5bd057d2b_armhf.deb ...
PlexMediaServer install: Pre-installation Validation.
PlexMediaServer install: Pre-installation Validation complete.
Unpacking plexmediaserver (1.26.2.5797-5bd057d2b) ...
Setting up plexmediaserver (1.26.2.5797-5bd057d2b) ...

Configuration file '/etc/apt/sources.list.d/plexmediaserver.list'
==> File on system created by you or by a script.
==> File also in package provided by package maintainer.
What would you like to do about it ? Your options are:
  Y or I : install the package maintainer's version
  N or O : keep your currently-installed version
  D      : show the differences between the versions
  Z      : start a shell to examine the situation
The default action is to keep your current version.
*** plexmediaserver.list (Y/I/N/O/D/Z) [default=N] ? N
PlexMediaServer install: PlexMediaServer-1.26.2.5797-5bd057d2b - Installation starting.
PlexMediaServer install:
PlexMediaServer install: Now installing based on:
PlexMediaServer install: Installation Type: New
PlexMediaServer install: Process Control: systemd
PlexMediaServer install: Plex User: plex
PlexMediaServer install: Plex Group: plex
PlexMediaServer install: Video Group: video
PlexMediaServer install: Metadata Dir: /var/lib/plexmediaserver/Library/Application Support
PlexMediaServer install: Temp Directory: /tmp
PlexMediaServer install: Lang Encoding: en_US.UTF-8
PlexMediaServer install: Nvidia GPU card: Not Found
PlexMediaServer install:
PlexMediaServer install: Completing final configuration.
█
Progress: [ 60%] [#####]

```

Figura 3.45 Instalación *Plex Media Server*

Finalizada la instalación y para continuar con la configuración fue necesario introducir en un navegador web la dirección del *IP* miniordenador añadiendo el puerto 32400 el cual es el asignado para *Plex Media Server*, como se indica en la Figura 3.46.

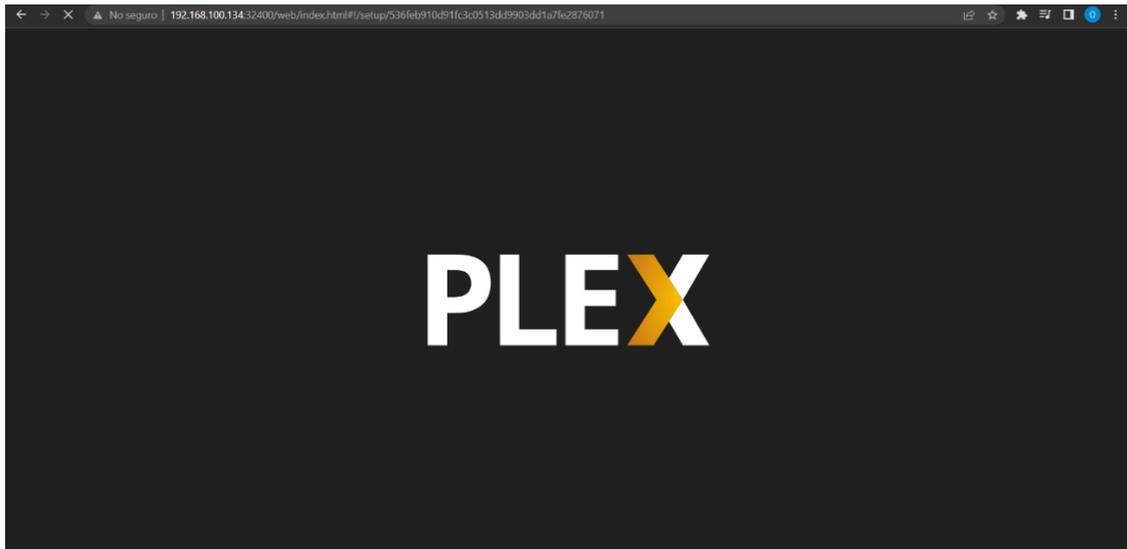


Figura 3.46 Primer inicio *Plex Media Server*

En la Figura 3.47 solicita asignar un nombre al servidor en este caso se lo denominó NAS.



Figura 3.47 Configuración de *Plex Media Server*

Se seleccionó el tipo de contenido que se desea reproducir en el servidor local, como muestra la Figura 3.48 con la posibilidad de seleccionar entre películas, series, música, fotos.

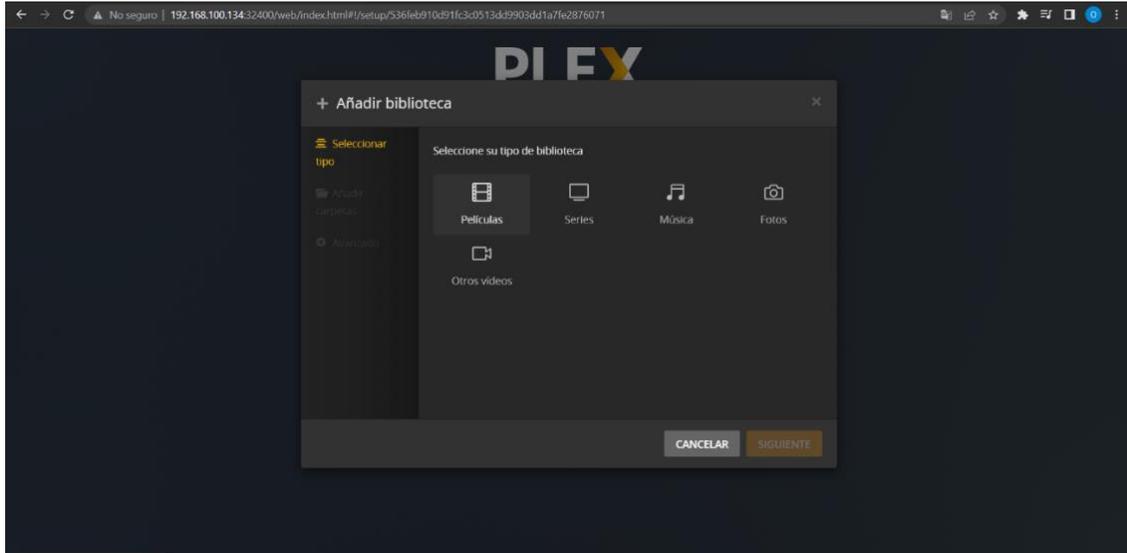


Figura 3.48 Tipo de contenido biblioteca *Plex Media Server*

El directorio donde está el contenido multimedia almacenado es el servidor *NAS*, como se presenta en la Figura 3.49 se seleccionó el directorio de la carpeta compartida.

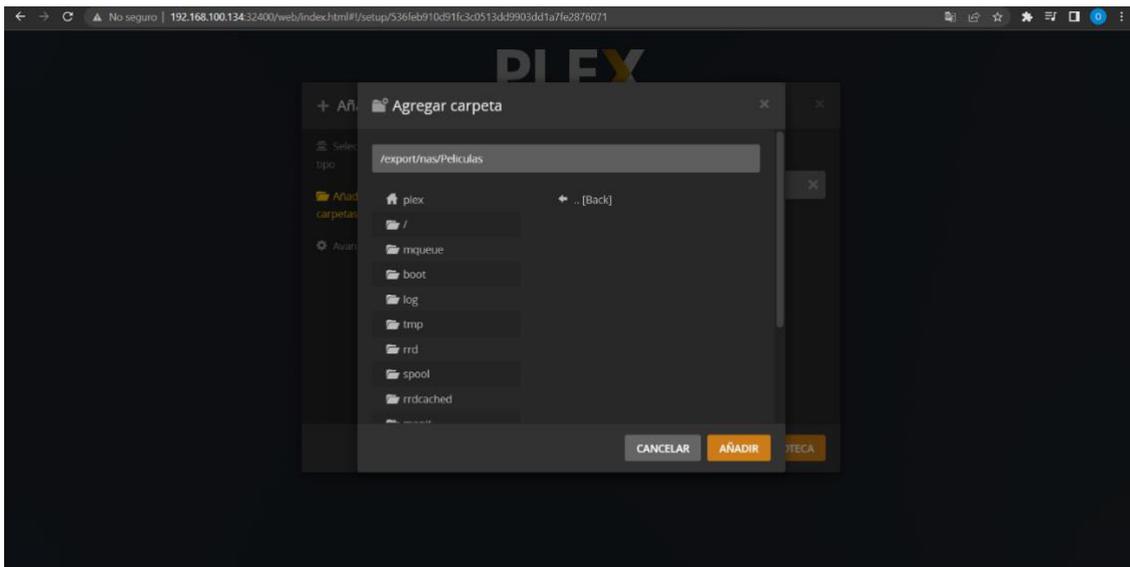


Figura 3.49 Añadir ubicación de red en *Plex Media Server*

En la Figura 3.50 se observa que ha sido añadido un apartado de películas en el servidor local con la carpeta ubicada en el directorio de *NAS*, se repite el proceso para añadir contenido multimedia distinto tal como música, imágenes o series.

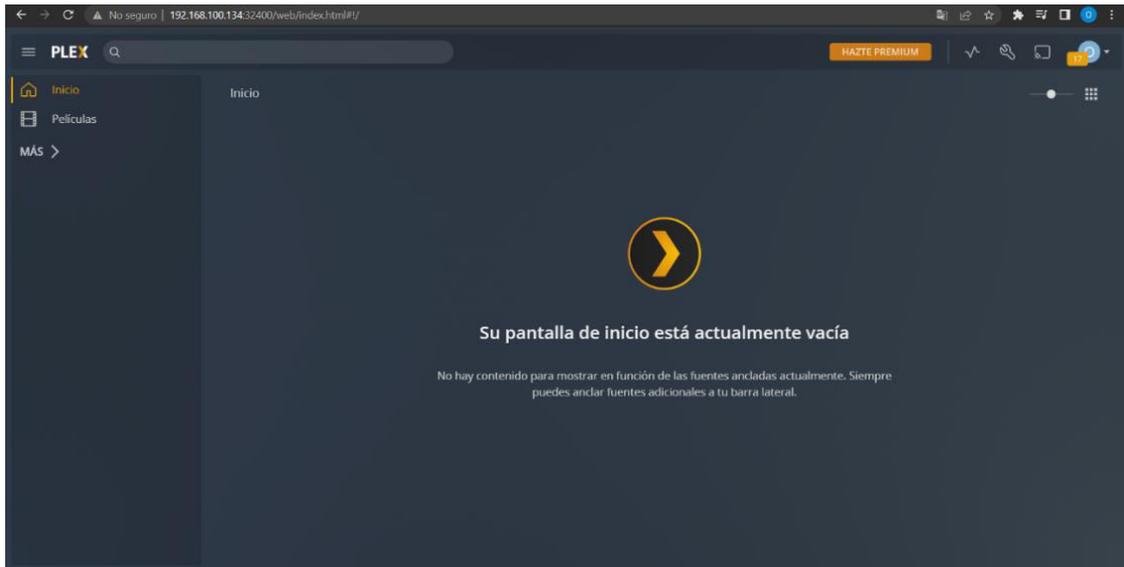


Figura 3.50 Interfaz *Plex Media Server*

En el apartado de biblioteca como se muestra en la Figura 3.51 se configuró para un escaneo periódico del contenido del NAS.

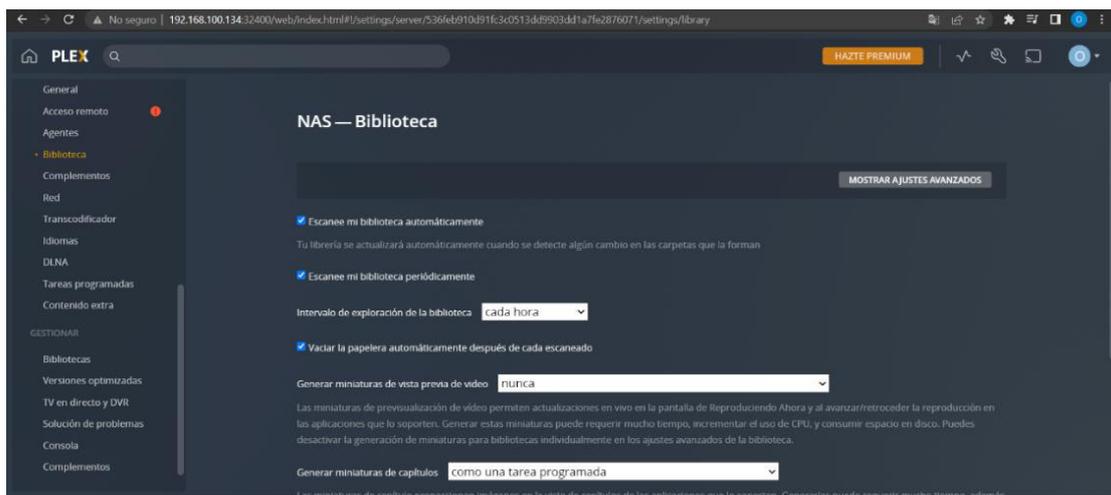


Figura 3.51 Configuración biblioteca NAS

3.4 Implementación el prototipo

Construcción de caja para el prototipo

La construcción de una caja que almacene todos los dispositivos que conforman el prototipo es fundamental en este proyecto, debido a que se encuentran varios dispositivos conectados al miniordenador, por lo tanto, el número de cables aumenta y una desconexión ocasionaría fallos que pueden comprometer la información almacenada.

Los materiales con los que se construyó fueron tablas formato A4 de madera tipo trípex como se indica en la Figura 3.52, es un material resistente, liviano y de fácil manipulación.

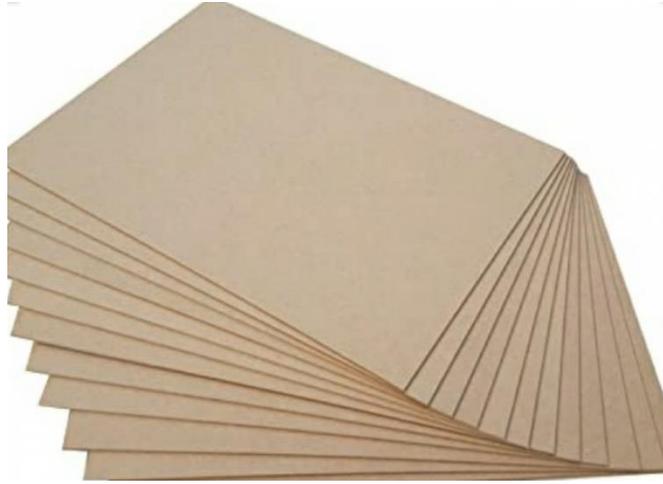


Figura 3.52 Materiales empleados en la construcción de la caja [27]

El diseño tiene las medidas de 10 (cm) de alto, 20 (cm) de ancho y 30 cm de profundidad, obteniendo el espacio necesario para distribuir de forma adecuada los dispositivos que constituyen el prototipo. Planteadas las medidas de la caja se procedió con la construcción cortando y uniendo los elementos. Ver Figura 3.53.



Figura 3.53 Proceso de construcción

Posteriormente, la caja fue pintada con el fin de proteger y extender la vida útil de la madera, los elementos se distribuyeron de una forma organizada como se observa en la Figura 3.54, manteniendo una estética armónica entro los dispositivos y cables para su comunicación con el miniordenador, cabe destacar que estos elementos son

desmontables, ya que se encuentran fijados a la caja con cinta velcro en su base para un fácil reemplazo en caso de ser necesario.



Figura 3.54 Componentes internos

La caja cuenta con una tapa compuesta por bisagras para la manipulación de los dispositivos y etiquetas que indican el sobre el estado de encendido del *hub* y los *HDDs*, según se observa la Figura 3.55 y Figura 3.56.



Figura 3.55 Tapa superior



Figura 3.56 Ranuras de ventilación

3.5 Realización pruebas de funcionamiento del prototipo

Pruebas NAS

Acceso en cliente *Windows* empleando *SMB*

Se accedió a los archivos del servidor *NAS* utilizando el explorador de archivos de *Windows* el cual trabaja con el protocolo *SMB*.

La ruta del servidor *NAS* fue añadida dirigiéndose a “Este Equipo”, clic derecho y seleccionar “Agregar ubicación de red” como se observa en la Figura 3.57.

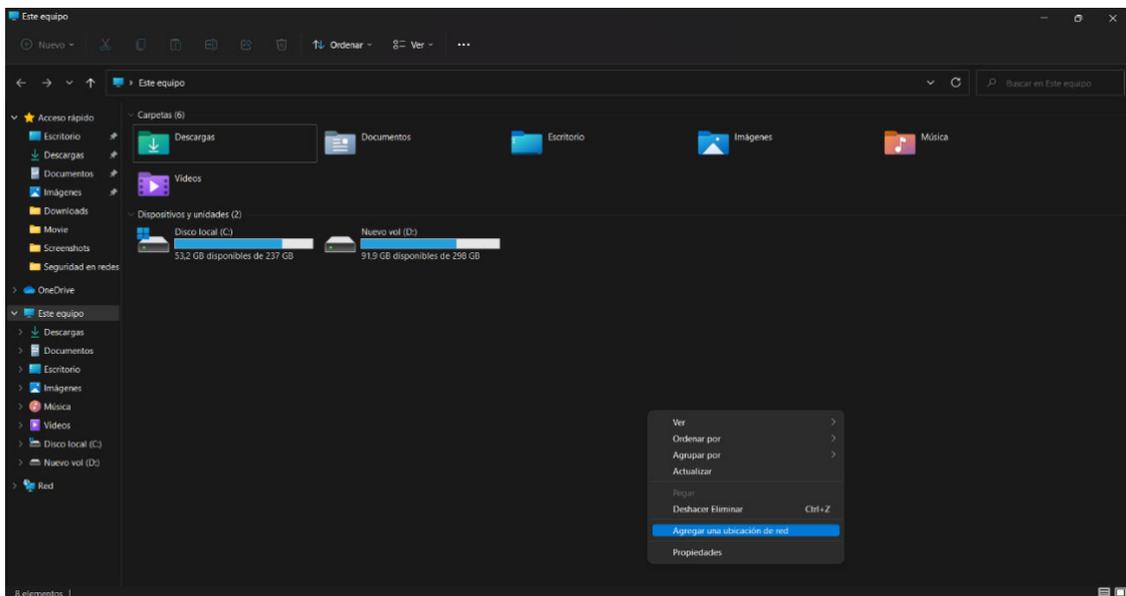


Figura 3.57 Agregar carpeta *NAS* en *Windows*

En la Figura 3.58 se presenta la dirección del servidor *NAS* que solicitará el cliente en *Windows*.

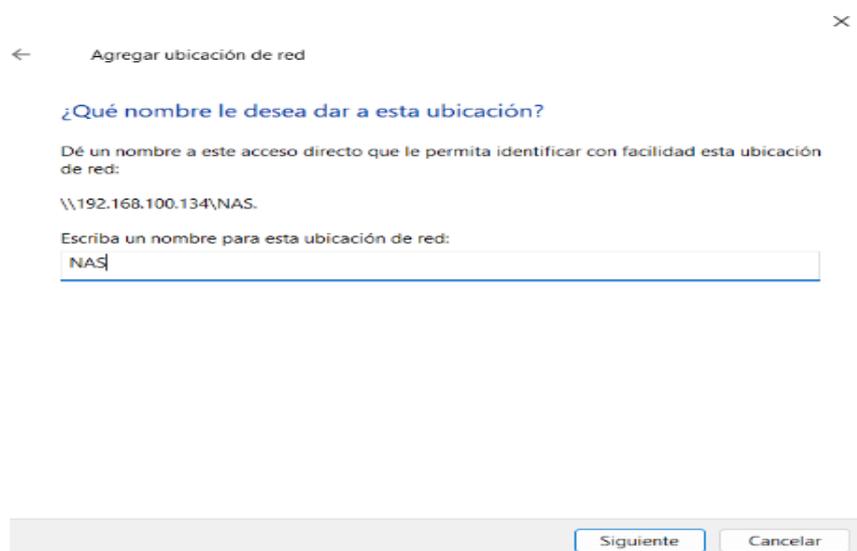


Figura 3.58 Asistente de configuración ubicación de red

Si todos los pasos anteriores fueron realizados correctamente como se presenta la Figura 3.59 solicitará las credenciales del servidor.

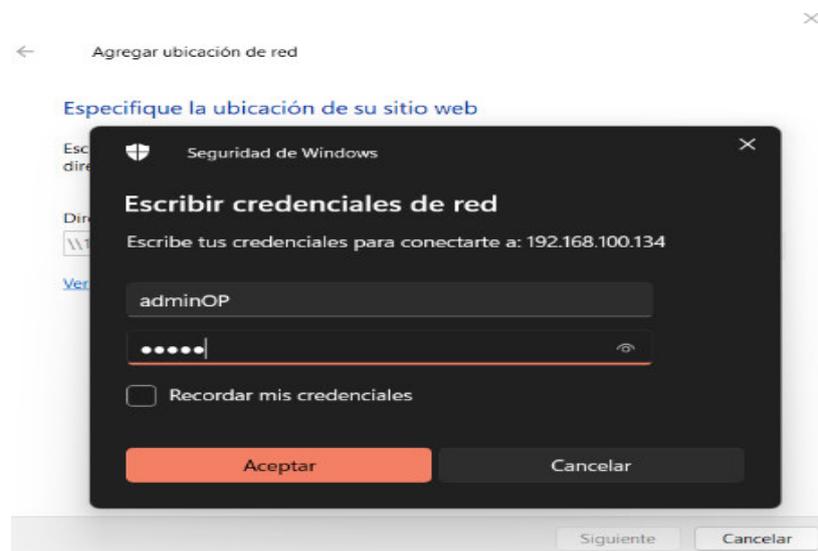


Figura 3.59 Credenciales servidor

En la Figura 3.60 se presenta la visualización de carpetas disponibles y el proceso de copiado de archivos hacia el *NAS*.

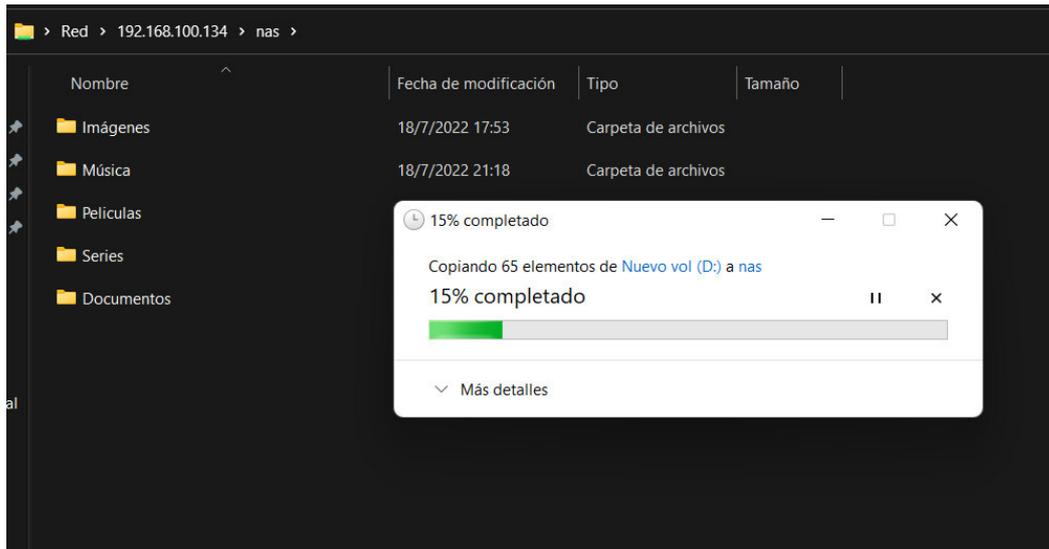


Figura 3.60 Copia contenido cliente a NAS

Para comprobar que el proceso de copia de archivos fue exitoso se abrió uno de ellos tal como se muestra en la Figura 3.61, logrando ver el archivo sin ningún inconveniente.

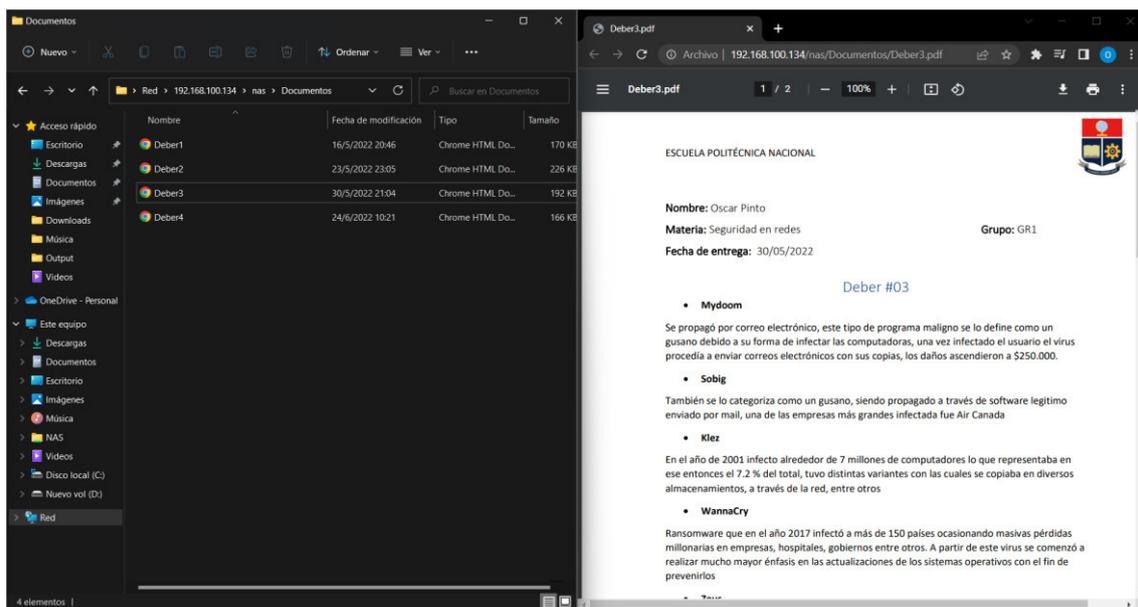


Figura 3.61 Visualización de contenido en cliente de archivos NAS

Acceso en cliente Linux Android empleando NFS

Linux emplea el protocolo *NFS* para acceder a los archivos del servidor *NAS*, en este caso se utilizó un dispositivo que trabaja con la distribución Android donde se descargó la aplicación “*Network Browser*” de su tienda de aplicaciones, en la Figura 3.62 se indica la configuración introducida.

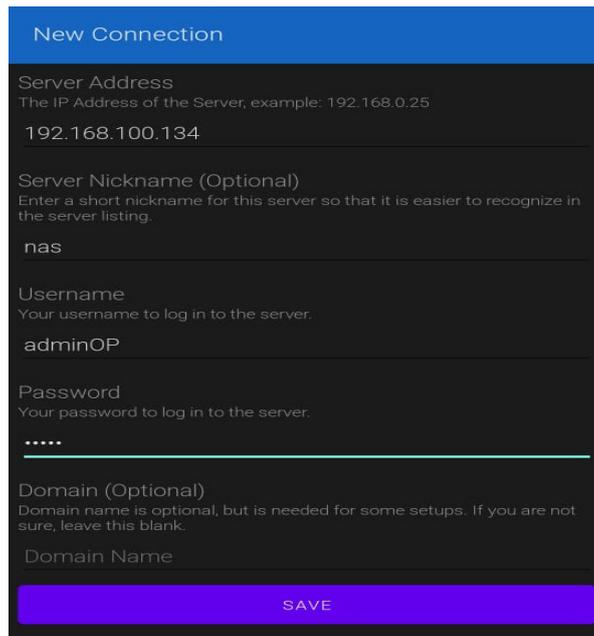


Figura 3.62 Configuración cliente Android

Guardadas las configuraciones se accedió al directorio del *NAS*, tal como se muestra en la Figura 3.63.

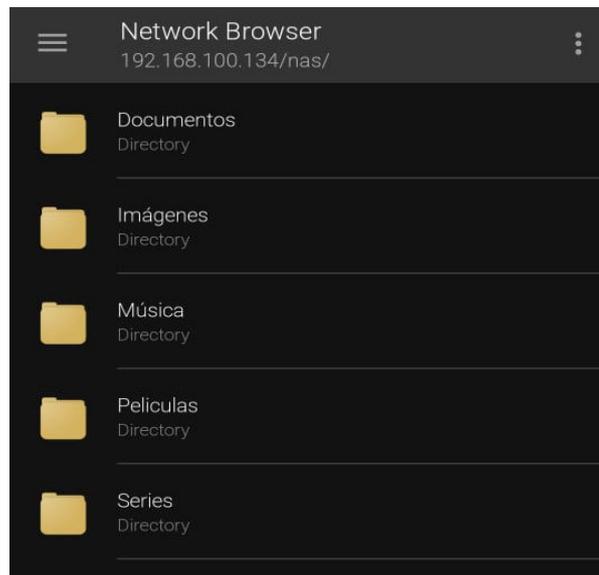


Figura 3.63 Contenido de *NAS*

Prueba de redundancia de archivos empleando arreglo de discos *RAID 1*

OMV dentro de su interfaz web presenta el detalle del arreglo de discos *RAID 1*, donde en Figura 3.64 se muestra que trabaja con total normalidad.

```

Storage | RAID Management | Details

Version : 1.2
Creation Time : Sun Jun 5 10:26:09 2022
Raid Level : raid1
Array Size : 976630464 (931.39 GiB 1000.07 GB)
Used Dev Size : 976630464 (931.39 GiB 1000.07 GB)
Raid Devices : 2
Total Devices : 2
Persistence : Superblock is persistent

Intent Bitmap : Internal

Update Time : Tue Jul 19 03:39:44 2022
State : clean
Active Devices : 2
Working Devices : 2
Failed Devices : 0
Spare Devices : 0

Consistency Policy : bitmap

Name : raspberrypi:md0 (local to host raspberrypi)
UUID : 0a54291d:19d30046:49c0f14a:906115f4
Events : 18564

Number Major Minor RaidDevice State
0 8 0 0 active sync /dev/sda
1 8 16 1 active sync /dev/sdb

```

Figura 3.64 Estado arreglo de discos

El arreglo de discos posee 2 unidades “sda” y “sdb”, en la presente ocasión a unidad “sda” se la marcó como defectuosa a través de línea de comandos en *SSH*, como se observa en la Figura 3.65.

```

adminOP@raspberrypi:~$ sudo mdadm /dev/md0 --fail /dev/sda
mdadm: set /dev/sda faulty in /dev/md0

```

Figura 3.65 HDD “sda” marcado como defectuoso

En la Figura 3.66 presenta que el estado del arreglo de discos se actualizó, obteniendo que la unidad “sda” está defectuosa, como consecuencia el *NAS* trabajará con la única unidad sana.

```

Storage | RAID Management | Details

Version : 1.2
Creation Time : Sun Jun 5 10:26:09 2022
Raid Level : raid1
Array Size : 976630464 (931.39 GiB 1000.07 GB)
Used Dev Size : 976630464 (931.39 GiB 1000.07 GB)
Raid Devices : 2
Total Devices : 2
Persistence : Superblock is persistent

Intent Bitmap : Internal

Update Time : Tue Jul 19 09:56:35 2022
State : clean, degraded
Active Devices : 1
Working Devices : 1
Failed Devices : 1
Spare Devices : 0

Consistency Policy : bitmap

Name : raspberrypi:md0 (local to host raspberrypi)
UUID : 0a54291d:19d30046:49c0f14a:906115f4
Events : 18566

Number Major Minor RaidDevice State
- 8 0 0 removed
1 8 16 1 active sync /dev/sdb
0 8 0 - faulty /dev/sda

```

Figura 3.66 Estado arreglo de discos defectuoso

Sin embargo, al ser un arreglo de discos RAID 1 la integridad de los archivos permanece intacta, ya que cada disco es el reflejo del otro. En la Figura 3.67 se accedió a uno de los archivos del NAS sin inconvenientes.

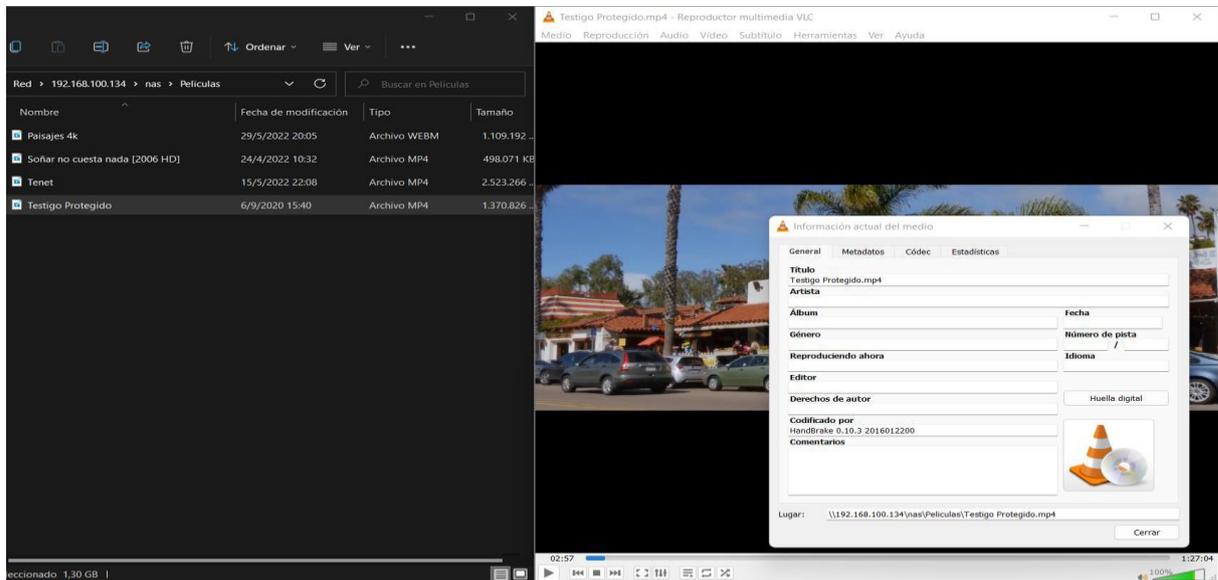


Figura 3.67 Prueba de acceso al contenido de NAS

La prueba finalizó removiendo a la unidad para eliminar la marca de defectuosa y añadiéndola nuevamente al arreglo de discos tal como se observa en la Figura 3.68.

```
adminOP@raspberrypi:~$ sudo mdadm /dev/md0 --remove /dev/sda
mdadm: hot removed /dev/sda from /dev/md0
adminOP@raspberrypi:~$ sudo mdadm --manage /dev/md0 -a /dev/sda
mdadm: re-added /dev/sda
```

Figura 3.68 Remoción y agregación de HDD "sda"

Prueba Servidor Multimedia

Acceso interfaz web Plex

Para acceder a la interfaz web de Plex fue necesario introducir la dirección IP estática del servidor añadiendo el puerto 32400 con el cual trabaja Plex, en la Figura 3.69 se muestra la página de inicio donde se seleccionó el usuario administrador "opintojar".



Figura 3.69 Selección de usuarios

El contenido de *Plex* se clasifica por bibliotecas, en la Figura 3.70 se indica el contenido cargado en la biblioteca “Películas”.

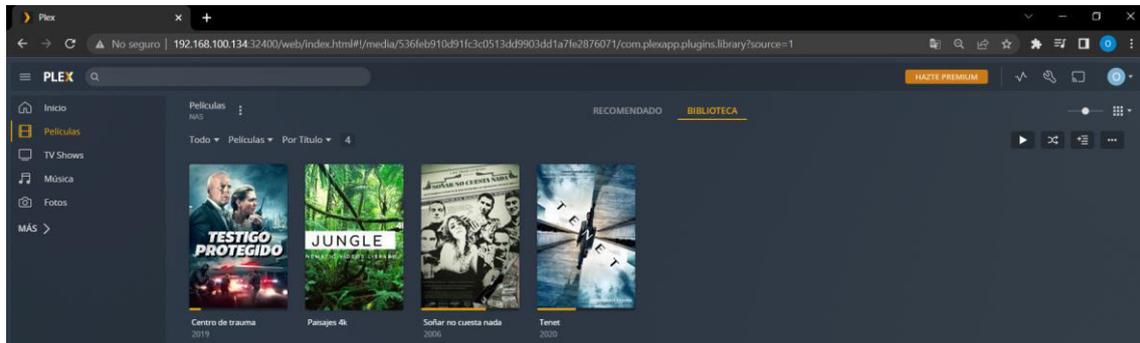


Figura 3.70 Biblioteca Películas

Se abrió una de las películas para comprobar que reproduce de forma correcta, en este caso la película estaba en resolución 4K, como se presenta en la Figura 3.71.

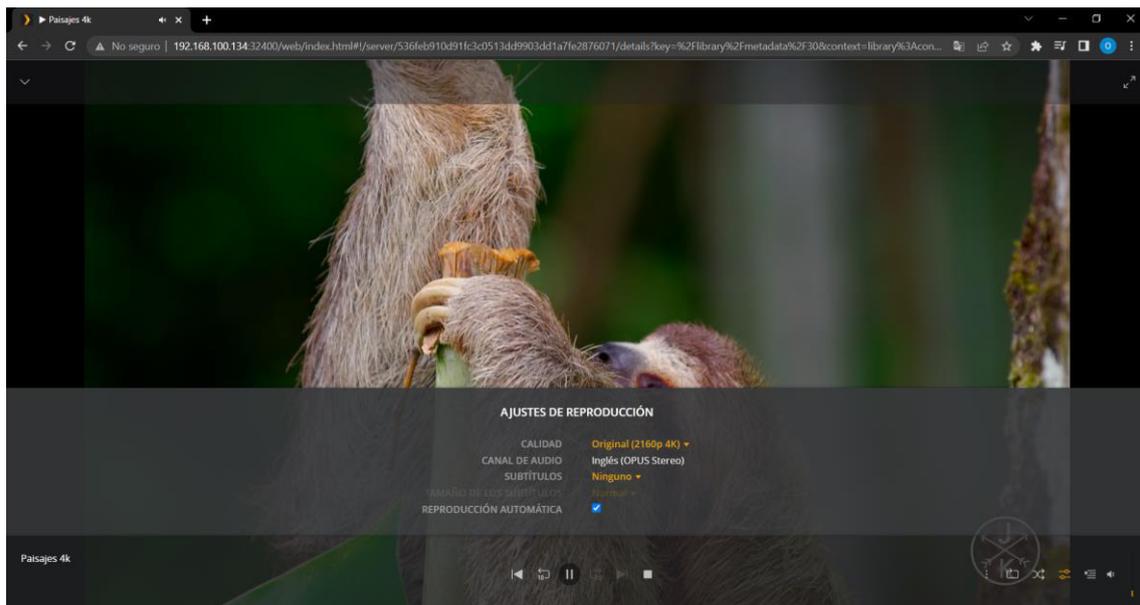


Figura 3.71 Reproducción película

Cuenta con una biblioteca de series de televisión denominada “TV Shows” donde cada serie tiene sus temporadas clasificadas de forma organizada tal como se observa en la Figura 3.72.

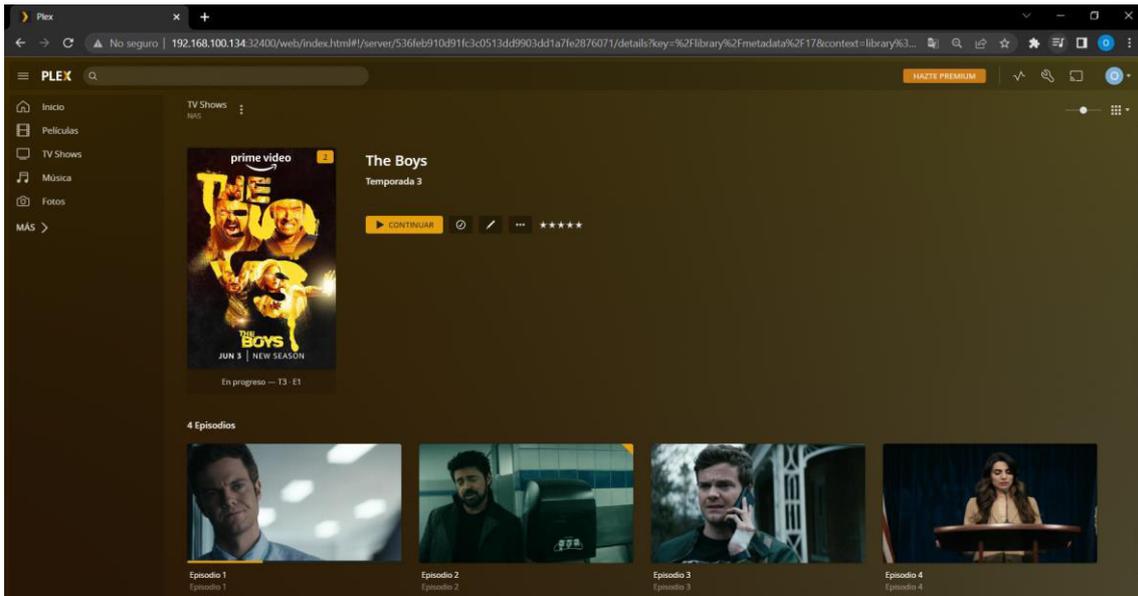


Figura 3.72 Biblioteca TV Shows

Se seleccionó uno de los episodios y se comprobó que reproduce con éxito, como se indica en la Figura 3.73.

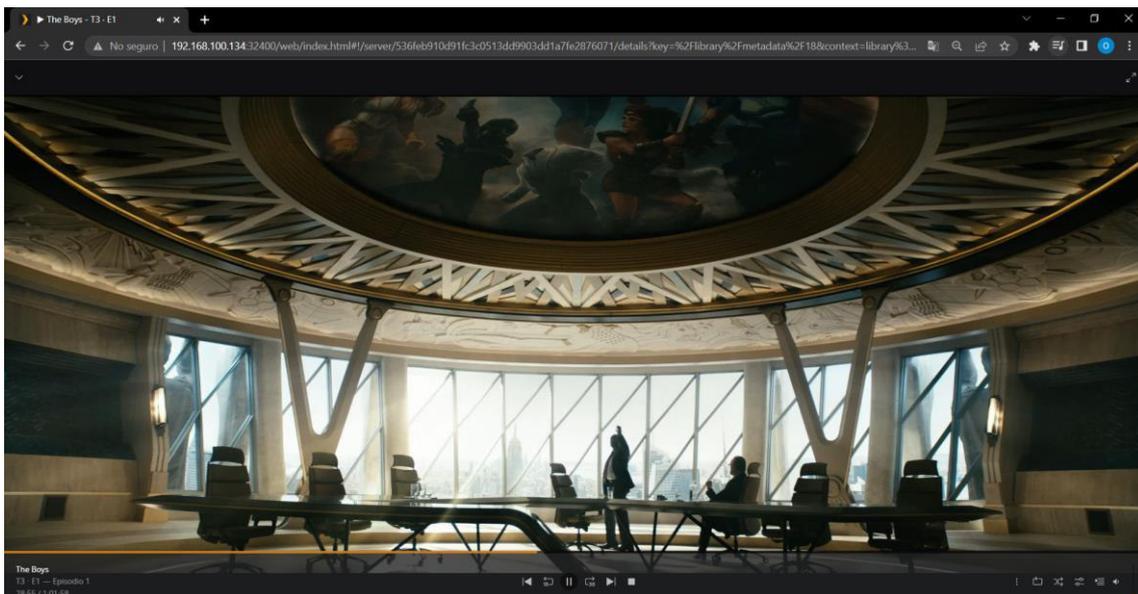


Figura 3.73 Reproducción serie

En la biblioteca “Música” muestra el contenido disponible y se reprodujo una canción, como se presenta en la Figura 3.74.

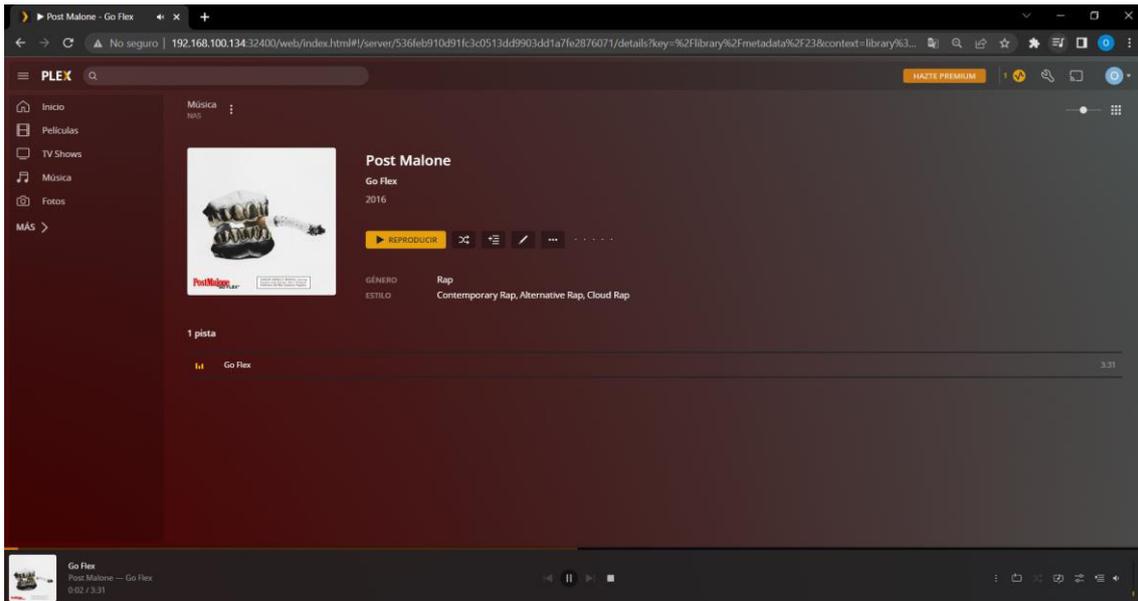


Figura 3.74 Contenido y reproducción biblioteca música

La biblioteca "Fotos" presenta imágenes que han sido cargadas, tal como se muestra en la Figura 3.75.



Figura 3.75 Contenido biblioteca Fotos

Se reprodujo una de las imágenes mostrando un resultado exitoso tal como lo indica la Figura 3.76.

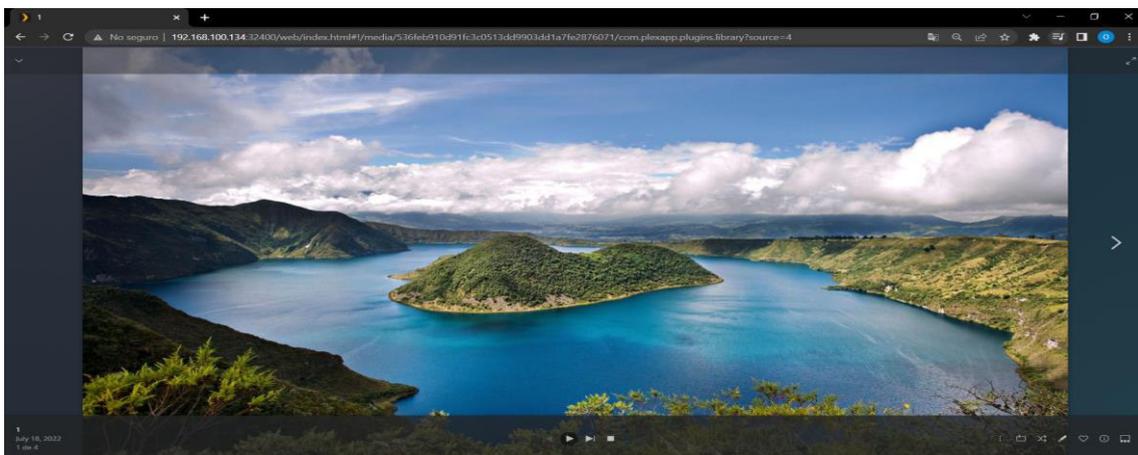


Figura 3.76 Reproducción de imágenes

Acceso por medio de aplicación *Plex*

Plex tiene la capacidad de permitir el acceso al contenido que se encuentra en el servidor a través de la interfaz web o su propia aplicación, para comprobar esto se instaló *Plex* en un televisor inteligente que ejecuta el sistema operativo *Android TV*, tal como se muestra en la Figura 3.77.

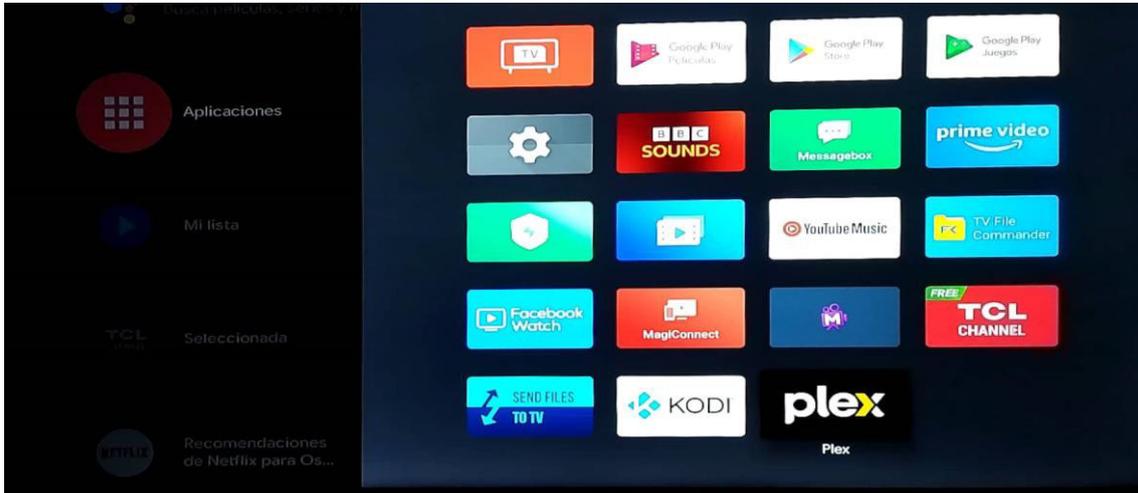


Figura 3.77 Aplicación *Plex* instalada

Una vez instalada la aplicación *Plex* se realizó su configuración para poder acceder a las bibliotecas alojadas en el servidor y se verificó que tanto películas, música, tv shows e imágenes estén disponibles, como muestra en la Figura 3.78 se observa la biblioteca de "Películas".

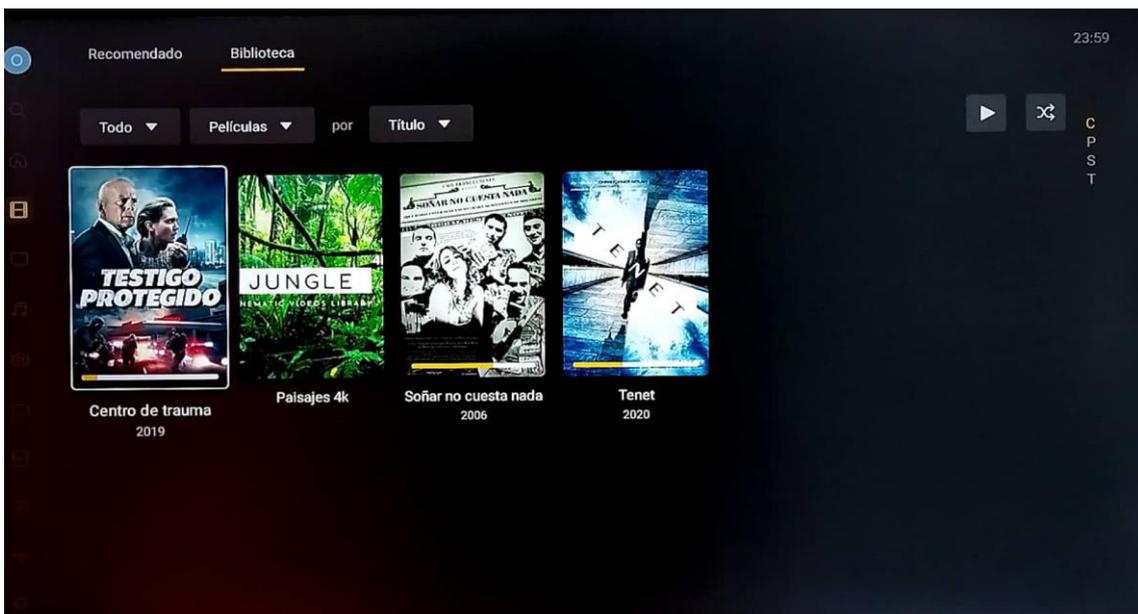


Figura 3.78 Biblioteca "Películas"

Se seleccionó uno de los contenidos disponible y se lo reprodujo de forma exitosa, como se muestra en la Figura 3.79.



Figura 3.79 Reproducción de película

En la Figura 3.80 se presenta la biblioteca de TV Shows.

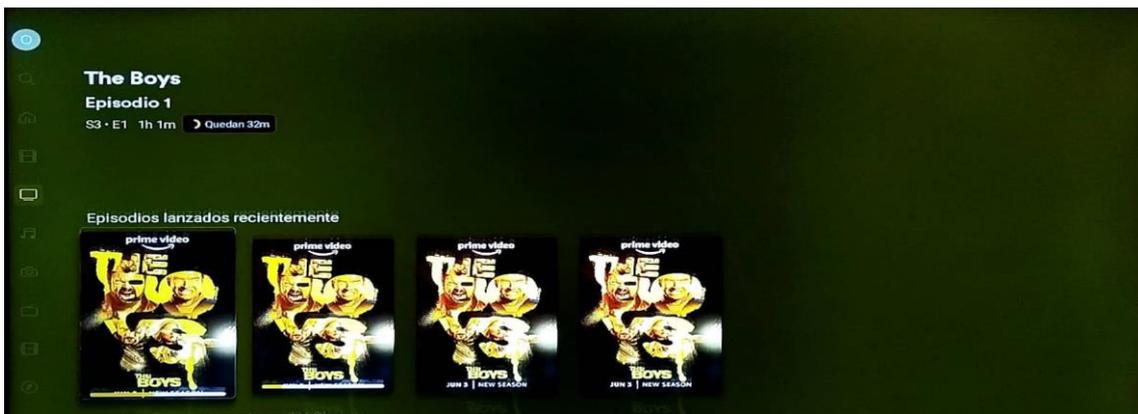


Figura 3.80 Biblioteca “TV Shows”

Se seleccionó y reprodujo uno de los episodios como se observa en la Figura 3.81.

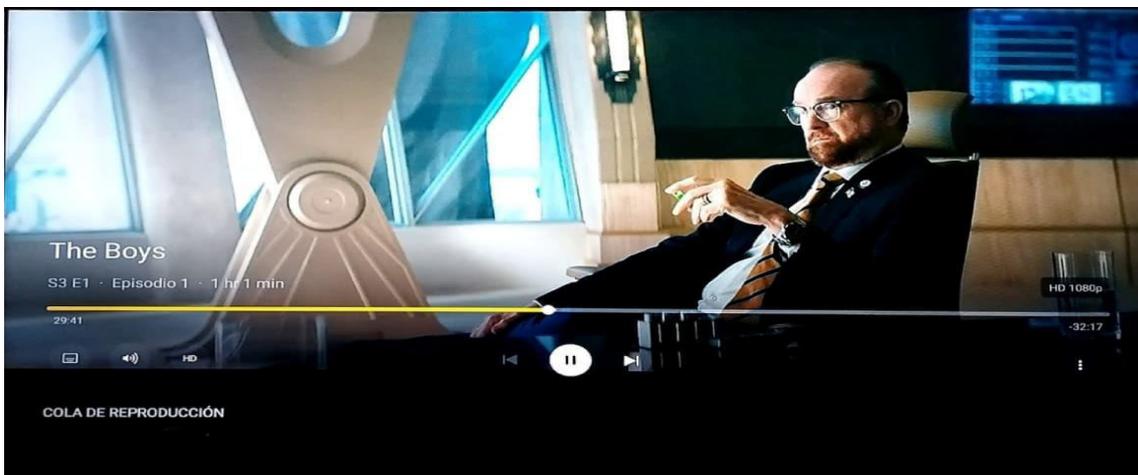


Figura 3.81 Reproducción serie

De igual forma se reprodujo el contenido multimedia almacenado en la biblioteca de música tal como se indica en la Figura 3.82.

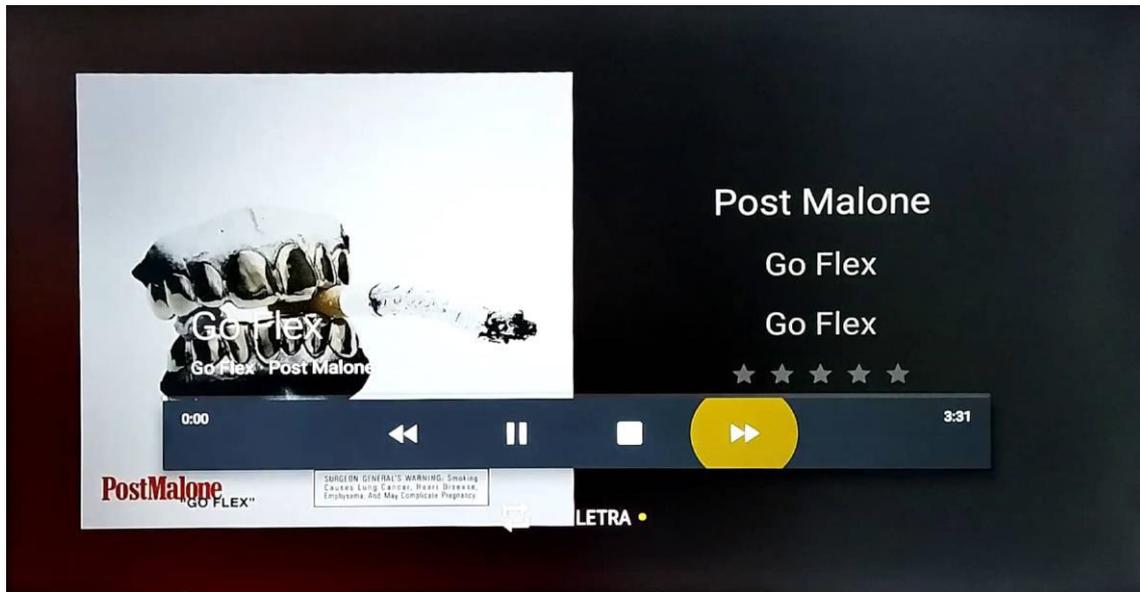


Figura 3.82 Reproducción música

En la Figura 3.83 se muestra la biblioteca de imágenes con el contenido cargado.

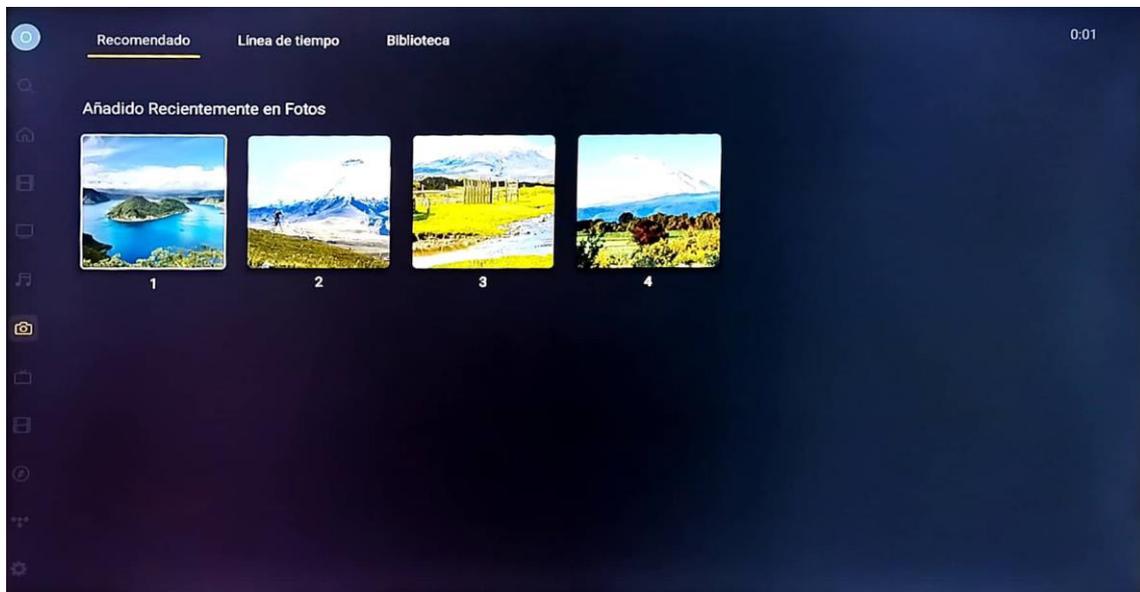


Figura 3.83 Biblioteca "Imágenes"

Se seleccionó una de las imágenes y reprodujo como se presenta en la Figura 3.84.



Figura 3.84 Reproducción imagen

Demostración funcionamiento del prototipo

El enlace del video de demostración de funcionamiento se encuentra en el código QR ubicado en la sección del documento Anexo II Código QR del video de funcionamiento del prototipo. El video consta de dos partes, la primera está enfocada en el funcionamiento del *NAS* por lo que se realizan pruebas de lectura y escritura, así también pruebas para comprobar el funcionamiento del arreglo de discos. La segunda parte consta del funcionamiento del servidor multimedia donde se presenta el acceso al contenido multimedia vía interfaz web y vía aplicación.

Mantenimiento del prototipo

El enlace del video de mantenimiento del prototipo se encuentra en el código QR ubicado en la sección del documento Anexo II Código QR del video de mantenimiento del prototipo, en el cual se indica las acciones a realizar sobre los dispositivos del prototipo para extender su vida útil y garantizar un correcto funcionamiento.

Costo del prototipo

En la Tabla 3.2 se presenta los elementos empleados en la construcción del prototipo con sus respectivos precios, mano de obra y valor total.

Tabla 3.2 Tabla de costos

Cantidad	Detalle	Precio unitario	Total
1 (u)	<i>Raspberry Pi</i> 4B 4(GB)	\$ 140.00	\$140.00
1 (u)	<i>Case Argon One V1</i>	\$ 25.00	\$ 25.00
1 (u)	MicroSD Kingston 32 (GB)	\$ 15.00	\$ 15.00
1 (u)	<i>Hub</i> TP Link UH 720	\$ 45.00	\$ 45.00
1 (u)	<i>Enclosure</i> genérico HDD 2.5"	\$ 15.00	\$ 15.00
1 (u)	Case ADATA modelo ED600	\$ 25.00	\$ 25.00
2 (u)	<i>HDDs</i> 2.5" 1000 (GB)	\$ 40.00	\$ 80.00
6 (u)	Tabla A4	\$ 1.00	\$ 6.00
1 (u)	Pintura color negro	\$ 3.00	\$ 3.00
1 (u)	Cinta velcro 3M	\$ 5.00	\$ 5.00
1 (u)	Cable <i>USB</i> tipo C	\$ 3.00	\$ 3.00
1 (u)	Papel A4 sticker	\$ 1.00	\$ 1.00
8 (u)	Amarra plástica	\$ 0.25	\$ 2.00
2 (u)	Bisagra 2"	\$ 1.00	\$ 2.00
25 (h)	Mano de obra	\$ 15.00	\$ 375.00
Total			\$ 742.00

4 CONCLUSIONES

- Se determinó que dentro de los requerimientos del prototipo uno de los aspectos clave es el uso de *software* que permita acceder a los archivos almacenados en el *NAS*, además de permitir reproducir audio, video e imágenes sin importar el sistema operativo que el cliente esté empleando, adicionando que al utilizar *software* libre los costos de licencias son nulos generando un considerable ahorro en la implementación del prototipo.
- La principal ventaja de implementar un *NAS* es la centralización que brindan a los usuarios, ya que no dependen únicamente de los dispositivos de almacenamiento tradicionales, dado que, al tener este tipo de servidores se puede acceder fácilmente a la información desde múltiples clientes siempre y cuando estén dentro de la misma red local.

- Se determinó que la implementación de técnicas para respaldar la información en servidores *NAS* tienen una importancia crítica, ya que protegen los datos en caso de fallo. En este prototipo se ha optado un arreglo de discos tipo *RAID 1* el cual trabaja con 2 *HDDs* obteniendo un *mirror* o espejo de cada disco donde la información de una unidad automáticamente es reflejada en la otra, por ende, redundancia en la información almacenada.
- Al utilizar arreglos *RAID* se concluyó que, si los dispositivos de almacenamiento que lo integran son de distinta capacidad, el tamaño arreglo estará limitado al dispositivo de menor capacidad.
- En la fase de selección del *hardware* se realizó especial énfasis en los requerimientos de *software*, lectura, escritura y procesamiento necesarios para el correcto funcionamiento del prototipo. Resultando en la elección del miniordenador *Raspberry Pi 4B* versión 4 (GB) *RAM* cuenta con capacidades óptimas entre las que destaca un procesador *ARM*, conectividad Ethernet y *Wi-Fi*, puertos *USB* versión 3.0 que brindan velocidades de lectura y escritura apropiadas para los dispositivos de almacenamiento.
- Dado que la disponibilidad del prototipo es de 24/7 fue necesario recurrir al uso de un *case* que permitió reducir notablemente la temperatura del miniordenador, gracias al uso de disipadores y un ventilador sin los cuales este estaría propenso a posibles daños por sobrecalentamiento y su rendimiento en general se vería afectado.
- Los dispositivos *HDDs* fueron selectos tomando en cuenta que las capacidades de almacenamiento 1000 (GB) estén acordes para el funcionamiento de los 2 servidores: *NAS* y servidor multimedia. Se dimensionaron basándose en el actual tamaño de archivos multimedia en alta definición, siendo la referencia base una película de dos horas en resolución 4k la cual tiene un tamaño promedio de 40 (GB), pudiendo almacenar alrededor de 25 películas en el prototipo, no obstante, al cambiar la resolución a HD de la película el tamaño promedio es de 3.5 (GB), por lo tanto, la cantidad de películas almacenables aumenta considerablemente a 285 unidades, presentando en las dos situaciones cifras aceptables para un servidor de este tipo.
- Mientras que para los *enclosures* de los *HDDs* se tomó en cuenta que la versión *USB* sea 3.0, con el fin de aprovechar al máximo velocidades de lectura y escritura entre el miniordenador y los mencionados.
- El uso de *logs* almacenados en el directorio “*var/log/messages*” permitió monitorear en tiempo real las diversas acciones que realiza el servidor durante

su funcionamiento, con esto se logró evidenciar la falla que presentaba el prototipo para trabajar con dos *HDDs* al usar únicamente la alimentación a través de los puertos *USB* provistos por el miniordenador.

- A partir de la investigación de *hardware* y en base a las pruebas realizadas en el transcurso de la implementación del prototipo, se concluyó que el miniordenador *Raspberry Pi 4B* no posee el suficiente voltaje y corriente para el correcto funcionamiento simultáneo de 2 *HDDs*, por lo que para suplir este inconveniente fue obligatorio recurrir al uso de un *hub* alimentado *USB* versión 3.0 compatible con el *hardware* previamente seleccionado.
- Se concluyó que al emplear una caja que contenga todos los dispositivos del prototipo se protege de agentes externos como suciedad y polvo que puedan interferir en su correcto funcionamiento, además de que permite mantener las interconexiones seguras de alteraciones.
- En la selección de *software* del minicomputador se optó por el sistema operativo *Raspberry Pi OS* basado en *GNU/Linux*, ya que cuenta con un amplio repertorio de programas compatibles que permiten el funcionamiento de los servicios del prototipo. En el apartado de *software* del *NAS* se seleccionó *Openmediavault* dado que tiene compatibilidad con protocolos *NFS* y *SMB* esenciales para acceder al servidor desde clientes *Windows* y *Linux*, seguridad a través de listas de acceso, además de un entorno web que permite monitorear y configurar el servidor.
- El *software* seleccionado para el servidor multimedia *Plex* cuenta con disponibilidad de reproducción del contenido almacenado en el prototipo vía interfaz web y a través de su aplicación nativa lo que facilita el acceso al usuario final, además de esto es compatible con los formatos de video: *MP4*, *MKV*, *MOV*, *WMV*, *MPEG*, audio: *aac*, *flac*, *mp3*, *m4a*, *wav*, e imagen: *PNG*, *JPEG*.
- Además de que el presente proyecto cumple con los alcances establecidos, presenta la ventaja adicional de que este pueda ser utilizado en televisores inteligentes al emplear la aplicación *Plex*.
- Las pruebas realizadas en dispositivos permitieron comprobar el correcto funcionamiento del *NAS* y el servidor multimedia accediendo en distintos sistemas operativos: *Windows* y *Android TV*. Se constató una de las limitantes de *Plex* al ejecutarlo sobre dispositivos con bajas capacidades de procesamiento, presentando inconvenientes para reproducir contenido con resolución 4K, puesto que el cliente emplea aceleración por *hardware*. También se obtuvo como resultado de las pruebas que la aplicación *Plex* en dispositivos

móviles presenta restricciones en cuanto al tiempo de reproducción del contenido.

- En caso de acceder al servidor multimedia a través de un dispositivo móvil *Android* se debe hacerlo a través de la interfaz web o instalando la aplicación *Kodi* junto al plugin de *Plex*. Con el fin de evitar recargos y restricciones en cuanto al tiempo de reproducción al obtener la aplicación de *Plex* directamente desde *Play Store* o *App Store*.

5 RECOMENDACIONES

- Para la conexión del miniordenador hacia la red se recomienda emplear un enlace cableado, ya que de este modo se aprovecha en su totalidad las velocidades de *upload* y *download* del puerto Gigabit Ethernet integrado. De otra manera al utilizar una conexión inalámbrica las velocidades estarían limitadas al estándar que emplee la red *WLAN*, sin contar con las pérdidas en la calidad por interferencias y ruidos propias de las redes inalámbricas.
- Se recomienda que al implementar servidores como es el caso del presente prototipo, la dirección *IP* asignada debe ser de tipo estática, con el fin de evitar posibles conflictos en el acceso a los servidores por parte de los clientes, debido a que por defecto la dirección *IP* que se asigna a los dispositivos en redes domésticas es dinámica gracias al uso de *DHCP*. Para esto es necesario realizar configuraciones tanto en el miniordenador como en el módem provisto por el *ISP* agregando reglas de excepción en los parámetros de *DHCP*.
- Se recomienda asegurar la alimentación del prototipo empleando un regulador de voltaje en la toma de energía de 110 (V_{AC}), para evitar posibles daños por sobretensión, ya que el voltaje suministrado por el proveedor no siempre es estable y fluctúa.
- Si el prototipo es implementado en entornos donde del contenido multimedia del servidor es accesible por menores de edad es recomendable establecer una contraseña para el perfil administrador y habilitar un perfil para específico donde el contenido es clasificado por *Plex* en base a rangos de edades.
- Para solventar el inconveniente de utilizar un *hub* para la alimentación de los *HDDs* es recomendable emplear *SSDs*. Estos dispositivos están compuestos exclusivamente por *ICs* sin piezas mecánicas, por ende, la energía que requieren

para funcionar se reduce drásticamente, sin embargo, esto presentaría un aumento en los costos de implementación.

- Se recomienda en caso de implementar el servidor *NAS* con un número dispositivos de almacenamiento mayor a 2, emplear arreglos de discos distintos a *RAID 1* ya que este provee únicamente redundancia en la información. A diferencia de *RAID 5*, *RAID 6* y *RAID 10* donde no solo brinda protección a fallos, a su vez ofrece un alto rendimiento en operaciones de lectura y escritura.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Velocenetwork, «¿Qué es un servidor multimedia?,» [En línea]. Available: <https://www.velocenetwork.com/tech/what-is-a-multimedia-server/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [2] Seagate, «¿Qué es NAS (almacenamiento conectado en red) y Por qué el NAS es importante para una pequeña empresa?,» [En línea]. Available: <https://www.seagate.com/la/es/tech-insights/what-is-nas-master-ti/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [3] M. Rouse, «Sistemas de almacenamiento empresarial Sistema de archivos de red, NFS,» [En línea]. Available: <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Sistema-de-archivos-de-red-NFS>. [Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [4] Ayudaley, «Protocolo SMB,» [En línea]. Available: <https://ayudaleyprotecciondatos.es/2021/03/04/protocolo-smb/>. [Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [5] J. Pastor, «Raspberry Pi 4 analisis,» [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/ordenadores/raspberry-pi-4-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones>. [Último acceso: 05 Mayo 2022].

- [6] A. García, «Arreglos de Discos. Qué son y Dónde utilizarlos,» [En línea]. Available: <https://sg.com.mx/revista/06/arreglos-discos-que-son-y-donde-utilizarlos>. [Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [7] Raspberry Pi, «Raspberry Pi 3 Model B,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b/>. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [8] Raspberry Pi , «Raspberry Pi 3 Model B+,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [9] Raspberry Pi , «Raspberry Pi 4 B,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [10] F. P. Prieto, «Raspberry Pi: mini-ordenador para proyectos educativos,» [En línea]. Available: <https://canaltic.com/blog/?p=3734>. [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [11] Pure Storage, «SSD vs. HDD Speeds: What's the Difference? » [En línea]. Available: <https://blog.purestorage.com/purely-informational/ssd-vs-hdd-speeds-whats-the-difference/>. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [12] USR, «USB 3.0 SUPER SPEEDS,» [En línea]. Available: <https://www.usr.com/education/usb3-peripherals>. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [13] Broadcom, «Single-Chip 5G WiFi IEEE 802.11ac MAC/Baseband/, » [En línea]. Available: https://datasheet.lcsc.com/lcsc/2201110130_SPANSION-CYW43455XKUBGT_C2151795.pdf. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [14] Kingston, «CANVAS SELECT PLUS TARJETA microSD,» [En línea]. Available: https://www.kingston.com/datasheets/sdcs2_es.pdf. [Último acceso: 27 Junio 2022].
- [15] Toshiba, «Data Sheet MQ01ABD100,» [En línea]. Available: <https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images/I/918ZxaMGFcS.pdf>. [Último acceso: 27 Junio 2022].
- [16] HGST, «Data Sheet Travelstar 7K1000, » [En línea]. Available: <https://documents.westerndigital.com/content/dam/doc->

library/en_us/assets/public/western-digital/product/hgst/travelstar-7k-series/data-sheet-travelstar-7k1000.pdf. [Último acceso: 27 Junio 2022].

[17] StarTech, «2.5in Silver Power eSATA to SATA External Hard Drive Enclosure, » [En línea]. Available: <https://www.startech.com/en-be/hdd/s2510pesat>. [Último acceso: 12 Junio 2022].

[18] ADATA, «ADATA ED600,» [En línea]. Available: <https://www.adata.com/es/orderinfo/537?tab=specification>. [Último acceso: 26 Junio 2022].

[19] The Pi Hut, «How much current can I draw from a Raspberry Pi USB port? » [En línea]. Available: <https://support.thepihut.com/hc/en-us/articles/360015272218-How-much-current-can-I-draw-from-a-Raspberry-Pi-USB-port->. [Último acceso: 28 Junio 2022].

[20] TP-Link, «UH 720 | Hub de 7 Puertos USB 3.0 con 2 Puertos de Carga,» [En línea]. Available: <https://www.tp-link.com/es/home-networking/computer-accessory/uh720/>. [Último acceso: 27 Junio 2022].

[21] Ubuntu, «Gestión de paquetes APT,» [En línea]. Available: <https://ubuntu.com/server/docs/package-management>. [Último acceso: 28 Junio 2022].

[22] P. Fromaget, «Raspberry Pi OS vs Ubuntu,» [En línea]. Available: <https://raspberrypi.com/raspberry-pi-os-vs-ubuntu/>. [Último acceso: 28 Junio 2022].

[23] HostGator México , «PuTTY en programación, aprende qué es y cómo utilizarlo,» [En línea]. Available: <https://www.hostgator.mx/blog/putty-en-programacion-aprende-que-es/>. [Último acceso: 28 Junio 2022].

[24] openmediavault, «Prerequisites,» [En línea]. Available: <https://openmediavault.readthedocs.io/en/6.x/prerequisites.html>. [Último acceso: 26 Junio 2022].

[25] S. D. Luz, «OpenMediaVault 5: Conoce todas las novedades,» [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/noticias/lanzamientos/openmediavault-5-novedades-sistema-nas/>. [Último acceso: 26 Junio 2022].

- [26] Plex, «Overview, » [En línea]. Available: <https://support.plex.tv/articles/200380843-overview/>. [Último acceso: 29 Junio 2022].
- [27] Dilipa, «TABLA 4 MM A4 MADERA,» [En línea]. Available: <https://dilipa.com.ec/tablas---corchos/1031-tabla-bak-a4-mad-4mm-7862119630874.html>. [Último acceso: 30 Junio 2022].
- [28] Argon, «Argon ONE V1 Case for Raspberry Pi 4, » [En línea]. Available: <https://www.argon40.com/products/argon-one-v1-case-for-raspberry-pi-4>. [Último acceso: 6 Junio 2022].

7 ANEXOS

La lista de los **Anexos** se muestra a continuación:

ANEXO I. Certificado de originalidad

ANEXO II. Enlaces videos explicativos



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"

ANEXO I: CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 22 de agosto de 2022

De mi consideración:

Yo, **LEANDRO ANTONIO PAZMIÑO ORTIZ**, en calidad de Director del Trabajo de Integración Curricular titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR MULTIMEDIA SOBRE UN NAS EMPLEANDO UN RASPBERRY PI** elaborado por el estudiante **OSCAR IVAN PINTO JARAMILLO** de la carrera **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y TELECOMUNICACIONES**, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito completo producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 12 %.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

[Reporte Turnitin - OPinto.pdf](#)

Atentamente,

DIRECTOR

Ing. Leandro Antonio Pazmiño Ortiz, MSc.

ANEXO II: Enlaces videos explicativos

Código QR del video de funcionamiento del prototipo



Código QR del video de mantenimiento del prototipo

