

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE  
TRANSMISIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA SOBRE IP**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

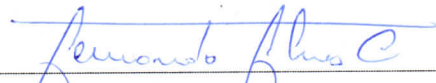
**KATHERINE LIZBETH CONZA CHANCOSA**

**DIRECTOR: WILLAMS FERNANDO FLORES CIFUENTES**

**Quito, Agosto 2022**

## **AVAL**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Katherine Lizbeth Conza Chancosa, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, reading "Fernando Flores C.", is written over a horizontal line.

**ING. WILLAMS FERNANDO FLORES CIFUENTES**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Conza Chancosa Katherine Lizbeth, declaro bajo juramento que el trabajo 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.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.



---

Katherine Lizbeth Conza Chancosa

## **DEDICATORIA**

A mis padres con infinita gratitud y en especial para mi mamá Rosita que con gran entrega me ha brindado su apoyo total siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su constante inspiración en este camino de aspiraciones profesionales y personales.

Para mi familia porque cada uno ha aportado para convertirme en quien soy ahora, con gran cariño a mi mamá Rosa y mi papá Wilson que han sido mi pilar fundamental para este logro.

Mis hermanos Jhuliet y Alexander quienes me han acompañado en cada experiencia y proceso.

Para mis compañeros y amigos en especial a ese grupo de ahora profesionales de diferentes carreras de la FIEE que nos reuníamos en la biblioteca para compartir diariamente en lo que era nuestra segunda casa, la Poli.

Agradezco a quienes creyeron desde el inicio en mi capacidad de lograrlo y a aquella persona que, aunque no se encuentre físicamente presente, se mantuvo en mi mente y corazón para motivarme a cumplir esta meta y hacerla nuestra.

Finalmente agradezco al Ingeniero Fernando Flores por su confianza y guía para llevar a cabo este proyecto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS .....	1
1.2. ALCANCE .....	2
1.3. MARCO TEÓRICO.....	3
1.3.1. EVOLUCIÓN DE LA RADIO TRANSMISIÓN .....	3
1.3.2. EVOLUCIÓN DE TRANSMISIÓN DE VIDEO.....	3
1.3.3. TECNOLOGÍA STREAMING .....	5
1.3.3.1. Tipos de streaming basados en http .....	6
1.3.4. ARQUITECTURA TCP/IP .....	8
1.3.4.1. Capa aplicación.....	8
1.3.4.2. Capa Transporte .....	8
1.3.4.3. Capa Internet.....	8
1.3.4.4. Capa acceso .....	8
1.3.5. ETAPAS DEL PROCESO DE STREAMING .....	8
1.3.5.1. Adquisición de la señal y procesamiento de multimedia.....	9
1.3.5.1.1. Proceso de digitalización.....	10
1.3.5.2. Compresión y codificación .....	10
1.3.5.2.1. Códecs estándar de video .....	11
1.3.5.2.2. Códecs estándar de Audio.....	13
1.3.5.3. Transmisión .....	14
1.3.5.3.1. Protocolos .....	16
1.3.5.3.1.1. IP (Protocolo de Internet) .....	16
1.3.5.3.1.2. TCP (Transmission Control Protocol) .....	19
1.3.5.3.1.3. UDP (User Datagram Protocol) .....	20

1.3.5.3.1.4. HTTP (Hypertext transfer Protocol) .....	21
1.3.5.3.1.5 RTP (Real time transport Protocol) .....	23
1.3.5.3.1.6. RSVP (Resource ReserVation Protocol) .....	24
1.3.5.3.1.7. RTCP (Real Time Control Protocol).....	25
1.3.5.3.1.8 RTSP (Real Time Streaming Protocol) .....	26
1.3.5.3.1.9 SDP (Session Description Protocol) .....	26
1.3.5.3.2. Protocolos propietarios.....	26
1.3.5.3.2.1 RTMP (RealTime Messaging Protocol) .....	26
1.3.5.3.2.3. HLS (HTTP Live Streaming) .....	28
1.3.5.3.2.4. MPEG -DASH.....	28
1.3.5.4. Servidor .....	29
1.3.5.4.1. Servidor web .....	29
1.3.5.4.2. Servidor streaming .....	30
1.3.5.5. Cliente.....	30
1.3.5.5.1. Reproductores multimedia .....	30
1.3.6. ESTUDIO TRANSMISIÓN STREAMING.....	30
1.3.6.1. Hardware de adquisición de multimedia .....	31
1.3.6.2. Hardware de procesamiento.....	32
2. METODOLOGÍA .....	34
2.1. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO .....	35
2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE ANCHO DE BANDA.....	35
2.1.2. RECURSOS DE HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN .....	36
2.1.2.1. Cliente.....	36
2.1.2.2. Red.....	37
2.1.2.3. Servidor .....	37
2.1.3. RECURSOS DE SOFTWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN .....	38
2.1.3.1. Cliente.....	38
2.1.3.2. Red.....	38
2.1.3.2.1. LISTEN2MYRADIO.....	38
2.1.3.2.2. IBLUPS .....	39
2.1.3.3. Servidor .....	39
2.1.3.3.1. WINAMP.....	39
2.1.3.3.2. OBS (Open Broadcaster Software) .....	39
2.1.3.3.3. Emby Server .....	40
2.1.4. REGISTRO Y CONFIGURACIÓN DE LAS PLATAFORMAS WEB .....	40

2.1.4.1 Radio online (listen2myradio) .....	40
2.1.4.2. TV online registro iblups.com.....	45
2.1.5. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE .....	46
2.1.5.1. Instalación de winamp .....	46
2.1.5.2. Configuración y carga de contenido en winamp.....	47
2.1.5.3. Instalación OBS.....	50
2.1.5.4. Configuración de software Obs.....	50
2.1.5.5. Instalación emby .....	54
2.1.5.6. Configuración de emby server .....	54
2.2. INTEGRACIÓN DE MEDIOS EN SITIO WEB.....	58
2.3. REGULARIZACIÓN DE TRANSMISIÓN DE CONTENIDO .....	58
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	61
3.1. ARQUITECTURA CLIENTE SERVIDOR .....	61
3.2. RADIO ONLINE .....	61
3.1.2. PRUEBAS DE TRANSMISIÓN.....	61
3.3. TV ONLINE .....	67
3.3.1. PRUEBAS DE TRANSMISIÓN.....	67
3.4. VIDEO BAJO DEMANDA.....	71
3.4.1. PRUEBAS DE TRANSMISIÓN.....	72
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
4.1. CONCLUSIONES.....	78
4.2. RECOMENDACIONES .....	79
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
ANEXOS .....	84



## **RESUMEN**

El presente proyecto tiene la finalidad de implementar un prototipo que incluye radio online, video transmisión y video bajo demanda, medios que se integraron en un sitio web para la presentación y reproducción del contenido multimedia lo que también permitió la facilidad de acceso y globalidad de alcance de la difusión.

En el primer capítulo se desarrollan los conceptos teóricos implicados en la implementación del prototipo de transmisión de contenido multimedia sobre IP entre estos temas se encuentran la explicación de la tecnología streaming, tecnologías similares que simulan su funcionamiento, etapas, tipos de servidores, métodos de compresión y protocolos de transmisión.

Posteriormente en el segundo capítulo se realiza la descripción de software y hardware requeridos por el servidor y el cliente, las características y procesos realizados sobre servidores en línea utilizados para cada uno de los sistemas además se menciona la regulación que se aplicaría a nivel nacional para la transmisión de multimedia mediante internet.

Finalmente, se realizan pruebas del funcionamiento de cada uno de los sistemas desde la página web además también se expone el rendimiento de red en el servidor, para este tipo de comunicación y para validación de la utilidad de la implementación de este tipo de proyectos en la actualidad.

(Máximo 250 palabras)

**PALABRAS CLAVE:** streaming, shoutcast.

## **ABSTRACT**

The project has a purpose to implement a prototype that includes online radio, video streaming and video on demand, the services were integrated into a website for playing the media content easily and global access.

In the first chapter, the theoretical development concepts involved in the implementation of the prototype and transmission of multimedia content over IP are developed. These topics include the explanation of streaming technology, similar technologies that simulate its operation, stages, types of servers, compression methods. and transmission protocols.

In the second chapter, the software and hardware required by the server and the client are described, the characteristics and processes carried out on online servers used for each description of one of the systems, in addition, the regulation that would be applied at the national level for the streaming media over the internet.

Finally, tests of the operation of each of the systems are carried out from the web page, in addition, the network performance for this type of communication is also exposed and for validation of the usefulness of the implementation of this type of projects at present.

(Máximo 250 palabras)

**KEYWORDS:** streaming,shoutcast,

# 1. INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial actualmente apunta a que a través de internet se obtengan servicios ya no solo educativos, investigativos y militares como en sus inicios sino también se pueda emplear para la comunicación y entretenimiento, la transmisión de contenido multimedia sobre IP se logra debido al permanente desarrollo de protocolos especializados en transmisión, además que el contenido se transmite por IP debido a que internet se ha convertido en el medio universal de comunicación.

La transmisión de audio y video multimedia en línea se puede implementar teniendo recursos limitados, tomando en cuenta mantener una recepción de contenido de buena calidad además que utiliza la infraestructura ya definida por los demás servicios de telecomunicaciones.

Existen varios protocolos implicados en la transmisión y dependiendo el tipo de servicio creado y la tolerancia a fallos que presente se utilizan distintos protocolos tanto de capa de transporte como capa de aplicación.

La radio en línea, tv en línea y video bajo demanda son servicios que en función de sus tecnologías tradicionales se logra desarrollar de manera menos compleja y además proporciona ventajas principalmente en el alcance de la información.

## 1.1. OBJETIVOS

El objetivo general de este Proyecto Técnico es implementar un prototipo de sistema de transmisión de contenido multimedia sobre IP.

Los objetivos específicos del Proyecto Técnico son:

- Ofrecer una guía para la creación de un sistema streaming de radio, tv online y video bajo demanda.
- Implementar el prototipo del sistema de transmisión.
- Reconocer las regulaciones existentes en el país para la transmisión de contenido en internet.
- Realizar pruebas de funcionamiento y análisis de resultados

## **1.2. ALCANCE**

Las nuevas tecnologías de comunicación permiten que la transmisión y recepción de contenido pueda estar al alcance de todos con solo tener una conexión a internet, un ejemplo son las redes sociales que han evidenciado esto al convertirse en la actualidad en un importante medio de comunicación, la propuesta de este proyecto de titulación es la creación de un prototipo de sistema para la difusión de contenido multimedia streaming con fines experimentales, sin embargo se toma en cuenta que este servicio puede ser una herramienta aprovechada por medios de tv y radio independientes, instituciones, empresas o personas con intereses en crear y transmitir contenido.

En primer lugar, se desarrollarán los conceptos teóricos de la parte técnica en la digitalización del video, algoritmos de compresión, protocolos de transporte, formatos de transmisión etc. Se analizará, servidores de streaming, almacenamiento, software de transmisión y reproducción multimedia en la implementación del medio de transmisión de contenido multimedia, se explicará la tecnología streaming y una comparativa con tecnologías tradicionales.

Seguidamente se hará la implementación del sistema de video bajo demanda, tv y radio online, lo que incluye la configuración de parámetros, reconocimiento del panel de control y funciones, carga del contenido y pruebas de la conexión simultánea de espectadores y en el caso de la radio los radioescuchas, lo cual permitirá el análisis de retardos y latencia en la recepción de la señal.

Además, se describirán brevemente los requisitos básicos que debe cumplir un estudio para la transmisión de contenido en vivo, ya sea de radio y televisión, estos parámetros se mencionan para ofrecer en este trabajo una guía completa para poder implementar una radio y tv en línea ya sea para aplicaciones comerciales o aficionadas.

En la implementación se evidenciaría las prestaciones que ofrece el servidor streaming seleccionado en internet para la creación del sistema de transmisión streaming de video y audio gratis, ventajas y desventajas respecto a las tecnologías tradicionales de transmisión y se utilizará software libre para la organización de contenido para ofrecer una plataforma de video bajo demanda, finalmente se mencionara las regulaciones que existen respecto a la distribución de contenido multimedia en el país.

Se propone insertar los sistemas de transmisión en un solo sitio web para validar como entregable del prototipo, unificando el sistema en un solo sitio, verificando el funcionamiento de los servicios de radio, tv online y video bajo demanda desde el mismo.

## **1.3. MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1. EVOLUCIÓN DE LA RADIO TRANSMISIÓN**

La radio tradicional surgió alrededor de 1929 en el Ecuador y a partir de los años 50 inicia la radiodifusión comercial la misma que se evidenciaba en la cantidad de emisoras que se implementaban constantemente. La tecnología tradicional de radiodifusión es la radio AM y radio FM.

La tecnología de radio AM se transmite mediante el siguiente proceso: el receptor AM identifica la variación de amplitud de las ondas de radio a una frecuencia específica y después amplifica la señal receptada. En cambio, la radio FM realiza su transmisión con la modulación de frecuencia de las señales y su banda de trabajo es de 88 a 108MHz.

Posteriormente la digitalización de la información fue la tendencia en todos los medios, con lo cual la radio se apuesta también hacia el internet, si bien es cierto la tecnología de radio online no ha reemplazado totalmente a la radio tradicional esto se debe a que la transmisión de radio por internet se realiza más bien con el objetivo de ampliar la audiencia teniendo un alcance global e interacción con la misma.

### **1.3.2. EVOLUCIÓN DE TRANSMISIÓN DE VIDEO**

La revolución de la tecnología de TV fue un gran avance para difundir contenido de video a distintos lugares. La televisión analógica fue el inicio, en esta tecnología la información es transmitida mediante señales analógicas que se transportan en las bandas UHF y VHF en este proceso se requiere un centro de emisión que envía las señales de audio y video hacia transmisores ubicados en lugares altos y predominantes, desde ahí se enlaza vía microondas los transmisores entre sí, cada uno abarca una zona amplia y se ubican a una distancia determinada y técnicamente ajustada. [7, p. 26]

Para la difusión de televisión analógica terrestre se utiliza modulación de banda lateral residual que es un modo de modulación de amplitud en el cual la banda lateral se descarta parcialmente, es importante indicar que en esta tecnología el audio es modulado por separado y las señales se unen en el transmisor. La siguiente versión de esta tecnología fue la televisión digital en la cual la información es transportada en señales digitales lo cual la hace más robusta y permite mejor calidad en la señal receptada además se incluye varios servicios adicionales e interactivos dentro de la información de video, en esta tecnología

---

UHF (Ultra High Frequency) Se refiere al rango de frecuencias ultra alto el cual es de 300MHz a 3GHz  
VHF (Very High Frequency) muy alta frecuencia, es la banda de frecuencias superior a UHF comprende el rango de 30 a 300 MHz

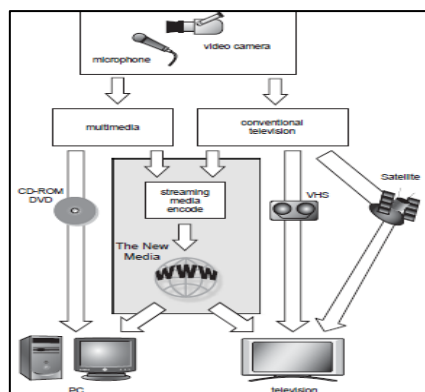
se han incorporado más canales ya que los flujos de transmisión disminuyen, en TDT se utiliza algunas formas de modulación dependiendo el estándar empleado y multiplexación OFDM.

En los 90 cuando se iba venciendo la limitante de ancho de banda y se lograba la reproducción de video desde fuentes locales, Real Network inicio con el lanzamiento de Real Player el primer sistema de reproducción de video streaming seguido por empresas como QuickTime y Adobe quienes poco a poco iban dominando la producción streaming [5, p.18].

En la actualidad existen varias plataformas que entregan video a través de internet las cuales son de tipo streaming, entre algunos tipos de transmisión de video se encuentran el video en línea e IPTV este último se entrega regularmente bajo suscripción, aunque existen también plataformas gratuitas.

Una tecnología muy popular actualmente es el video bajo demanda que indica que se espera la petición de los clientes para reproducción del contenido, esto se da con el siguiente proceso: donde se recibe la solicitud y el servidor la acepta establece la conexión y recibe las interacciones del usuario finalmente cierra la conexión o la finaliza cuando el cliente deje de enviar peticiones de información.

El video por internet seguirá evolucionando y expandiéndose debido a que se encuentra sobre un medio extenso y accesible. En la figura 1.1 se visualiza el proceso de transmisión de video tradicional frente a la transmisión de la tecnología streaming, donde inicialmente se encuentran las fuentes del contenido como la cámara de video y micrófono, posteriormente los medios y finalmente los terminales de recepción.



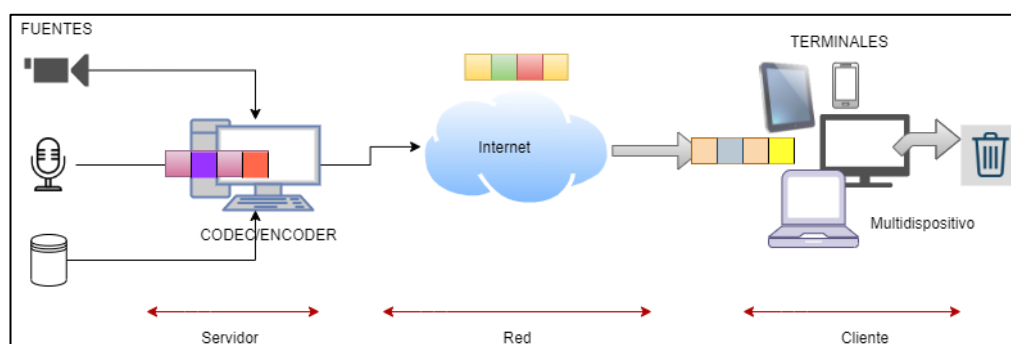
**Figura 1.1** Tecnología tradicional vs multimedia sobre IP [17, p.19]

TV: siglas para referirse a la televisión

OFDM (orthogonal frequency division multiplexing): Multiplexación por división de frecuencias ortogonales.

### 1.3.3. TECNOLOGÍA STREAMING

Es la retransmisión de contenido multimedia de manera continua a través de internet se transporta desde el servidor hacia el cliente. Este contenido es receptado en tiempo real por los equipos terminales y se reproduce en el momento que es receptado esto sucede gracias a que la información se va reproduciendo mientras se almacena en un buffer, el contenido que es distribuido puede ser en vivo o previamente almacenado. [1, p. 1] Los componentes de la tecnología streaming son el servidor, la red y el cliente, como se observa en la figura 1.2.



**Figura 1.2** Esquema de Streaming

Algunos de los factores importantes que permitieron el desarrollo de la tecnología streaming fueron: los avances en algoritmos de compresión de multimedia, desarrollo de servidores de transmisión, mejora en las redes implementadas. [1, p. 3]

El modo de reproducción se podría dividir en dos tipos como:

- Streaming en vivo

El servidor entrega el contenido al cliente con una tasa de transmisión regularmente estable, no existe una interacción del usuario con la reproducción del contenido únicamente se puede pausar y una vez que se reanude se recibirá la información que se esté transmitiendo en ese momento. Una ventaja es que permite la utilización de un flujo adaptativo el cual aprovecha las características de red que se le presentan en sus diferentes etapas. [2, p.16]

- Bajo demanda

El cliente envía una solicitud de requerimiento del contenido esta puede ser en cualquier momento según desee el usuario, es orientado a unidifusión ya que entrega un flujo de información diferente a cada usuario según solicite, permite la interacción con el contenido pausar, adelantar y atrasar, etc.

### **1.3.3.1. Tipos de streaming basados en http**

El uso del protocolo HTTP permite que el archivo de audio o video sea liberado por el servidor como cualquier otro tipo de archivo, su transmisión es transparente tanto para firewalls y proxys en el cliente lo que incrementa la compatibilidad del servicio implementado.

#### **Descarga progresiva/ Pseudo streaming**

Se obtiene los datos mediante HTTP, el contenido es descargado progresivamente y se envía hacia el reproductor, mientras se almacena en un buffer el usuario podrá ir visualizando el contenido, utiliza un gran porcentaje del ancho de banda que se tenga disponible y no existe un control que evite cortes en la reproducción.

Se denomina pseudo streaming ya que permite interactuar con el contenido incluso que aún no se encuentre cargado y lo hace saltándose esa determinada sección que se haya adelantado lo cual permite la reducción de ancho de banda, se puede requerir adaptación por parte del servidor para lo que existen plugins y del lado del cliente se instalan reproductores que permitan sincronizar el video, leer metadata, etc. [3, p.6]

#### **Streaming dinámico adaptativo sobre HTTP**

El video se divide en segmentos y se provee por HTTP, cada uno de los segmentos tendrán sus propias características dinámicas como tasas de transmisión, resolución de video, etc. Permite obtener una buena calidad y experiencia de visualización del video sin depender de la estabilidad de conexión y software de los dispositivos, al iniciar el cliente generalmente envía una petición HTTP GET la cual es respondida por el servidor con algún segmento del contenido el cual se transmitirá ajustándose a los parámetros disponibles, esto se logra ya que el cliente verifica la condición de red de manera continua.

Entonces no ocurrirá lo que sí podía suceder con los tipos anteriores que se vacíe totalmente el buffer y se quede congelada la reproducción ya que si esto sucede inmediatamente se solicitará segmentos de menor calidad y con eso se mantiene estable el nivel de información en el buffer. Además, las principales empresas se vieron motivadas a crear su propia solución de este tipo de tecnología lo cual llegó a causar inicialmente incompatibilidad de los dispositivos y más adelante se logró crear estándares unificados de streaming. [4, p.16]. En la tabla 1.1 se puede encontrar un resumen de las tecnologías antes descritas y sus características.

---

HTTP (Hypertext Transfer protocol): Protocolo de capa aplicación para la transferencia de hipertexto e hipermedia.



**Tabla 1.1.** Resumen de tecnologías Streaming [4, p.16]

	Streaming tradicional		Streaming alternativa		
			Descarga progresiva	HTTP Pseudo streaming	Streaming dinámico adaptativo
Protocolo de aplicación	RTP – RTSP - RTCP		HTTP		
Protocolo de transporte	UDP	TCP	TCP		
Protocolo de red	IP				
Soporte Multicast	Si	No			
Soporte unicast	Si				
Ante una pérdida de paquete	La capa aplicación determina que sucede con el paquete perdido		Retransmisión del paquete		
Capacidad de multiplexación de varios streams	Si		No		
Problemas con NATEO y FIREWALL	Si	No	No		
Calidad de servicio	Si		No		
Permanencia de caché	No		Si	Si	En fragmentos de tamaño reducido
Soportado por buscadores	No		Si		
	Necesario para reproducción				
	Reproductor		Plugin buscador/ reproductor		
Control sobre la transmisión	Si		No	Si	Si
Servidor	Servidores de streaming		Servidores web		
Uso de red	Solo usa el ancho de banda necesario		Utiliza el máximo ancho de banda para descarga		
Capacidad de adaptación de ancho de banda	SI		No	No	Si

#### **1.3.4. ARQUITECTURA TCP/IP**

La arquitectura TCP/IP representa un conjunto de protocolos en un modelo de 4 capas, fue adoptado por internet por lo que es mayormente implementado y su funcionalidad presenta una correlación con el modelo OSI en sus primeras capas.

##### **1.3.4.1. Capa aplicación**

La capa aplicación TCP/IP incluye importantes funciones, representan 3 capas del modelo OSI que son sesión, presentación y aplicación, consiste en procesos utilizados a nivel de usuario, algunos de estos son el terminal virtual (TELNET), transferencia de archivos (FTP), correo electrónico (SMTP), servicio de dominio de nombres (DNS) y protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

##### **1.3.4.2. Capa Transporte**

Es la capa responsable del control de requisitos de la comunicación es decir la fiabilidad de datos, retardo, nivel de velocidad de transmisión, etc. En esta capa se han definido dos protocolos que son: UDP y TCP cada uno agrega información al PDU que es entregado desde las capas superiores.

##### **1.3.4.3. Capa Internet**

Esta capa permite la entrega de datagramas del host hacia la red, define el formato de paquetes IP, encapsula la información para poder enviar a capas inferiores y desencapsula los paquetes recibidos desde capas superiores.

##### **1.3.4.4. Capa acceso**

En esta capa se define el medio físico para transmisión e indica el modo de enrutamiento de información, realiza las funciones que la capa física y de enlace del modelo de referencia OSI.

#### **1.3.5. ETAPAS DEL PROCESO DE STREAMING**

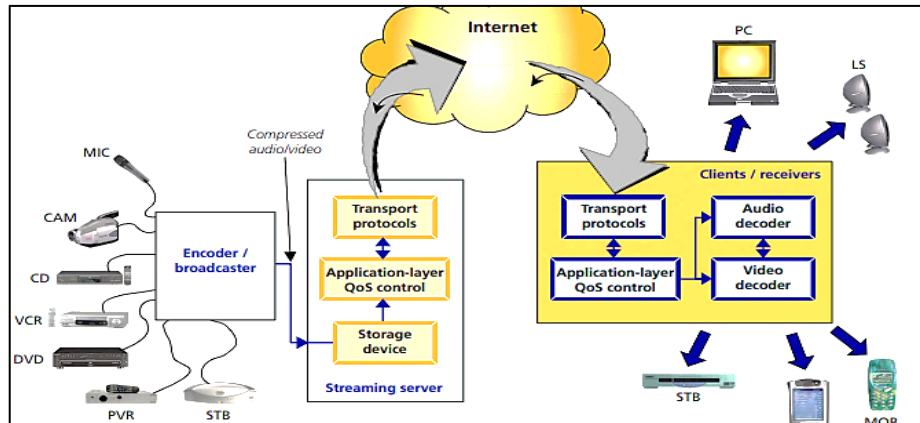
El streaming involucra distintos componentes dentro de cada proceso es decir en el codificador, servidor streaming, decodificador y cliente tal como se pueden visualizar en la figura 1.3.

---

FTP (File Transfer Protocol): Es el protocolo de transferencia de archivos.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): Es el protocolo de transferencia de email.

DNS (Domain Name Systems): Es el protocolo de asignación de nombres de dominio, traduce una dirección de un sitio.



**Figura 1.3** Procesos involucrados en el streaming [1]

### 1.3.5.1. Adquisición de la señal y procesamiento de multimedia

La adquisición se refiere a la generación y captación de los flujos de audio y/o video que se utilizará en la transmisión, esta información puede ser almacenada para ser retransmitida o emitirse en directo, para esta etapa es necesario tanto hardware como software. El hardware serán los medios de entrada de la señal como cámaras, dispositivos de almacenamiento, micrófonos, mixes, etc. En cuanto a software se puede utilizar software de edición, producción y transmisión.

#### Características de los archivos multimedia

**Tamaño de Fotograma:** Es la medida de un fotograma de video, mientras mayor es el tamaño mayor será el ancho de banda que se requiera, se mide en píxeles.

**Relación de Aspecto:** es la relación del ancho y altura de la imagen en el video.

**Velocidad de Fotogramas:** es la velocidad a la que se obtiene y se entrega los fotogramas, se mide en fotogramas por segundo los valores comunes son 15,24,25,60, estas velocidades permiten que la transición de las imágenes en video no sea percibida por el ojo humano.

**Tasa de bits:** Es la cantidad de bits transmitidos en una medida de tiempo.

**Frecuencia de muestreo:** Es la cantidad de muestras de un archivo de audio que se toman al convertirse de analógico a digital se mide en hercios. Los modelos de banda ancha se utilizan para aplicaciones de audio en tiempo real y se muestrean a no menos de 16 kHz. [2, p. 18]

---

PDU (Protocol data unit): Es la forma general que refiere a una unidad de datos.

Fotograma: Es un cuadro o imagen que conforma un conjunto de varias imágenes que son parte de una animación

**Número de canales:** El audio puede ser transmitido en uno o varios canales por lo que se denominan monofónicos, estéreo y multicanal esto incide directamente en el ancho de banda que utiliza.

En el análisis de la tecnología streaming no necesariamente se trata de la producción o generación de señal, pero es importante conocer el proceso de digitalización que se lleva a cabo con el contenido multimedia antes de su transmisión.

#### *1.3.5.1.1. Proceso de digitalización*

En el proceso de digitalización de la señal (voz, datos y video) se involucra el muestreo, cuantificación y codificación de la señal analógica.

#### **Muestreo**

En base al teorema de Nyquist para que la señal pueda reconstruirse la frecuencia de muestreo debe ser al menos 2 veces la frecuencia máxima, si la relación no se cumple se obtendrá errores en la recuperación de la señal. El muestreo en video se realiza dividiendo la señal en píxeles.

#### **Cuantificación**

Posteriormente al muestreo de la señal esta se debe convertir en niveles de voltaje, a cada muestra se asignará una cantidad de bits, los cuales dependen de la cantidad de resolución que se quiera obtener, se puede lograr que una cantidad de posibles infinitos valores se reduzca a una muestra con valores finitos.

#### **Codificación**

Es la representación binaria de cada muestra obtenida en el primer paso. En contenido de video se utiliza codificación diferencial es decir codifica la diferencia entre la señal y la predicción de esta, DPCM es el método de codificación más utilizado y su funcionamiento consiste en la cuantificación de la diferencia y asignación de palabras código a esa diferencia, además se utilizan códigos como Huffman o código aritmético. [6, pg.78]

#### **1.3.5.2. Compresión y codificación**

Para poner un audio o video en la web se requiere relaciones de compresión bastante drásticas, ya que se debe lograr que la velocidad de transmisión del contenido sea menor a la velocidad de conexión del usuario, es importante saber que el nivel de compresión se puede ver reflejado en la calidad del contenido. La compresión de video se logra aprovechando las redundancias en la información y las dependencias espaciales y temporales de la señal de video las cuales se descartan o

correlacionan sin ser perceptibles para el usuario. El rendimiento de un algoritmo de compresión depende de algunos factores como: la cantidad de redundancia contenida en la fuente de video o si se utiliza una técnica de codificación con o sin pérdidas.

### **Tipos de algoritmos de compresión**

- Algoritmos sin pérdidas: En este tipo de codificación la entrada y salida coinciden es decir no existe mayor diferencia entre los datos originales y reconstruidos.
- Algoritmos con pérdidas: Son los cuales se descarta información sin que sea perceptible para el ojo humano, la información que se recupera no es exactamente igual a la original.

El proceso de compresión se realiza mediante códecs estandarizados en el mercado como H 264, H 265 para video y AAC, MP3 en audio.

#### *1.3.5.2.1. Códecs estándar de video*

En la actualidad algunos códecs pueden gestionar videos de alta resolución, algunos de los principales son ITU-T H.26x (High Efficiency Video Códec) de MPEG y VPx de Google, la diferencia entre estos es que VPx es de código abierto y HEVC o H26x es de pago, pero es considerado de desarrollo colaborativo.

#### **MPEG-X o H26X**

ISO estableció el grupo MPEG (Moving Picture Experts Group) para desarrollo de estándares de video, su primer versión se llamó MPEG-1/H261 su funcionamiento se basa en la comparación de una imagen con su consecutiva almacenando la diferencia entre ellas, se emplean procesos como la transformada discreta de coseno (DCT), cuantización adaptativa y porcentual, reordenamiento zigzag, compensación predictiva y bidireccional de movimiento, estimación de movimiento de muestra media, codificación de huffman y aritmética, tolera tasas de transmisión de cerca de 1.5Mbps y sus principales aplicaciones fueron almacenamiento en CD-ROM, video y cámaras digitales. [16, p.6]

MPEG establece 3 tipos de fotogramas: intra-fotogramas, predichos y bidireccionales. En una secuencia de fotogramas I, B y P se debe tomar en cuenta que P solo puede referenciar a un fotograma P o I ya que este se predice a través de su cuadro anterior y un fotograma tipo B puede ser una referencia para fotogramas I o P anteriores y posteriores ya que su referencia es en ambas direcciones.

---

Codificación Huffman: Es un esquema de código de longitud variable donde los caracteres más utilizados se asignan códigos más cortos.

DPCM: Es la modulación por codificación de pulsos diferencial.

H 261 fue el primer códec de la familia H26x y dio paso a la estandarización de la codificación de video, es un estándar que permite la manipulación del video como datos en movimiento con lo cual se logra la compatibilidad y escalabilidad del video en redes con tasa de transmisión diferente.

La versión MPEG-2 o H262 se implementó mayor flexibilidad en el formato de entrada, permite mayor velocidad de datos hasta 35 Mbps y mejora la tolerancia de errores posee las mismas características de su antecesor, pero se añaden algoritmos de compresión como compensación de movimiento basado en trama/campo, codificación de longitud variable de coeficientes DCT, predicción del vector movimiento medio, predicción bidireccional, escalabilidad espacial y de calidad y codificación de entropía aritmética resistente a errores.

H 262, H 263 y estándares superiores fueron desarrollados a partir de 1995 tuvieron características mejoradas y se utilizaba ya en aplicaciones como video conferencia, video en telefonía móvil, para TV digital, edición de video, almacenamiento televisión analógica, etc. [16, p.44] MPEG-3 sus características no tuvieron gran relevancia sobre su antecesor MPEG-2.

MPEG-4/ H264 Parte 2 aprobada en 1999 utiliza tecnología de codificación basada en objetos y brinda mejoras como accesibilidad universal, funcionalidad interactiva y mayor eficiencia de compresión, a las características anteriores de estos estándares se aumenta la codificación de mapa de bits, codificación Sprite y codificación de malla dinámica siendo su última versión MPEG-4 v10. Las aplicaciones de esta versión son el video interactivo, multimedia en internet, 2D/3D gráficos computacionales y aplicaciones móviles. [16, p.7]

H 265 optimiza el rendimiento de codificación para nuevos formatos de video, mejora la eficiencia en la compresión del video hasta un 50% a comparación de su versión anterior sin comprometer la calidad del video. Entre las características mejoradas de este estándar de compresión están el tamaño del bloque de codificación extendido de 16x16 hasta 64x64, mejor segmentación de bloque, predicción intra-fotogramas mejorada, fusión de regiones en movimiento, predicción de vector de movimiento, filtrado de compensación del movimiento y filtrado de desplazamiento adaptativo. [6, p.554]

VPx

VPx es una tecnología de compresión creada por On2 Technologies Inc. fue incluida en

---

DCT (Discrete Cosine Transform): Convierte la matriz de píxeles al dominio de la frecuencia.

Sprite: Es un objeto de video grande persistente en el tiempo

el paquete de productos Flash de Adobe, una de sus primeras versiones fue VP6, su funcionamiento se basa en compensación de movimiento y la transformada discreta de coseno. [16, p.165].

VP9 es un códec desarrollado por Google es la última versión de VP-NEXT que mejoró algunos aspectos de VP8 y sus antecesores, permite la codificación del flujo de datos para el uso eficiente de la capacidad de almacenamiento y red. [2, p.21] VP9 permite la codificación con tasa de bits variable, calidad limitada o constante y modo sin pérdidas., se implementa obligatoriamente en TVs Android y es compatible con la mayoría de los navegadores como Chrome, Firefox y Opera. [7, p.3]

Entre las características de este códec están: super bloques de 64x64 que descomponen en hasta bloques 4x4 para eficiencia en la codificación, recubrimiento que permite la escalabilidad, acelera la codificación en la nube, resistencia a errores con ABR streaming, características que buscan lograr eficiencia en la comprensión y calidad además algunas otras que minimizan la diferencia de rendimiento entre H264 y VP9 son la codificación de entropía y paralelismo de trama. [7, p.5]

#### 1.3.5.2.2. *Códecs estándar de Audio*

##### MPEG-1 y 2 (Layer I y II)

El grupo MPEG desarrollo también códecs de audio que se presentan en 3 versiones llamadas capas es así como MPEG audio Capa 1 es el sistema de compresión más simple utiliza un banco de filtros QMF y la transformada rápida de Fourier ,este estándar toma 384 muestras de entrada lo cual corresponde a 8ms de audio con una frecuencia de muestreo de 48kHz (audio digital) permite una compresión de relación 4:1. MPEG audio Capa 2 usa 1152 muestras en la entrada que corresponde a 24ms con muestreo de 48kHz y logra hasta una compresión de 6:1 a 8:1. [9, p.98]

##### MP3 (MPEG Layer 3)

Es el más popularmente usado debido a su compatibilidad además tiene un alto grado de compresión que logra buena calidad, utiliza un banco de filtros híbrido que aplica una DCT modificada y codificación Huffman. Este códec emplea el mismo número de muestras de entradas que su antecesor además utiliza una tasa de compresión de 64 kbps a 128 kbps que permite obtener una relación de compresión de 1:10 hasta 1:12. [9, p. 120]

---

ABR Tasa de velocidad libre

Codificación de entropía: Se basa en asignar palabras de código de longitud alterable a cada muestra de datos.

Subpíxel: Elemento único de un único píxel.

AAC (Advanced audio coding)

Fue desarrollado por el grupo MPEG sus siglas significan codificación de audio avanzado, su funcionamiento se basa en estándares anteriores requiere 128 kbps y agrega características como adaptación de forma de la ventana es decir el banco de filtros puede cambiar entre dos formas dependiendo de la entrada, predicción de coeficiente espectral, además tiene mayor control de la cuantificación debido a que los bucles de control se han hecho más complejos y mejor rendimiento de codificación con la aplicación de más libros de código Huffman.[16, p.122]

OGG

Este estándar es la alternativa de código abierto fue desarrollado por la comunidad académica de MIT utiliza codificación MDCT la tasa de transmisión utilizada es de 16 a 128 kbps con frecuencia de 44.1 o 48 kHz, se utiliza en aplicaciones en tiempo real utiliza un servidor como Icecast.

### 1.3.5.3. Transmisión

Para tratar la transmisión de las señales de audio y video es importante tener en cuenta ciertos parámetros como:

**Ancho de banda:** Es la cantidad de información que se transmite se mide en bits/s en el video el ancho de banda cambiará dependiendo del tipo de compresión que se utilice y de la calidad y resolución de video que se desea transmitir.

**Latencia:** Es el retardo que se presenta en la transmisión, el retardo máximo para video debe ser 150ms en base a recomendaciones ITU y experiencia en aplicaciones que se han empleado.

**Fiabilidad:** La fiabilidad de la información quiere decir que tan coincidente es la información receptada de la enviada, los protocolos que se emplean en la transmisión tienen métodos de control de errores o retransmisión de paquetes lo que permite lograr esta fiabilidad.

**Tiempo de compresión y descompresión del video:** El tiempo empleado en el proceso de compresión y descompresión no es despreciable en este tipo de aplicaciones y se debe tomar en cuenta para el análisis del proceso de transmisión

**Pérdida de paquetes:** En la transmisión de la señal se puede presentar pérdida de paquetes lo cual se ve evidenciado en la calidad del contenido receptado.

---

QMF: Banco de filtros en cuadratura.

MDCT: Transformada de Coseno Discreta Modificada.



**Sincronización de canales:** Si el contenido de video, audio y otros datos involucrados en la transmisión de multimedia se transportan en diferentes canales es necesario emplear mecanismos de sincronización en la recepción de la información.

Existen varios protocolos involucrados en la transmisión los cuales son estandarizados para lograr la compatibilidad entre servidores y clientes, las funcionalidades de red se especifican por el protocolo de internet IP en la capa de red, los protocolos de capa transporte pueden ser UDP (Protocolo de datagramas de usuario) o TCP, en la capa de sesión se puede aplicar el protocolo de transmisión en tiempo real RTSP.

Los servicios de internet también se pueden comprender bajo el concepto de capas en el caso de la tecnología streaming bajo el modelo TCP/IP, en cada una de las capas trabajan distintos protocolos, los protocolos empleados para las diferentes aplicaciones son: la transmisión de email puede utilizar en su capa de aplicación SMTP y en la capa de transporte utiliza TCP, voz sobre IP en la capa aplicación utiliza algún protocolo propietario y UDP, el streaming multimedia hace uso del protocolo RTSP o propietario para la capa de aplicación y regularmente TCP en la capa de transporte.

Es importante mencionar que en la capa de aplicación del proceso de streaming emplea calidad de servicio para controlar la congestión evitar la pérdida de paquetes y disminuir los retrasos, se emplean procesos de control de errores como FEC, retransmisión, etc. [1, p.6]

La calidad de servicio permite el manejo de tráfico para optimizar el rendimiento de la red y entrega del contenido, es un desafío la aplicación de QoS en la red de internet debido a los múltiples factores variables de los que depende, algunos de los procesos que se aplican son la reserva de recursos y la conmutación de etiquetas multiprotocolo. En cuanto a la estructura de servidor y cliente se puede aplicar técnicas de QoS en los equipos de red implicados en el streaming.

En tecnologías streaming o pseudo streaming se puede utilizar técnicas que aporten al QoS a nivel de la capa aplicación, es decir mediante la implementación de algoritmos de codificación resistentes, buffers de mayor capacidad, etc. Es también importante tomar en cuenta que este tipo de técnicas no mitigan efectos de retardo generado por la congestión de red y sobredemanda de ancho de banda.

Algunos de los protocolos de internet desarrollados y estandarizados para aplicaciones streaming son: RSVP (Resource ReserVation Protocol) que pertenece al RFC 2205,2208 y 2209, RTCP (Real Time Control Protocol) especificado en el RFC 1889, RTSP

(RealTime Streaming Protocol) que se encuentra en el RFC 2326, RTP (Real Time Transport Protocol) de RFC 1889, SDP (Session Description Protocol) perteneciente al RFC 2327 y UDP (User datagram Protocol) RFC 768. [1, p.7]

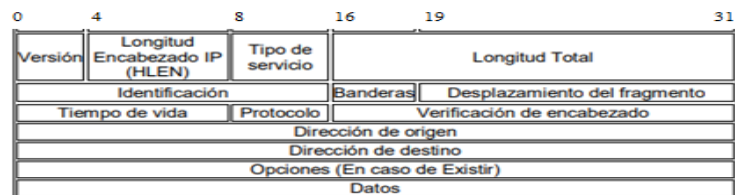
### 1.3.5.3.1. Protocolos

#### 1.3.5.3.1.1. IP (Protocolo de Internet)

Es el protocolo principal a nivel de red, es no confiable debido a que no es orientado a la conexión, si existen de errores estos serán corregidos en capas superiores, este protocolo se encarga de definir el formato del datagrama IP que es una unidad de información de longitud variable, permite el ruteo de los datagramas y define un conjunto de reglas que caracterizan la distribución de los paquetes de información.

El paquete IP se compone de la cabecera y el campo de datos. las señales que se transportan se pueden dividir en varios paquetes IP, la tecnología IP es extendida y permite varias aplicaciones ya que los paquetes con diferentes tipos de datos pueden compartir el mismo enlace de transporte es decir se puede utilizar las diferentes redes físicas para transportar datos de IP otro punto importante es que los paquetes IP de una secuencia no deben tener necesariamente la misma longitud.

En la figura 1.4 se muestra la estructura del paquete IP y se describirán brevemente los campos que conforman el datagrama a continuación:



**Figura 1.4** Estructura de un datagrama IP [8, p. 42]

- Versión: Es un campo de 4 bits donde se especifica la versión de IP que se está empleando.
- HLEN: Indica la longitud de la cabecera del datagrama en 32 bits.
- Tipo de servicio: Este campo de 8 bits se subdivide en otros campos que son: 3 bits que especifican la prioridad del datagrama y otros 3 bits más los cuales son D indica el retardo, T la tasa de transferencia y R el nivel de confiabilidad, los demás bits no se utilizan.

- Longitud total: Especifica la longitud del datagrama en bytes.
- Identificación: Este campo permite identificar el paquete, si la información se divide en fragmentos cada sección de un mismo datagrama tendrá igual valor en este campo.
- Banderas. Dentro de este campo se encuentran DF, MF y el primer bit que no se utiliza.
- Desplazamiento de fragmento: Es un campo de 13 bits que permite conocer la posición del fragmento en el datagrama, este valor es 0 si es el primer fragmento.
- TTL: Este campo especifica el tiempo máximo en segundos que puede permanecer en la red el datagrama antes de ser descartado, cada salto que da el datagrama decrementa este valor hasta quedar en 0.
- Protocolo: En este campo se especifica un código dependiendo del protocolo de capa superior.
- Verificación de encabezado: Este campo permite detectar errores que se presenten en el encabezado.
- Dirección origen y destino IP: Se especifica la dirección IP del dispositivo que envía y recibe la información.
- Opciones: Es un campo opcional que sirve para realizar pruebas y control de la red.

## **Modos de comunicación de redes IP**

### **Unidifusión IP**

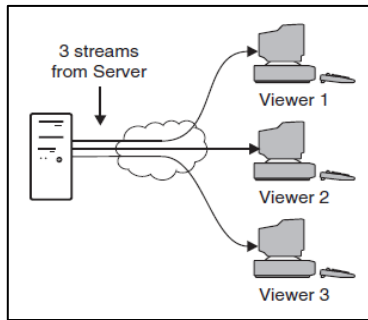
En este modo de comunicación cada flujo de información se envía hacia un destinatario, si varios usuarios requieren la misma información se debe establecer un flujo para cada uno. El emisor debe conocer la dirección IP destino de cada receptor ya que se el proceso de transmisión se repite según la cantidad de destinatarios.

Una desventaja es que requiere mayor cantidad de recursos para el procesamiento de cada una de las solicitudes, pero un beneficio es que cada usuario al tener su flujo individual de video se tiene más opciones de interacción individual con el contenido. En la figura 1.5 se representa el funcionamiento de la unidifusión.

---

DF: Indica si se puede fragmentar el datagrama.

MF: Indica si es el último fragmento de un datagrama

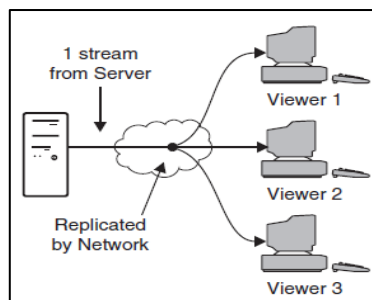


**Figura 1.5 Unidifusión [9]**

### **Multidifusión IP**

Se envía un único flujo de información hacia un grupo determinado de usuarios el proceso de réplica del contenido sucede dentro de la red en lugar de en la fuente de video, esto se logra ya que se ha asignado a los paquetes de multidifusión las direcciones reservadas para este proceso. [9, p. 84] Los equipos de red son los encargados de distribuir la información a cada grupo específico.

Se puede evidenciar que la aplicación de multicast es IPTV ya que permite que una sola señal pueda transmitirse a múltiples destinatarios es decir los usuarios verán simultáneamente una misma transmisión de contenido. Desde la fuente se envía un flujo que en la red se replica en varios flujos como se puede ver en la figura 1.6.



**Figura 1.6 Multidifusión [9]**

### **Difusión broadcast**

En este modo la comunicación es de uno hacia todos es decir el origen envía el mismo flujo de información al resto de miembros de la red, la carga de tráfico es baja ya que no se requiere enviar una vez por usuario, no se aplica en la difusión en internet ya que el tráfico se sobesatura. Una típica aplicación de comunicación broadcast es la señal de televisión tradicional en la cual todos los clientes reciben la señal de todos los canales.[10]

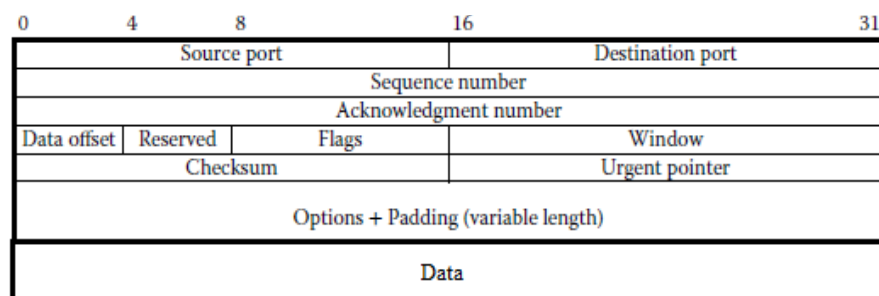
### 1.3.5.3.1.2. TCP (Transmission Control Protocol)

Es un protocolo de transporte que fue estandarizado en el RFC 793, este protocolo establece una conexión antes de iniciar la comunicación. TCP al ser orientado a la conexión brinda a la información para la capa aplicación algunas propiedades como: transferencia continua, confiabilidad de datos, control de flujo, comunicación full dúplex, etc. [11, p.30]

Los segmentos de los datagramas pueden llegar en desorden y este protocolo de transporte los reordena además en caso de detectar una pérdida de paquetes solicita su retransmisión antes de entregar la información a la capa aplicación.

Se aplica un proceso de detección de errores y retransmisión llamado PAR el cual se ejecuta de la siguiente manera: primero al transmitir cierta cantidad de información el dispositivo que transmite activa un temporizador y espera el acuse de recibo en un rango de tiempo específico, el ACK es enviado cuando el destinatario recibe la cantidad de datos y con la información correcta, si detecta algún error no responde con el ACK, el transmisor al no recibir el acuse asume que la información no llegó al destino entonces retransmite la cantidad de datos que había enviado después el transmisor procede enviando el resto de datos.[12, p. 380]

A continuación, se describirán los diferentes campos que conforman la cabecera TCP los cuales se muestran en la figura 1.7.



**Figura 1.7** Estructura de un segmento TCP [12]

- Puerto de origen: Es un campo de 16 bits con el número de puerto TCP para identificar la fuente.
- Puerto destino: Es un campo de 16 bits con el número de puerto TCP que identifica el destino.
- Número de secuencia: Este campo tiene 32 bits que permiten identificar el número de secuencia del primer byte del paquete de datos.

- Número de acuse de recibo: Este campo tiene 32 bits e indica el número de secuencia del próximo byte que se espera recibir, si el host destino recibe correctamente la información este valor de ACK será el byte siguiente del último octeto recibido, en caso de que la información receptada sea errónea el valor de este campo es el primer byte del segmento recibido con error el cual requerirá ser retransmitido.
- Desplazamiento / HLEN: Es un campo que consta de 4 bits que indican la longitud de la cabecera representada en unidades de 32 bits.
- Reservado: Es un campo de 4 bits que está reservado para uso futuro.
- Banderas: Es un campo que tiene 6 bits que son: URG se activa cuando la información que lleva es urgente, el valor de ACK indica si el acuse recibido es válido puede ser SYN o FIN, RST su valor determina si debe terminarse la comunicación inesperadamente y PUSH solicita que la información se entregue de manera inmediata sin almacenarla hasta tener un tamaño de datos para enviar.
- Ventana: Este campo tiene 16 bits que indica el número máximo de octetos que puede enviar antes de esperar un acuse de recibo.
- Checksum: En este campo se especifica la suma de comprobación, tiene 16 bits indica si la información llegó sin errores y por el puerto correcto.
- Puntero de urgencia: Es un campo de 16 bits que indica la posición del último octeto de los datos urgentes.
- Opciones: Este campo es opcional y añade opciones adicionales, su uso es poco frecuente además puede incluir relleno para garantizar que el campo tenga 32 bits.
- Datos: En este campo se encuentra la información que está siendo transmitida.

TCP al retransmitir los datos recibidos con errores añade latencia a la transmisión lo que para transmisiones en tiempo real presentaría problemas como retardos e incrementación en el ancho de banda utilizado entonces en las aplicaciones de audio y video al requerir transmisión continua no sería conveniente el uso de este protocolo.

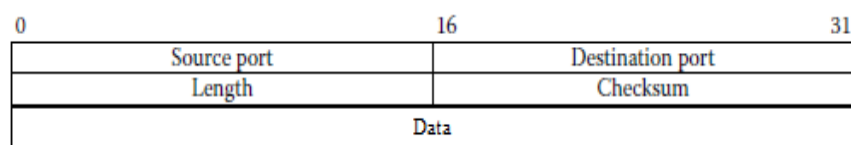
#### 1.3.5.3.1.3. UDP (User Datagram Protocol)

Es un protocolo de transporte que fue estandarizado en el RFC 768, es no confiable y no orientado a la conexión ósea envía la información sin garantizar la recepción correcta los datagramas y podrían perderse datagramas en la transmisión aun así el host origen

seguiría enviando los datos en este caso en la capa aplicación deben implementarse mecanismos para corregir los errores ya que no han sido detectados en la capa previa. [11, p.13]

A diferencia de TCP este protocolo no introduce retardos y es utilizado por aplicaciones que son sensibles a retardos y aceptan errores, también aplicaciones en las que se transmita información redundante, reduce el tiempo en el proceso de transmisión y ancho de banda requerido, es capaz de multiplexar varias aplicaciones que se ejecuten simultáneamente.

En la figura 1.8 se visualiza la estructura de la sección UDP junto a la información y a continuación se explica brevemente cada componente.



**Figura 1.8** Estructura de sección UDP [12]

- Puerto origen: En este campo se especifica el puerto origen con 16 bits.
- Puerto destino: Es un campo que consta de 16 bits que indican el puerto destino.
- Longitud: Contiene 16 bits que indican la longitud en bytes del segmento.
- Checksum: Este campo permite la detección de errores en el segmento UDP en la parte del encabezado hay que tomar en cuenta que no aplica la detección de errores de la carga útil.

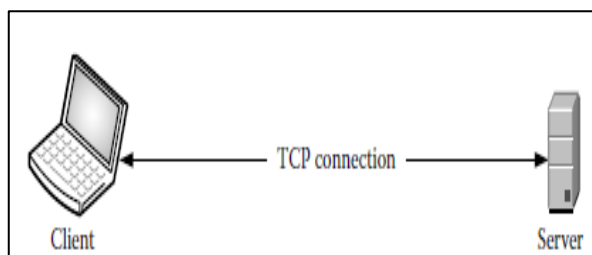
#### 1.3.5.3.1.4. HTTP (Hypertext transfer Protocol)

Es un protocolo de capa aplicación que permite la transferencia de archivos, fue estandarizado por IETF y W3C, es el principal protocolo utilizado en internet, trabaja bajo el modelo cliente/servidor donde tiene una conexión bidireccional. [12, p. 392] HTTP también permite la descarga de medios obteniendo un mejor rendimiento con archivos pequeños sin embargo no dependerá de las características de red ya que si se tiene menor velocidad de conexión en el destino que la velocidad de transmisión se reproducirá el contenido ya sea con menor calidad. [1, p.9]

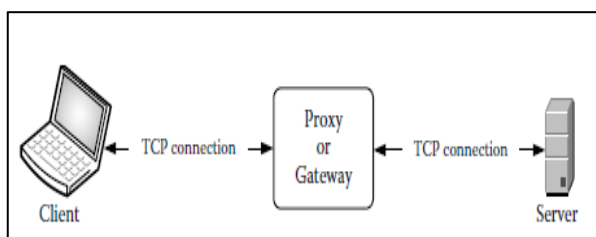
Este protocolo permite la transferencia de contenido web puede tomar un sitio web como un archivo almacenado en un servidor entonces entabla su comunicación de la siguiente manera: el cliente envía un mensaje GET con la URL del sitio solicitado, el servidor

responde con la información de la página web finalmente se procede con la descarga de un archivo HTTP.

Existen dos formas de comunicación HTTP establecidas que son modo directo en donde se establece la conexión directa de cliente a servidor como se aprecia en la Figura 1.9. e indirecta en la que tiene nodos intermedios los cuales deben establecer conexiones TCP para lograr acceder al sitio web (Figura 1.10). [12, p. 383]



**Figura 1.9** Transferencia HTTP directa [12]



**Figura 1.10** Transferencia indirecta [12]

En algunos casos se puede obtener conexión hacia web sin tener conexión con el servidor esto debido a la memoria caché que puede estar ya sea en algún proxy o en el host del cliente, esta memoria permite almacenar la información del sitio si ya se ha accedido anteriormente y se mantiene esta memoria por un periodo de tiempo. HTTP es un protocolo aplicable y adecuado para streaming con sus versiones más actuales ya que permite la utilización de la infraestructura de internet, en este tipo de comunicación el cliente controla la transmisión y se hace uso de los servidores web.

La evolución de las versiones de HTTP se dio de la siguiente manera: HTTP 0.9 en 1991 fue la primera versión en la cual se especificaba una transferencia básica que soportaba solo la petición GET, en HTTP 1.0 en 1996 ya se incluyen peticiones GET, HEAD y POST además esta versión ya fue especificada en el RFC 1945 , para HTTP 1.1 especificado en el RFC 2616 se buscaba mayor funcionalidad añadiendo la búsqueda, actualización front end y anotación es la más utilizada, HTTP 1.2 publicado en el RFC 2774 en 2000

---

HPACK: Paquete de especificaciones HTTP



implementa pequeñas diferencias en el formato del mensaje, la penúltima versión en proponerse fue HTTP/2 que se caracteriza en hacer uso de una única conexión, aplica compresión de cabeceras utiliza el protocolo de transporte TCP fue una versión más experimental, ahora la versión HTTP /3 que consta en el borrador preliminar de 2018 la principal diferencia es que ya hace uso en capa transporte de UDP, incrementó la utilización de única conexión, compresión de cabecera descarte de información debido al protocolo HPACK. [1, p.9]

### *Métodos de petición*

HTTP tiene algunos modos de petición, estas peticiones añaden funciones en las diferentes y se aplicaban en cada actualización:

- GET: Se envía para solicitar los datos
- HEAD: Solicita la misma respuesta de GET, pero solamente la cabecera.
- POST: Permite enviar la solicitud hacia un recurso específico con lo cual el servidor cambia su estado.
- PUT: Esta petición reemplaza con la carga útil las representaciones del recurso destino.
- DELETE: Borra un recurso seleccionado.
- CONNECT: Permite establecer un túnel hacia el servidor.
- OPTIONS: Se utiliza para describir las opciones de comunicación.
- TRACE: Es utilizada para la prueba del retorno de mensaje en la ruta hacia el destino.
- PATCH Sirve para implementar cambios en un recurso.

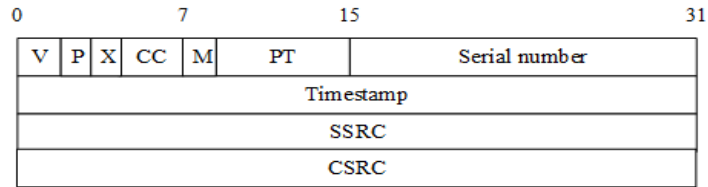
#### *1.3.5.3.1.5 RTP (Real time transport Protocol)*

Este protocolo es descrito en el RFC 1889 y 2250 es un protocolo que complementa las características de UDP agregando un encabezado con una serie de campos, una de sus principales funciones es compensar el jitter en la recepción del contenido en tiempo real además permite saber si los paquetes llegan en desorden así mismo detecta si existe pérdida de paquetes lo cual logra al añadir un número de secuencia de los paquetes entre otros mecanismos que implementa.[13]

---

Jitter: Fluctuación o variación de la señal en el tiempo.

El protocolo RTP añade un encabezado que consta de algunos campos como se muestra en la figura 1.11.



**Figura 1.11** Estructura del encabezado RTP [22]

- Versión (V): Es un campo de 2 bits en el que se especifica la versión de RTP.
- Relleno (P): Consta de 1 bit e indica si existió relleno, P=1 significa que fue relleno con uno o más octetos adicionales.
- Extensión(X): Este campo tiene 1 bit para indicar la presencia de extensiones de encabezado.
- Cuenta CSRC (CC): Es un campo que tiene 4 bits y es un contador de fuentes indica el número de identificadores de CSRC.
- Marcador (M): Consta de 1 bit marca límites en la trama para video este campo es el que indica el final del fotograma y en audio especifica el inicio de sesión.
- Tipo de carga útil (PT): Ocupa 7 bits permite especificar el tipo de carga útil RTP.
- Número de secuencia: Tiene 16 bits y es un valor aleatorio que se incrementa en 1 en cada paquete RTP.
- Marca de tiempo: Este campo posee 32 bits y marca el instante en el que se realiza el muestreo del primer octeto de RTP utilizando la frecuencia de reloj del payload.
- SSRC: Tiene 32 bits e identifica la fuente de flujo RTP
- CSRC: Consta de 32 bits y muestra si se tiene diferentes flujos RTP es el resultado de una lista de SSRCs.

#### 1.3.5.3.1.6. RSVP (*Resource ReserVation Protocol*)

Es el protocolo que realiza la reservación de recursos para el proceso de transmisión lo cual permite obtener la QoS solicitada por los clientes, es mediante RSVP que se negocian y se mantienen los parámetros de conexión entre los actores de red, lo cual se logra mediante mecanismos como el control de políticas y control de admisión.

Implementa la reserva utilizando dos tipos de mensajes que son: PATH los cuales se envían recurrentemente hacia la dirección de multidifusión, este tipo de mensaje lleva las especificaciones de flujo que describen las características del tráfico que envía el remitente, RESV este tipo de mensajes transportan también especificaciones de filtro que son utilizados por el planificador de paquetes y depende del servicio contiene diferente información , RESV Y PATH siguen una dirección inversa y se transmiten configurando reservas en cada nodo.

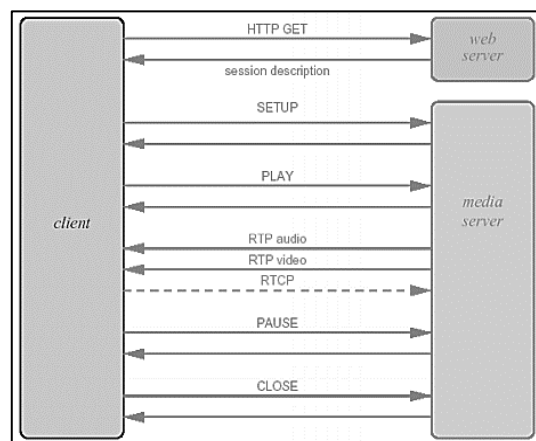
RSVP añade una gran ventaja como lo es la escalabilidad debido a que al aumentar los participantes en los grupos de difusión permite que las reservas se combinen lo que hace más robusto el camino, se puede llamar a RSVP un protocolo de control de internet ya que se encuentra en la parte superior de la capa de IP.

#### 1.3.5.3.1.7. RTCP (Real Time Control Protocol)

Es el protocolo de control para aplicaciones de tiempo real estandarizado en RFC 1889 y 1890 trabaja en conjunto con RTP, añade información de calidad al flujo RTP y contribuye en el manejo del contenido mediante mensajes de control otras características que proporciona es el monitoreo de QoS, sincronización de medios, control de congestión e identificación de origen.

Los tipos de mensajes de control aplicados en RTCP son: RR (reporte de receptor) brinda información de los receptores incluyendo estadísticas de la calidad de recepción, SR (Reporte de emisor) contiene información del remitente tanto de transmisión y recepción, SDES (Descripción de fuente) describe la fuente y se utiliza por el remitente para anunciarse, BYE marca el final de la participación. [13]

En la sesión RTCP se intercambian distintos tipos de mensajes los cuales se observa en la figura 1.12.



**Figura 1.12** Sesión RTCP [13]

#### *1.3.5.3.1.8 RTSP (Real Time Streaming Protocol)*

Es el protocolo de streaming en tiempo real ,desarrollado por RealPlayer uno de los pioneros en temas de transmisión en vivo , trabaja en nivel de aplicación brinda el control remoto del servidor ya que permite la entrega controlada de flujos multimedia transmitidos sobre IP y proporciona múltiples operaciones como la recuperación de medios del servidor mediante la solicitud cliente servidor para configuración de los parámetros de la sesión, invitación a unirse a la conferencia al servidor, notificación de adición de medios durante la interacción ya sea el servidor o el cliente puede notificar al otro actor si existe un medio adicional disponible.[13]

Entre las funciones que añade este protocolo están ofrecer al cliente interacción en la reproducción, ayudar al servidor a adaptar el ancho de banda dependiendo de la capacidad y congestión de red presentes y la selección adecuada del canal de entrega hacia el cliente así entonces si UDP no se encuentra disponible ya sea debido a firewalls levantados en el cliente entonces el protocolo debe ofrecer otra opción de entrega. Hay que tomar en cuenta también que las solicitudes RTSP se transportan por un canal independiente del canal de los datos.

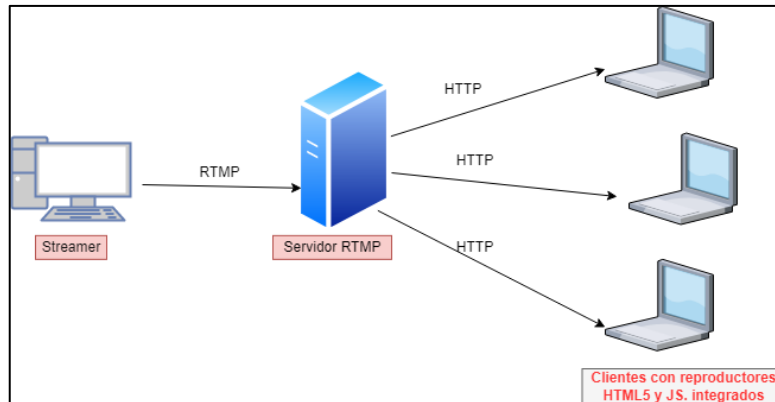
#### *1.3.5.3.1.9 SDP (Session Description Protocol)*

El protocolo de descripción de sesión fue descrito en RFC 4566 trabaja típicamente embebido en otro protocolo, SDP proporciona la representación general o sintaxis de la información adicional que los participantes deben transmitir, parámetros que describen la sesión como detalles de medio, direcciones de transporte, etc.

#### *1.3.5.3.2. Protocolos propietarios*

##### *1.3.5.3.2.1 RTMP (RealTime Messaging Protocol)*

Es un protocolo creado por Adobe que inicialmente se implementó para la transmisión de multimedia entre sus reproductores y flash, ahora se utiliza por varias plataformas y CDNs que ofrecen streaming, este protocolo utiliza TCP en la transmisión por lo que ofrece una entrega segura , se utiliza para receptor el streaming desde el servidor (Figura 1.13) , pero para enviar la transmisión hacia el cliente se utiliza HTTP live stream, dentro de RTMP se puede transportar video comprimido por H264 y audio en MP3 y AAC.

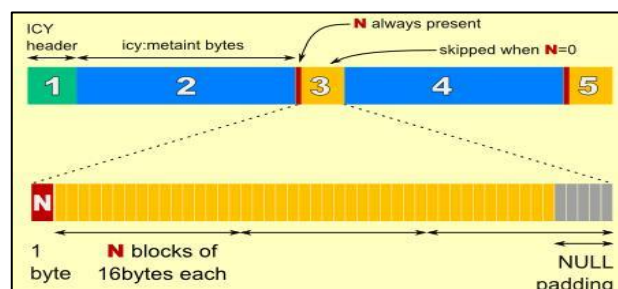


**Figura 1.13** Funcionamiento RTMP

### 1.3.5.3.2.2. Shoutcast

Es la tecnología enfocada en la transmisión de radio por internet, no se define tanto como un protocolo sino más bien como un estándar que está basado en HTTP como protocolo de transmisión, fue desarrollado por Nullsoft, utiliza audio codificado en MP3 o AAC en donde la tasa de transmisión es 128 Kbps y 32 kbps respectivamente.

El usuario llama al servicio mediante una conexión IP: PUERTO, dirección que se enlaza con shoutcast para entonces realizar la petición DNS a los servidores donde se encuentran las distintas estaciones, posterior a la petición se debe autenticar el código y se genera una respuesta ICY desde el servidor hacia el cliente para proceder con el envío de paquetes, para la desconexión se detiene el envío ACK.[26]. Los campos del flujo shoutcast se observan en la figura 1.14.



**Figura 1.14** Formato de transmisión shoutcast [27]

En la comunicación mediante shoutcast se encuentran implicados los siguientes actores:

Fuente: DSP instalado en el reproductor regularmente en una PC origen.

Servidor: Es el encargado de la transmisión del audio codificado hacia el cliente.

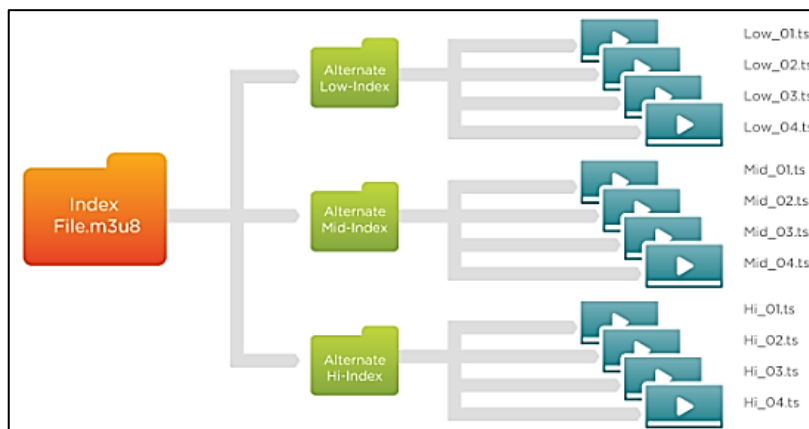
Cliente: Es quien solicita el audio al servidor y permite la reproducción.

---

ICY: Metadatos transmitidos en la compilación shoutcast

#### 1.3.5.3.2.3. HLS (HTTP Live Streaming)

Es el protocolo de comunicación desarrollado por Apple que permite la transmisión con velocidad de bits adaptable utilizando HTTP, su funcionamiento se basa en la división del flujo de información en varios segmentos con formato .ts, cada segmento se puede codificar a diferente tasa de transmisión y se genera una lista de pequeños fragmentos del flujo que incluye un archivo índice en donde se especifica la calidad a la que se codificó cada sección el resultado se denomina lista de reproducción m3u y el conjunto de estas listas se puede indexar en m3u8 como se muestra en la siguiente Figura 1.15. [4, p.19]



**Figura 1.15** Representación de la estructura HLS [4]

Los elementos implicados en el proceso HLS son:

**Fuente:** Se encarga de codificar y segmentar los archivos origen video/audio.

**Servidor:** Es donde se alojan los segmentos generados y se realiza la distribución.

**Cliente:** Es desde donde se solicita la reproducción y descarga del archivo en base a la calidad disponible.

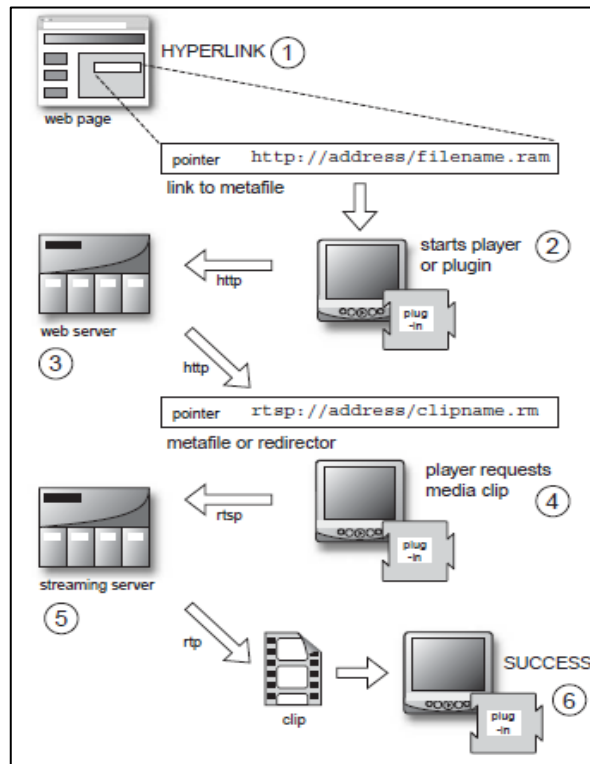
#### 1.3.5.3.2.4. MPEG -DASH

Es un estándar que permite el streaming adaptativo creado por MPEG es similar a HLS ya que divide el archivo en pequeños segmentos que se codifican a diferente velocidad dependiendo de la disponibilidad de recursos en el cliente, utiliza HTTP y de protocolo de transporte TCP, se generará también un archivo índice en donde se indique la calidad y disponibilidad de los segmentos, es compatible con cualquier formato de codificación.

MPEG-DASH se encuentra estandarizado internacionalmente a diferencia de HLS y es compatible con los dispositivos Apple, tiene menor longitud del segmento.

### 1.3.5.4. Servidor

En el proceso streaming el servidor será el componente de hardware y software donde se cargan los archivos y el responsable de transmitir ese contenido. Las especificaciones importantes para tomar en cuenta en el servidor son: rendimiento de la unidad de disco, rendimiento de la tarjeta de red, ancho de banda, procesador, software utilitario y memoria del sistema. El proceso que ejecuta el servidor se representa en la figura 1.16.



**Figura 1.16** Funcionamiento del servidor en el proceso streaming [17, p. 219]

Como medio de almacenamiento se puede describir una CDN o red de distribución de contenidos se trata de un grupo de servidores de almacenamiento de caché distribuidos estratégicamente en varios puntos geográficos, permite la aceleración en la repartición de contenido web.

#### 1.3.5.4.1. Servidor web

Es la parte del servidor encargada de la entrega del contenido web al usuario fue tipificado por apache utiliza HTTP sobre TCP/IP en la capa transporte para entregar el contenido multimedia, los archivos se descargan a la memoria caché del navegador mientras que TCP gestiona la velocidad de descarga, la velocidad será variable y depende de la conexión de red. [16, p.209]

El navegador enviará la solicitud hacia la web y TCP será encargado de la transmisión, en este proceso no se puede garantizar la entrega en tiempo real y el control de flujo es

dinámico, el buffer en el receptor se puede llegar a saturar entonces enviará un mensaje al transmisor para que reduzca la velocidad a la que envía.

#### *1.3.5.4.2. Servidor streaming*

El servidor streaming permite mayor control en cuanto a la transmisión, soporta la multidifusión, optimiza la utilización del hardware del servidor, es el encargado de administrar parámetros como la velocidad de entrega, interactividad, control constante, conmutación de contenido. [16, p. 212]

Utiliza controles RTCP del reproductor para detectar la congestión de la red y velocidades de transmisión de conmutación para múltiples archivos y el cliente informará paquetes perdidos o retrasados y la recepción de fuera de secuencia.

#### **1.3.5.5. Cliente**

Es el elemento receptor del contenido en el proceso streaming, en el cliente se implica todos los procesos del servidor, pero a la inversa tales son descomprimir el contenido, decodificar, etc.

##### *1.3.5.5.1. Reproductores multimedia*

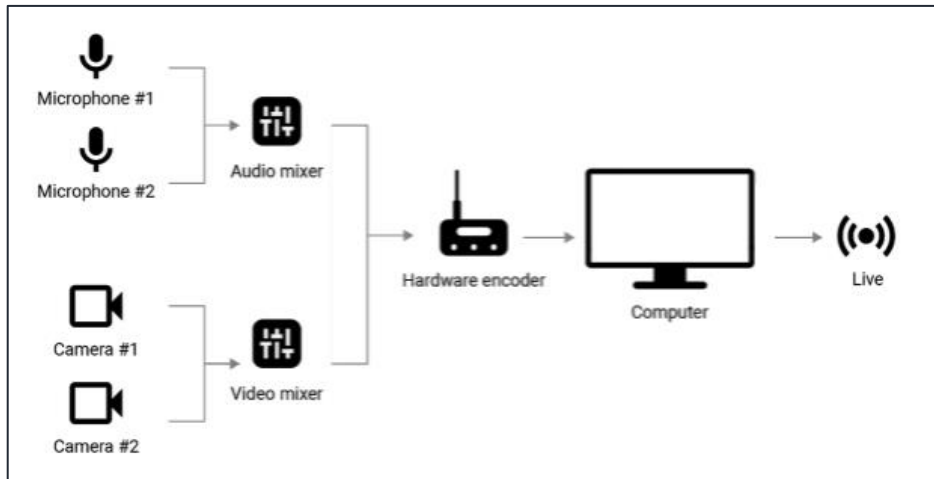
El reproductor es el encargado de proyectar la transmisión puede ser una aplicación de reproducción instalada en el cliente o un complemento para una web, anteriormente se buscaba un reproductor compatible de acuerdo con el códec implementado por lo que podía el cliente instalar varios de estos lo cual actualmente no sucede ya que se ha logrado una estandarización de formatos además que se perdería audiencia al complicar el proceso de recepción.

Algunas de las arquitecturas que han posicionado sus reproductores comercialmente son Real, Microsoft y Apple, el reproductor es el que proporciona la interfaz para interacción del usuario ya sea que se aplique en forma local o en línea.

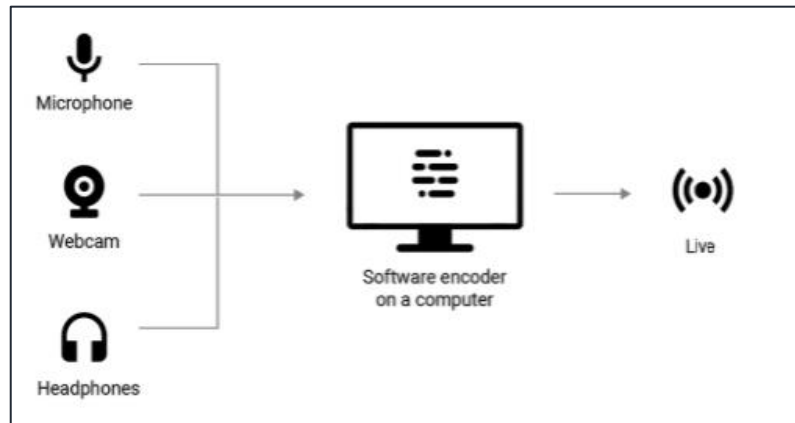
#### **1.3.6. ESTUDIO TRANSMISIÓN STREAMING**

Para la realización de transmisión en vivo profesional se emplean distintos equipos como se observa en la Figura 1.17. o se pueden resumir los procesos que dichos equipos ejecutan mediante software en un solo computador (Figura 1.18), lo cual regularmente se aplica actualmente, incluso se puede lograr un mejor rendimiento.





**Figura 1.17** Equipos para transmisión en vivo profesional [24]



**Figura 1.18** Equipos para transmisión en vivo aficionada [24]

El ambiente para emitir una transmisión ya sea de audio o video debe ser silencioso y cerrado, en transmisiones profesionales se utilizan materiales absorbentes acústicos tanto en paredes como en techos.

### 1.3.6.1. Hardware de adquisición de multimedia

#### Micrófono

Es el dispositivo que transforma las señales sonoras en eléctricas, está compuesto por el diafragma y un componente transductor que dependiendo del tipo de micrófono será diferente, el sonido recibido produce vibraciones que ejercen presión sobre el diafragma lo que permite detectar la señal. Para la selección de un micrófono se debe tomar en cuenta las características tipos y aplicación para la cual se emplea, entre esas características están la directividad, fidelidad y sensibilidad.

Algunos de los micrófonos en base a su funcionamiento electromecánico son:

Micrófonos dinámicos: Su funcionamiento se basa en el campo magnético que se genera por una bobina alrededor de un imán lo cual produce la corriente eléctrica, este tipo de

micrófono es de los más comerciales y económicos debido a que tienen baja sensibilidad, aunque esto permite que se suprima mucho del ruido exterior, además no necesita alimentación eléctrica independiente.

Micrófonos electrostáticos (con condensador): Este micrófono lleva un condensador en el cual la energía es almacenada, requiere una alimentación de 48V la cual obtiene desde una consola a la que también se debe conectar, está compuesto por el diafragma que es el que recibe las vibraciones y una placa fija posterior la cual detecta la presión ejercida por el diafragma y la variación del ancho entre placas proporciona la variación de corriente.

La calidad del audio obtenido por cada uno de ellos depende de cada una de sus características, pero también de accesorios, posición y ambientes en los que se emplee.

### Headphones

Es un dispositivo que tiene los auriculares y micrófono integrados el principio de funcionamiento es el mismo para el micrófono que se describió anteriormente en cuanto a los audífonos se trata de un transductor que transforma las señales eléctricas en acústicas, consisten en un elemento magnético al borde que genera el campo magnético estático, un imán, una bobina unida hacia al diafragma, que cuando la corriente pasa por la bobina transmite energía magnética variable que reacciona en el campo magnético estable y genera vibración hacia el diafragma que genera el sonido.

### Cámara

Es el equipo que captura la imagen realiza la transformación de señales ópticas a eléctricas, la luz es receptada por la lente y al pasar por un prisma de espejos y sensor de carga acoplada se divide la señal en diferentes componentes de color que posteriormente se convierten en cargas eléctricas y finalmente son digitalizadas.

Si bien es cierto las cámaras incluirán micrófono, para capturar sonidos nítidos se conecta un micrófono externo, la calidad de video obtenida dependerá de factores como el tipo de lente, zoom digital y complejidad de CCDs. La resolución de cámaras utilizadas en la actualidad para transmitir multimedia en streaming es de 720p a 1080p.

### 1.3.6.2. Hardware de procesamiento

---

Directividad: Es el parámetro que indica de que dirección recepta mejor el audio.

Fidelidad: Rango del espectro audible que es capaz de detectar.

Sensibilidad: Indica la intensidad mínima que debe tener el audio para ser reconocido por el micrófono, se mide en dBs.

### *Mixer de audio y Switcher de video*

Es el dispositivo que une las señales y permite manejar los diferentes flujos para enviar hacia la transmisión.

### *Computadora*

La PC es responsable de varios de los procesos inmersos en el streaming, las características que se deben tomar en cuenta son: La conexión de internet, sistema operativo, procesador, tarjeta gráfica, disco duro es decir capacidad de almacenamiento, RAM y software utilitario.

En la actualidad en los lugares urbanizados se ha logrado vencer la limitante de conexión a banda ancha en casi su totalidad, lugares de difícil acceso o zonas rurales donde se encuentran alejados de la tecnología es donde se dificultará la recepción de estos medios transmitidos sobre internet o implementación de estos.

Las características básicas en el PC de distribución serían una conexión simétrica superior a 10 Mbps, sistema operativo libre o licenciado, procesador dual, disco duro de al menos 500GB y RAM de 4GB o mayor capacidad, tomando en cuenta que se realizan varios procesos simultáneos.

## **2. METODOLOGÍA**

Este proyecto se realizó basado en la investigación aplicada, desarrollando los conocimientos teóricos y ejecutando soluciones prácticas para aplicaciones requeridas en software libre que permita la gestión y reproducción de contenido además de los servicios disponibles en línea que permitan la difusión de contenido multimedia.

Se llevó a cabo la instalación de los softwares requeridos tanto para la gestión y reproducción del contenido, tomando en cuenta los requerimientos de red necesarios y características del equipo gestor, después se procedió con la carga del contenido, todo el proceso fue documentado en forma de un manual de usuario para que pueda ser material de apoyo de ejecución de proyectos similares.

La implementación del medio de transmisión permitió el análisis de recursos utilizados tanto como cliente y servidor para poder determinar el correcto rendimiento de la tecnología streaming, este tipo de proyectos se puede implementar con diferentes opciones tanto de hardware y de software, pero en el proyecto actual, se lo ha realizado con software gratuito y hardware con características básicas y de bajo costo.

## 2.1. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

### 2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE ANCHO DE BANDA

El ancho de banda empleado en cada uno de los servicios implementados depende del tipo de compresión aplicada tal es el caso para video se tiene H264, en audio MP3 y AAC también de la calidad y relación de imagen empleada por el cliente además se debe tomar en cuenta el número de solicitudes simultáneas receptadas desde clientes hacia el servidor ya que al ser una difusión unicast esto incidirá directamente en el rendimiento de la transmisión.

Se ejecutaron pruebas con conexiones simultáneas de hasta 10 usuarios por servicio para evaluar el rendimiento del servidor con una conexión mediante cable ethernet a una velocidad simétrica de 80mbps, la resolución del cliente será comúnmente de (4:3) o (16:9).

El cálculo de ancho de banda requerido para la implementación de radio se realiza teóricamente por la siguiente fórmula.

$$AB = (\text{tasa de transmisión en función de la codificación}) \times \text{número de clientes}$$

AB: Ancho de banda total empleado.

En la tabla 2.1 se encuentra la tasa de bits que emplea cada tipo o formato de audio.

**Tabla 2.1.** Tasa de bits

audio [24]

Tipo	Bit Rate
MP3 Mono	128kbps
MP3 Estéreo	384kbps
MP3 5.1	512kbps

Tomando los datos que al ser la transmisión de codificador MP3 y de canal mono el bit rate será 128 kbps en el escenario implementado se calcula con 10 usuarios simultáneos.

$$AB = 128 \text{ kbps} \times 10$$

$$AB = 1.2 \text{ Mbps}$$

En el video la tasa de bits varía dependiendo de varios factores como la calidad y número de fotogramas así se muestra en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Tasa de bits video [24]

Calidad	Tasa de bits / Número de fotogramas Estándar (24,25,30)	Tasa de bits / Número De fotogramas Alta (48,50,60)
2160p (4K)	35-45 Mbps	53-68 Mbps
1440p (2K)	16 Mbps	24 Mbps
1080p	8Mbps	12Mbps
720p	5Mbps	7.5Mbps
480p	2.5Mbps	4Mbps
360p	1Mbps	1.5Mbps

Cálculo de ancho de banda requerido para la transmisión de video

La resolución aplicada en el cálculo es 480p y el nro. de fotogramas 30.

AB= Ancho de banda (codificación) x Número de usuarios

$$AB= 2.5Mbps *10$$

$$AB= 25Mbps$$

Cálculo del ancho de banda empleado en la transmisión de video bajo demanda teniendo 2 clientes simultáneamente

AB= Ancho de banda (codificación) x Número de usuarios

$$AB= 2.5 Mbps *2$$

$$AB= 5Mbps$$

## **2.1.2. RECURSOS DE HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN**

### **2.1.2.1. Cliente**

El cliente puede recibir el contenido multimedia en diferentes dispositivos el requisito elemental será la conexión a internet, los equipos que permiten la recepción y reproducción del contenido son Smart TV, PC, celulares, etc.

Los parámetros que varían dependiendo del dispositivo de recepción empleado son la resolución y el ancho de banda de su conexión, lo cual incidirá en el rendimiento de la reproducción.

### 2.1.2.2. Red

La red en la que se desarrolla esta tecnología es internet es decir la infraestructura es propiedad de los servidores en línea, en cuanto a la red local del cliente es la que permite la coexistencia de diferentes servicios y protocolos simultáneamente, además el ancho de banda consumido para el servidor se determina en base a las conexiones simultáneas de usuarios en cada uno de los diferentes servicios y para el cliente en función del servicio utilizado.

Es importante tomar en cuenta que la velocidad de conexión disponible en el transmisor proporcionada por los proveedores no será permanente y estable durante el día, en cuanto a la red de acceso disponible en el presente proyecto implementado es una conexión simétrica de 80 mbps mediante fibra óptica el proveedor del servicio de internet es Netlife el rendimiento que se obtiene se aprecia en la figura 2.1.

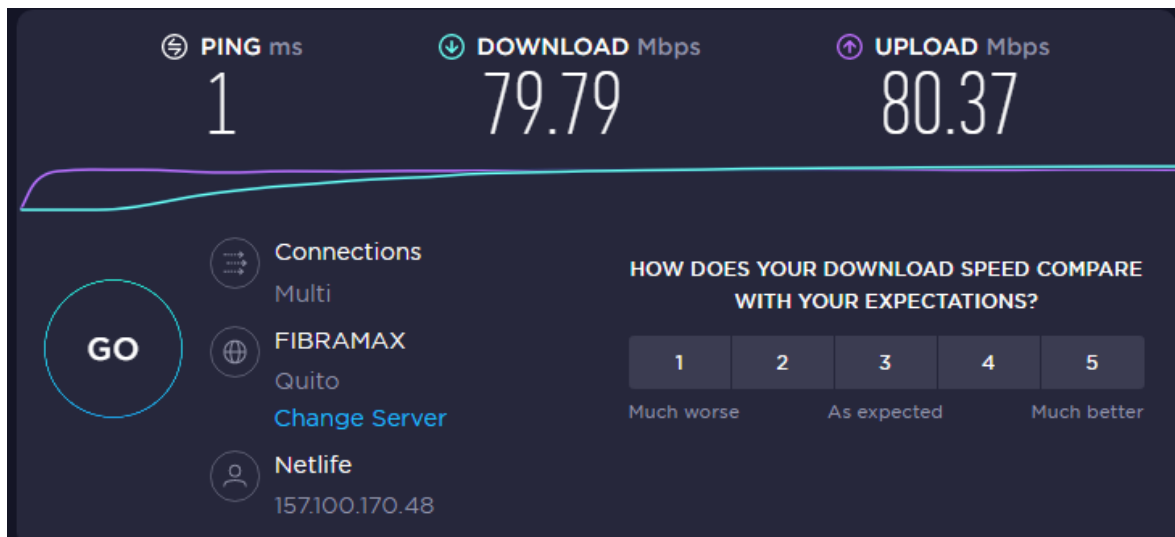


Figura 2.1 Rendimiento de velocidad mediante conexión cableada

### 2.1.2.3. Servidor

Tomando en cuenta los requisitos generales de los softwares implementados en los procesos ejecutados por el servidor se encuentran características en común como: procesador mínimo Intel core dual, RAM de 1GB o superior capacidad, infraestructura de red de acceso con conexión de mínimo 10 mbps por servicio implementado.

Para el presente proyecto el PC servidor implementado tiene las características mostradas en la siguiente figura 2.2.

Sistema	
Procesador:	Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.70 GHz
Memoria instalada (RAM):	8,00 GB (7,87 GB utilizable)
Tipo de sistema:	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64

**Figura 2.2** Características del equipo utilizado como servidor

### 2.1.3. RECURSOS DE SOFTWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN

#### 2.1.3.1. Cliente

En el caso de este proyecto no se requerirá software específico instalado en el cliente para lograr la reproducción, ya que se ha integrado la transmisión de contenido multimedia en un sitio web, aunque si se desea hacer uso individual de alguno de los sistemas creados se puede tomar en cuenta que las diferentes plataformas utilizadas en la implementación cuentan con una aplicación móvil tal es el caso de listen2myradio y Emby.

#### 2.1.3.2. Red

##### 2.1.3.2.1. LISTEN2MYRADIO

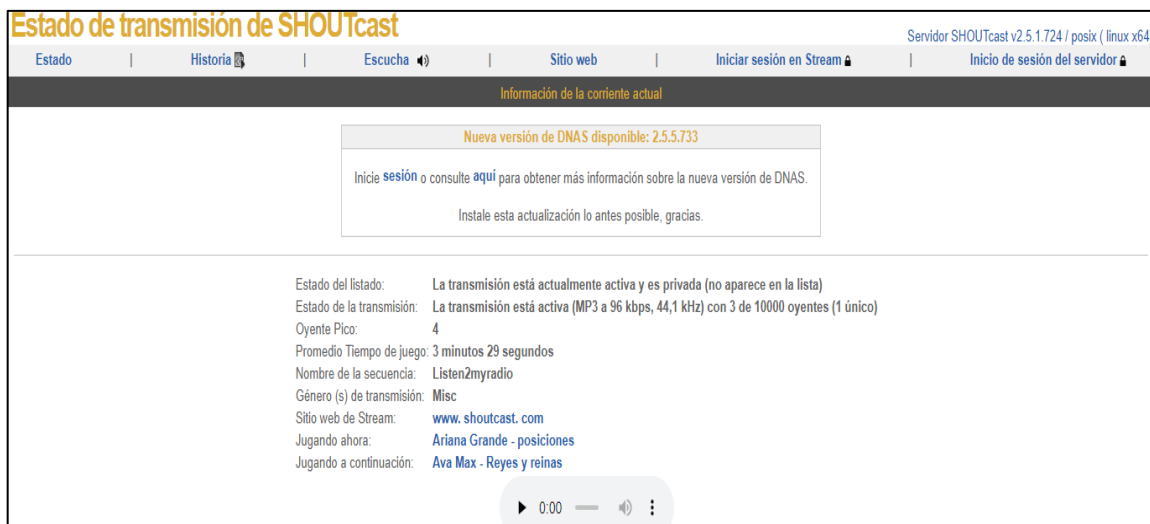
Es una plataforma popular disponible en internet, fue la primera compañía en ofrecer streaming de radio y video, utiliza sistemas shoutcast e icecast para la retransmisión de radio y códecs H 264 Y VP6 para video, ofrece varias ubicaciones de servidor que son en Reino Unido y Estados Unidos. En el actual proyecto implementado se seleccionó la opción de shoutcast v2 y servidor de reino unido.

Se garantiza que los servidores tengan mínimo cuatro núcleos para la calidad en funcionamiento del streaming de audio, los servidores se encuentran conectados en líneas de 1GB

##### *Tecnología Shoutcast*

Es un software libre desarrollado por Nullsoft utiliza el protocolo HTTP para realizar la transmisión, el contenido puede ser MP3 o AAC, realiza la transmisión hacia el software de reproducción desde el servidor shoutcast, el servidor responde las solicitudes del cliente con la música en el formato seleccionado y transportará tanto el audio como metadatos. El panel de shoutcast muestra el estado de la transmisión con algunas ventanas que muestran distintos datos una de estas es la ventana de estado en donde se encuentra un resumen de la transmisión que se está ejecutando como se muestra figura 2.3.





**Figura 2.3** Panel de resumen shoutcast

#### 2.1.3.2.2. IBLUPS

Es una plataforma disponible en línea que permite realizar streaming de video, su transmisión se recepta mediante el protocolo RTMP y se transmite sobre HTTP, tiene opción gratis y pro igual que otros servidores en línea, es compatible con la codificación de video H264 y en audio MP3 o AAC. Se ha seleccionado esta plataforma para el presente proyecto ya que es compatible con codificadores estandarizados y con la versión gratuita brinda las opciones básicas para implementar el streaming de video.

#### 2.1.3.3. Servidor

##### 2.1.3.3.1. WINAMP

Es un software libre que permite la reproducción multimedia para Windows se han desarrollado varias versiones desde 1997 hasta la actualidad siendo su última versión lanzada en 2018, posee varias funcionalidades entre esas la transmisión en línea utilizando tecnología shoutcast y soporta varios formatos de audio entre estos MP3, MP4, AAC, Ogg, WMA, WAV además de tener plugins que pueden añadir más funciones de las que tiene por defecto.

Al ser winamp uno de los reproductores que ha prevalecido a lo largo de los años y al ser un software ligero tiene requerimientos básicos como: Sistema Operativo Windows XP, 7, 8, 8.1, 10, procesador Dual Core 2 GHz (Dual Core) o superiores y RAM desde 1 GB. [18]

##### 2.1.3.3.2. OBS (Open Broadcaster Software)

Es un software de código abierto que permite la captura y transmisión de video además incluye herramientas que permiten una composición grabación y edición de escena, la utilización de recursos depende de la calidad de video seleccionada, codificador elegido, resolución y FPS. OBS es capaz de transmitir mediante el protocolo RTMP, emplear el

códec H 264 para video y utilizar MP3 o AAC para codificación de audio. Se puede mencionar entre sus requerimientos básicos: GPU compatible con DirectX 10.1 y sistema operativo Windows 8 / 8.1 / 10.

Se ha seleccionado OBS para la implementación del proyecto debido a que es de código abierto, es un software muy utilizado actualmente para varios tipos de retransmisión de contenido y proporciona útiles herramientas para aplicaciones de este tipo.

#### *2.1.3.3.3. Emby Server*

Es un servidor de contenidos que permite organizar, reproducir y transmitir video y audio, realizar la transmisión de contenido multimedia mediante esta plataforma no tiene costo, pero tiene funciones adicionales de pago. Los requisitos de hardware para el servidor emby dependen de factores como el formato de archivo, el tipo de dispositivo empleado por el cliente y ancho de banda disponible entre el servidor y cliente.

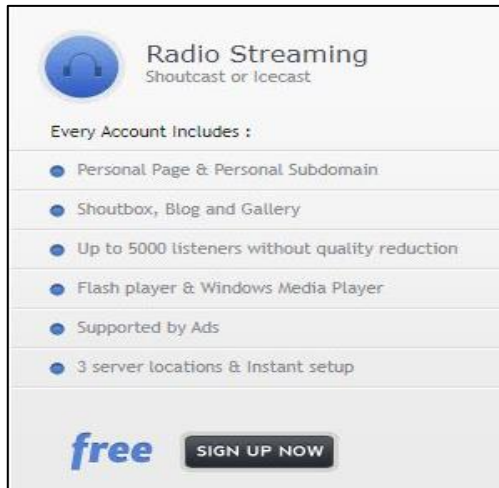
Entre los requisitos de hardware se encuentran: procesador Intel Core Duo 1.6GHz o superior, RAM de al menos 1GB, sistema operativo desde Windows 7/ Vista o superior y en cuanto a requisitos de red mínimos están: conexión desde ADSL o tecnologías actuales, señal wifi no congestionada o preferencialmente red Gigabit cableada, ancho de banda de mínimo 10 Mbps.[19]

### **2.1.4. REGISTRO Y CONFIGURACIÓN DE LAS PLATAFORMAS WEB**

#### **2.1.4.1 Radio online (listen2myradio)**

Primero se ingresa al sitio web [www.listen2myradio.com](http://www.listen2myradio.com), y se elige el tipo de cuenta a registrar ya sea gratis o premium en cada una de las opciones especifica las prestaciones que brinda dependiendo el tipo seleccionado, en el presente caso se ha seleccionado la cuenta gratuita, las características que incluye este tipo de cuenta se pueden ver en la Figura 2.4.

La cuenta gratis proporciona una página o subdominio personal, panel de herramientas, blog y galería, la conexión de hasta 5000 oyentes sin reducir la calidad de reproducción, un reproductor, este tipo de cuenta se sustenta con anuncios, ofrece locaciones de servidor en 3 lugares mundialmente y la configuración de la cuenta es sencilla e instantánea.

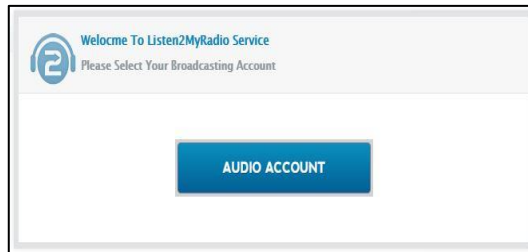


**Figura 2.4** Funcionalidades incluidas en cuenta gratis

1. Inicialmente se llenan los datos solicitados en el registro, se acepta la validación captcha y se selecciona en crear cuenta (Figura 2.5).

**Figura 2.5** Ventana de registro Listen2myradio

2. Posteriormente se visualiza un botón del tipo de servicio requerido como en la figura 2.6, la selección era importante anteriormente cuando esta plataforma ofrecía la tecnología tanto de transmisión de video como de audio actualmente con la discontinuación del soporte a flash se tiene solo el tipo de cuenta de audio.



**Figura 2.6** Selección de tipo de cuenta

3. Después en el primer paso de la creación hay que llenar datos básicos e información de descripción como título del canal, un texto corto de descripción y nombre para el dominio de radio que proporciona la plataforma como se observa en la figura 2.7.

Welocme To Listen2MyRadio Service  
Always Dreamt of Broadcasting?  
You are two steps from making your dream happen. Step 1 Of 2

▼ Step 1 – First Installation

Channel Title: publikathe ✓  
1 words \* Required minimum 5 words

[How To Write Good Quality Text? - >>>Click Here!<<<](#)

Text1 (located on left of listening page): This is the experimental prototipe implementation ✓  
6 words \* Recommended minimum 30 words

Text2 (located on right of listening page): This is the experimental prototipe implementation ✓  
0 words \* Recommended minimum 30 words

Channel URL: http:// eradio .listen2myradio.com

**Figura 2.7** Paso 1 creación

4. En el segundo paso que está en la figura 2.8. se seleccionan y especifican parámetros como el tipo de servidor, parámetro en el cual se seleccionó shoutcast, ubicación y una contraseña de la transmisión.

**Welcome To Listen2MyRadio Service**  
Always Dreamt of Broadcasting?  
You are two steps from making your dream happen. Step 2 OF 2

▼ Step 2 – Radio Channel Server Details

Server Type:

Server Location:

Broadcaster Password:

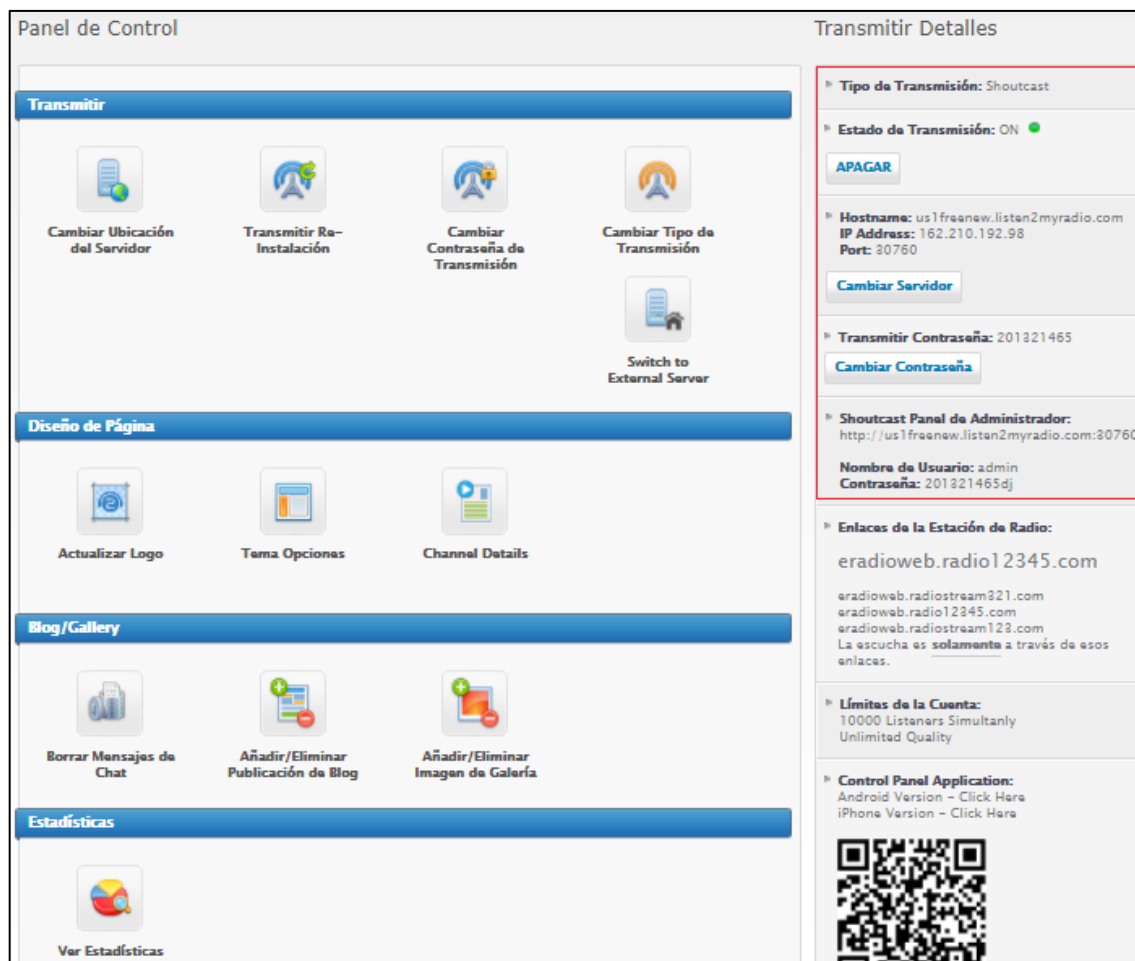
**WHAT ARE THE DIFFERENCES BETWEEN SERVER TYPES?**  
Shoutcast v1 is more simple and recommended for new users. Shoutcast v2 is the newest Shoutcast version; not all the broadcasting tools support it, and we recommend to choose it only for advanced users. Icecast Recommended for users with broadcasting tools that support the only Icecast..

**HOW TO CHOOSE SERVER LOCATION?**  
Server Location depends on your radio listener's location, choose the country that is closest to your listeners..

**HOW TO CHOOSE STREAMING PASSWORD?**  
Streaming password is the password you or your DJ will fill in the streaming program to broadcast. We recommended choosing a complex password to avoid from broadcast hacks.

**Figura 2.8** Paso 2 creación

5. Una vez creada la cuenta en la plataforma para transmisión de radio online se visualiza el panel de control y hay que tomar en cuenta los detalles de transmisión marcados en la Figura 2.9 los cuales se utilizan más adelante.



**Figura 2.9** Panel de control cuenta audio streaming

En el panel de control se puede encontrar ciertas opciones de configuración para los parámetros de transmisión, desde ahí la configuración aplicada inicialmente se puede modificar, tal es que proporciona las opciones de:

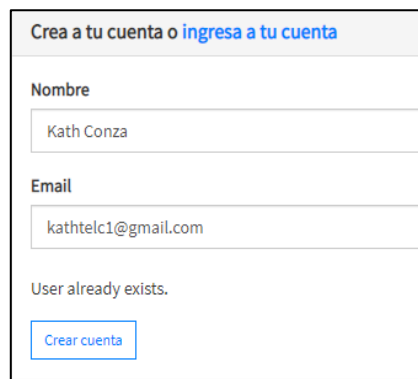
- Cambiar la ubicación del servidor.
- Reinstalación del stream.
- Cambiar la contraseña de transmisión.
- Cambiar el tipo de transmisión.
- Cambiar a un servidor externo.

En cuanto al resto de las opciones se tratan de configuraciones de la página que proporciona por defecto la plataforma para reproducir la transmisión generada, lo cual no es importante para el actual proyecto ya que no se utiliza la reproducción desde ese sitio directamente.

### 2.1.4.2. TV online registro iblups.com

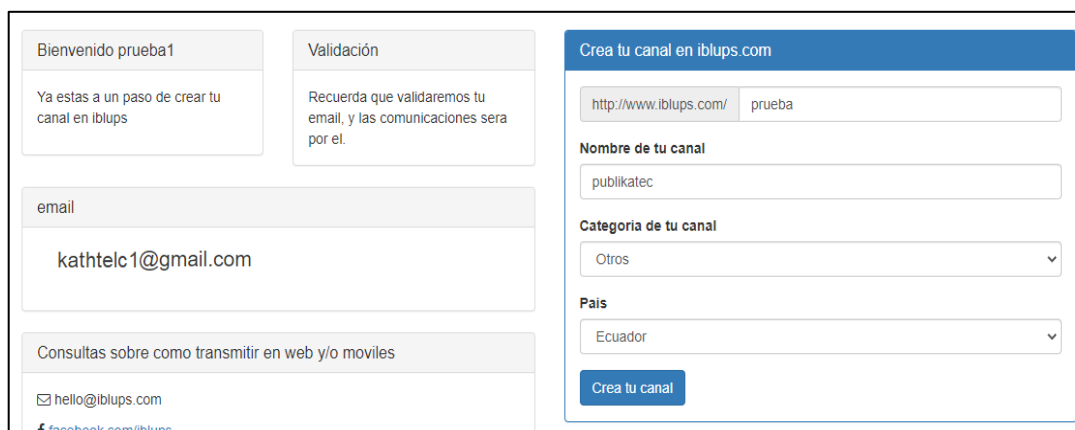
Inicialmente hay que ingresar al sitio <https://iblups.com/> y seleccionar el botón que se encuentra en la parte superior que indica transmitir ahora.

1. El registro se realiza especificando un nombre y dirección de correo como se puede observar en la figura 2.10.



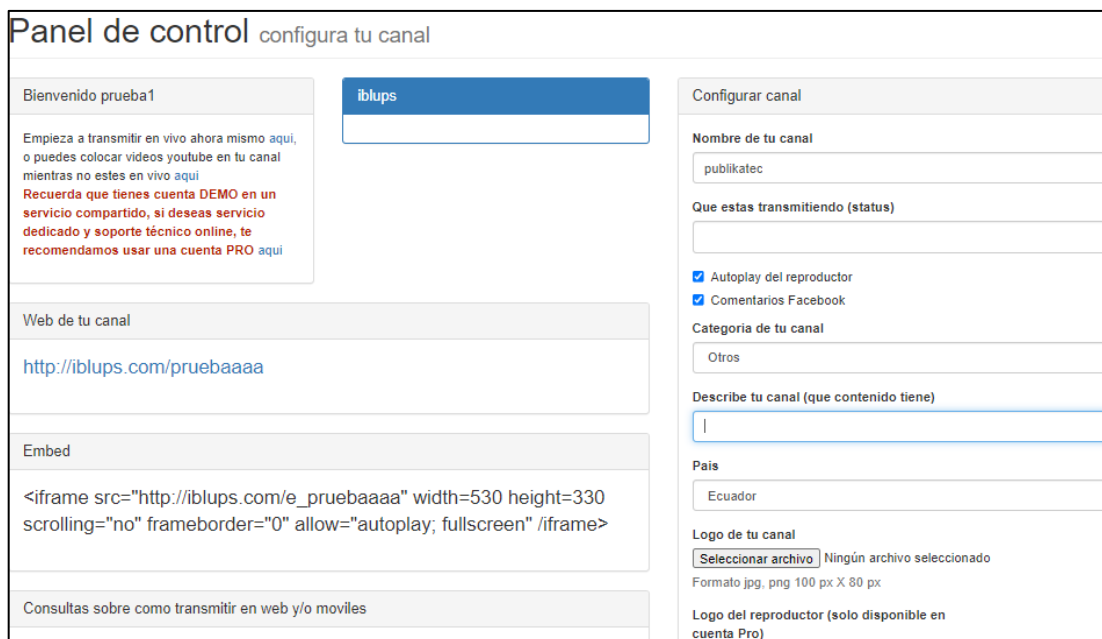
**Figura 2.10** Registro de cuenta

2. Se procede a llenar en los campos solicitados información del canal como nombre, categoría y país como se muestra en la figura 2.11.



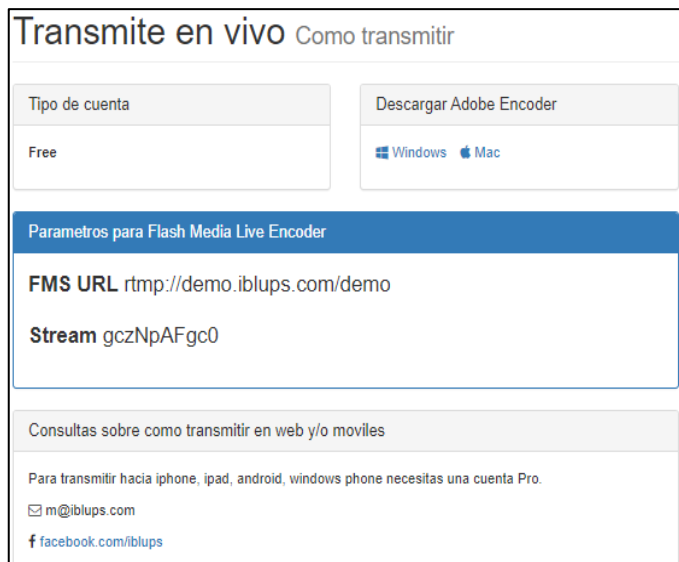
**Figura 2.11** Detalles del canal creado

3. Una vez creado el canal el sitio redirige al panel de control que se puede visualizar en la siguiente Figura 2.12. desde este panel se puede configurar más información descriptiva para el canal, los detalles importantes que se puede obtener de la ventana del panel principal son el dominio del canal y el script para poder insertar el canal en cualquier sitio web.



**Figura 2.12** Configuración de canal

- Al seleccionar desde el menú izquierdo la opción de transmitir en vivo se despliega información acerca de los parámetros para configurar el software reproductor como se observa en la figura 2.13. estos son el enlace y contraseña de transmisión.



**Figura 2.13** Información para la transmisión

## 2.1.5. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE

### 2.1.5.1. Instalación de winamp

- Descargar el reproductor desde su página oficial [www.winamp.com](http://www.winamp.com) para obtener una versión original y actualizada del software.
- Ejecutar el archivo `winamp58_3660_beta_full_en-us.exe`.



3. Presionar NEXT y en la siguiente ventana seleccionar el tipo de instalación.
4. Para la implementación de radio online se procede con la instalación del plugin de transmisión shoutcast el cual se obtiene desde la web de winamp.
5. Se procede a almacenar en el directorio del pc c:\Program Files\Winamp\Plugins\.
6. Posteriormente se ejecuta el archivo del plugin.

Se puede visualizar el proceso de instalación más detalladamente desde el Anexo B.

### 2.1.5.2. Configuración y carga de contenido en winamp

1. Para la configuración se selecciona desde el menú principal la opción de files y add media to library esto porque en el presente proyecto se añade la música a ser transmitida desde un directorio local, en el caso de winamp ofrece diferentes opciones para obtener el contenido una de ellas que también puede ser tomada en cuenta es la que se encuentra seleccionando online services donde se despliegan radios subdivididas por género las cuales brindan la opción de retransmisión de ese contenido.

Una descripción breve de la interfaz de este reproductor es que se encuentra proporcionalmente dividido: muestra en la sección de la izquierda las fuentes o librerías de multimedia, en el centro se encuentran detalles del contenido abierto y en la parte derecha muestra la cola de reproducción y portada de las canciones como se aprecia en la figura 2.14.

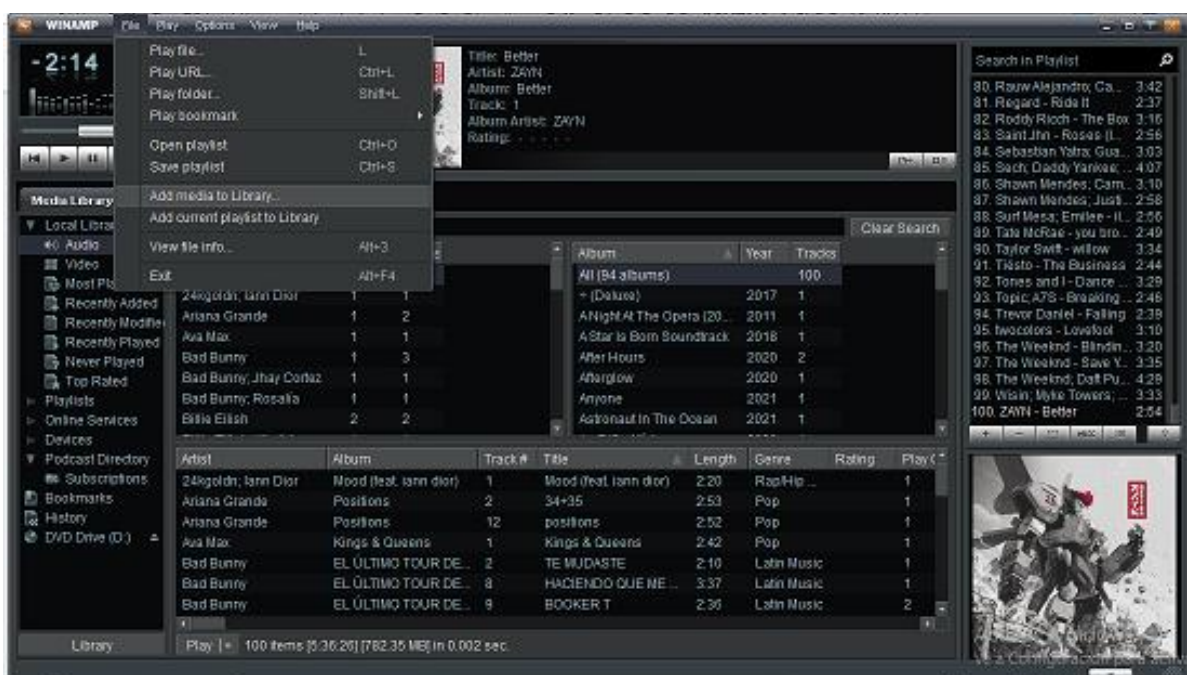
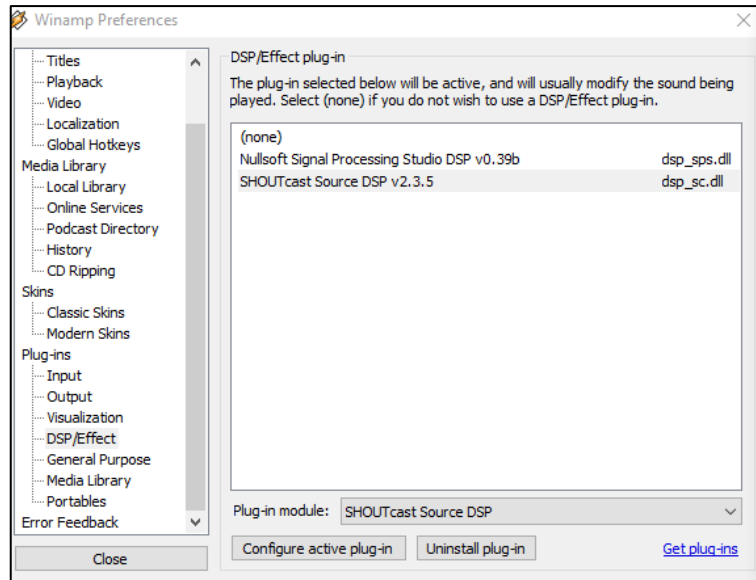


Figura 2.14 Carga de contenido hacia reproductor

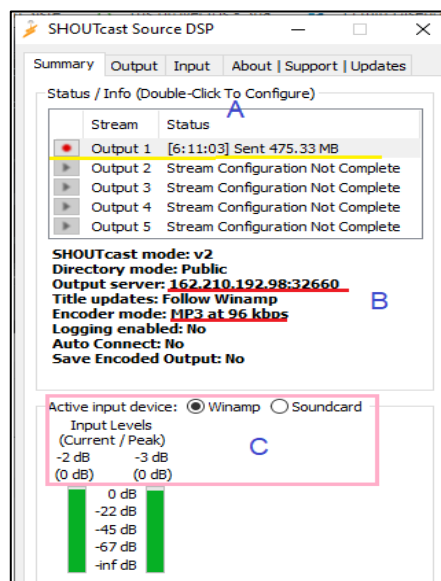
La configuración de los parámetros de transmisión se realiza desde el plugin previamente instalado el cual se encuentra en opciones / preferencias donde se despliega la ventana mostrada en la figura 2.15.



**Figura 2.15** Preferencias WINAMP

3. Se ingresa en el plugin de shoutcast para winamp e inicialmente se puede ver un resumen de la transmisión en ejecución desde la pestaña “summary”.

En la sección A se encuentra el stream y su estado, el cual podría ser más de uno, en la parte B se muestra el servidor de salida es la dirección IP y puerto proporcionado por la plataforma también el modo de encoder seleccionado, en la parte C especifica la fuente de entrada y pico de corriente en dB como se visualiza en la figura 2.16.



**Figura 2.16** Resumen plugin shoutcast

3. En la pestaña salida, sección login es donde se configura la dirección del servidor y puerto, en password se especifica la clave de transmisión, datos que fueron proporcionados por la plataforma online creada en este caso en listen2myradio y finalmente se especifica el modo de shoutcast empleado que será el v2, cada una de estas ventanas se pueden visualizar en la figura 2.17.

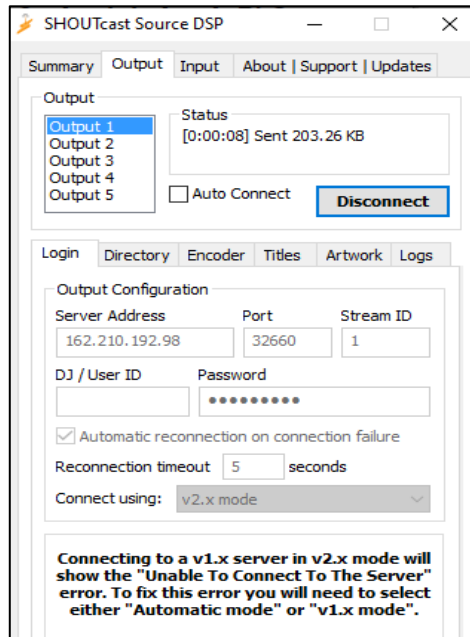


Figura 2.17 Ventana de configuración del plugin

4. En la sección de directory se debe especificar un nombre y la URL del servidor utilizado ósea shoutcast como se observa en la Figura 2.18.

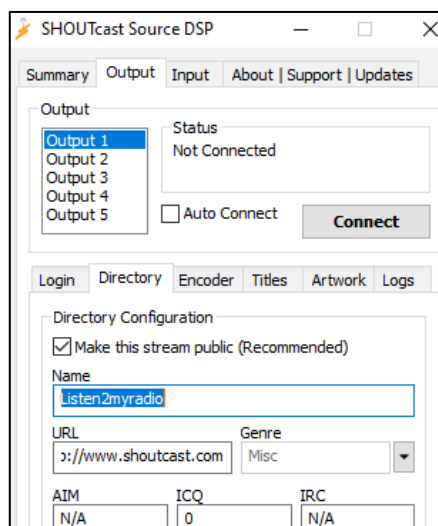
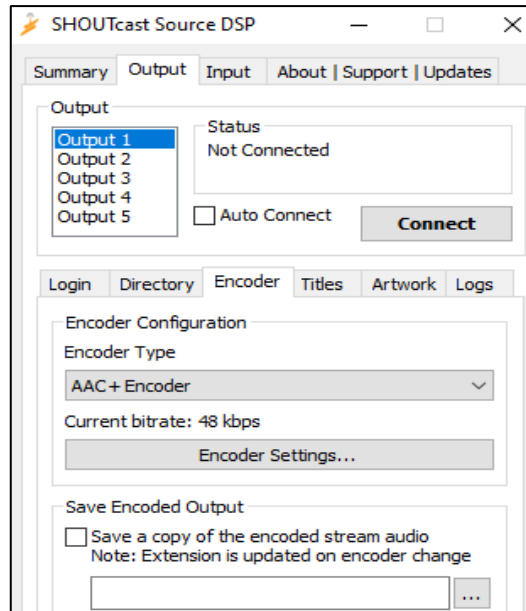


Figura 2.18 Configuración de directorio de servidor

5. En la sección de encoder se elige el códec a ejecutarse, las opciones en winamp son MP3 y AAC, para el presente caso se seleccionó AAC como se puede ver en la figura 2.19.



**Figura 2.19** Configuración de códec

6. La transmisión iniciará una vez se reproduzca el contenido en winamp y se seleccione “Connect” en la ventana del plugin.

### **2.1.5.3. Instalación OBS**

1. Se obtiene el software desde la web oficial <https://obsproject.com/>, en donde hay que seleccionar el sistema operativo que se tiene en el equipo servidor y después se descarga.

2. Presionar NEXT en las ventanas de instalación.

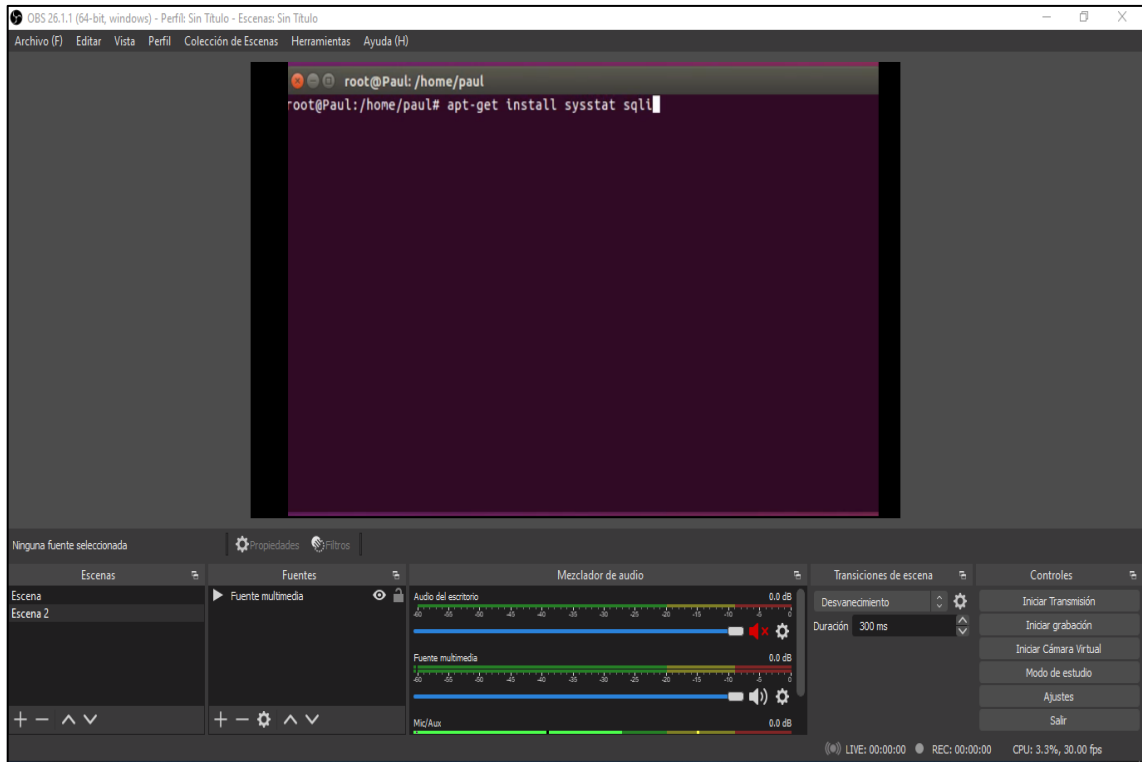
3. Seleccionar el directorio de destino y ejecutar la instalación.

4. Al iniciar el software OBS se puede utilizar el asistente de configuración en el cual se editan ajustes como resolución y FPS.

Se puede visualizar detalladamente el proceso descrito, en el Anexo B.

### **2.1.5.4. Configuración de software Obs**

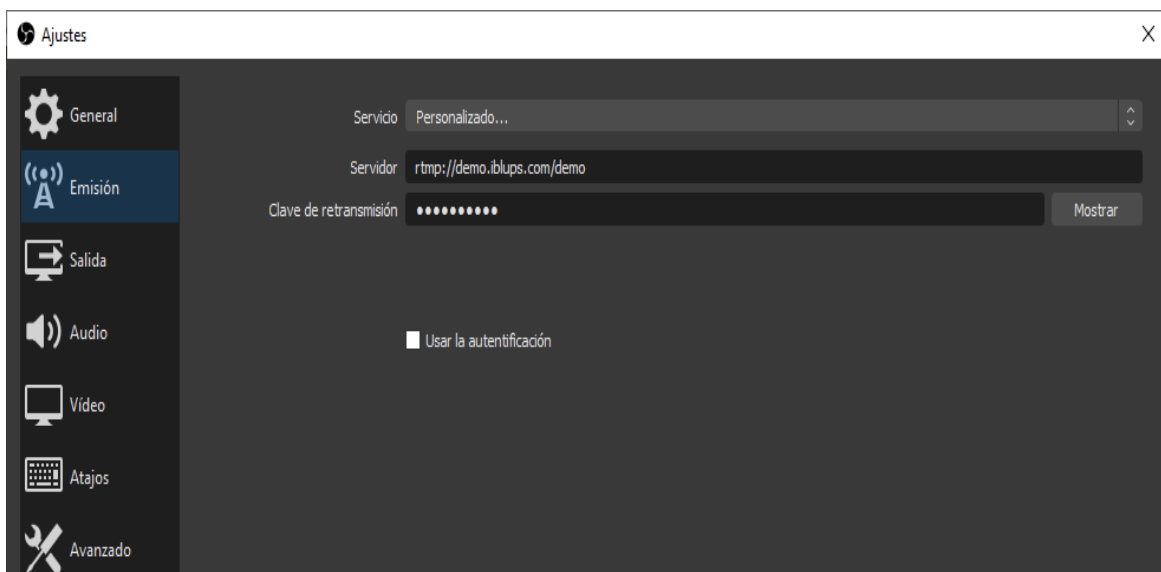
Una breve descripción de la interfaz del software OBS: En la sección inferior se visualiza la parte de escenas, fuentes, mezclador de audio, opciones de transiciones y botones de control, así se visualiza en la figura 2.20.



**Figura 2.20** Interfaz de OBS

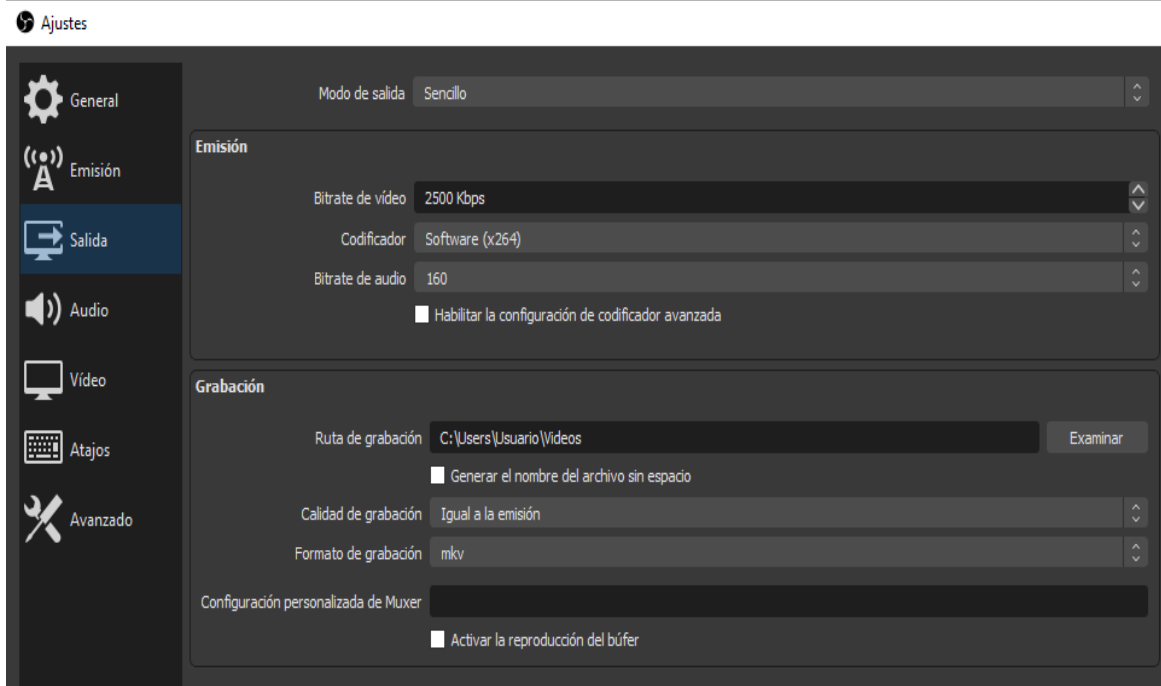
Para empezar con la transmisión de contenido de video se procede de la siguiente manera:

1. Ingresa a la configuración desde la opción del menú Archivo / Configuración.
2. Seleccionar la ventana de configuración de emisión y desde ahí ingresar el servidor y clave de transmisión que se obtiene en el panel de control del canal creado en Iblups, como se muestra en la figura 2.21.



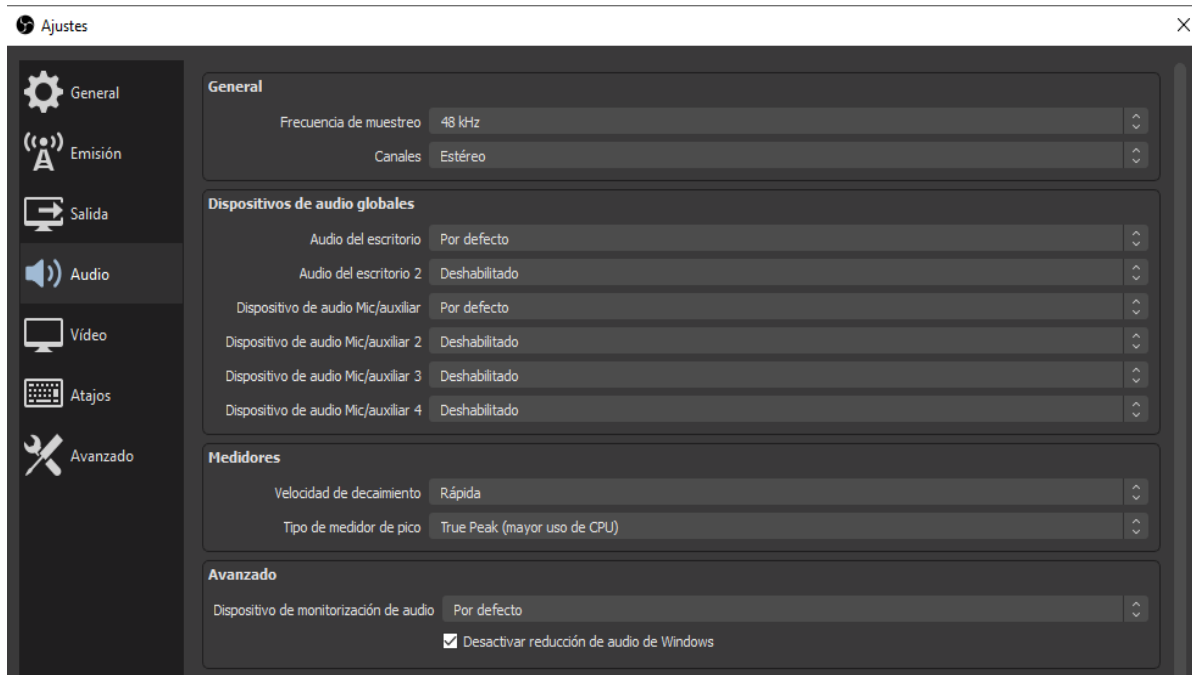
**Figura 2.21** Ventana de configuración de emisión.

3. En la ventana de configuración de salida se modifican parámetros como la tasa de bits del video, codificador y tasa de bits de audio. El bitrate de video seleccionado determinará la calidad del contenido en la transmisión y depende de la velocidad de carga que tenga el internet del servidor, en este caso se selecciona 2500 kbps que define una resolución de 480p y el bitrate elegido para el audio es 160, la sección de grabación no se utiliza, tal como se observa en la figura 2.22.



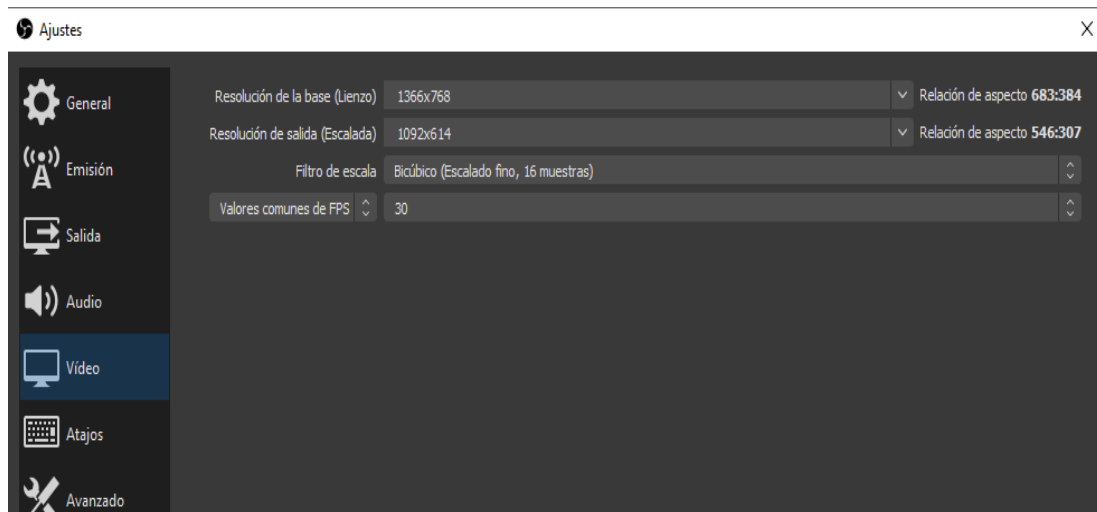
**Figura 2.22** Ventana de configuración de salida

4. En la ventana de configuración de audio se especifican parámetros como la frecuencia de muestreo y canal empleado en el sonido del video, la frecuencia es 48 kHz tomando en cuenta los recursos proporcionados por el pc servidor como en la figura 2.23.



**Figura 2.23** Ventana de configuración de audio

5. En la ventana de ajustes de video se configura la resolución del cliente, resolución de escena en el servidor y número de fotogramas por segundo como se encuentra en la figura 2.24. La resolución del lienzo depende de la resolución de la pantalla del servidor en este caso es de 1366x768, el valor de cuadros por segundo se seleccionó 30 ya que es un valor básico para que no sea percibida la transición y a su vez consume pocos recursos en la transmisión.



**Figura 2.24** Ventana de configuración de video

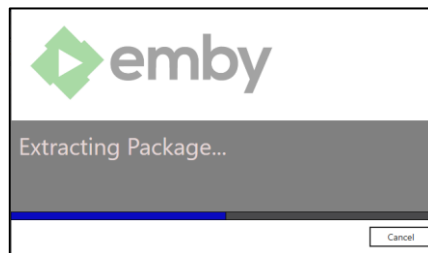
6. Se carga el contenido desde la sección de fuentes en este caso desde el directorio local, entonces el contenido se abre en el panel central.

7. Finalmente la transmisión se ejecuta al reproducir el contenido en OBS y accionar la opción de iniciar transmisión desde los botones de control.

#### 2.1.5.5. Instalación emby

Se obtiene el software desde el sitio web de <https://emby.media.com> al seleccionar en la opción download se despliega las opciones de sistemas operativos en la cual se elige el sistema operativo que tiene el servidor en este caso Windows.

Se realiza la descarga y una vez finalizada se ejecuta el archivo setup.exe., entonces se despliega la ventana de la figura 2.25.



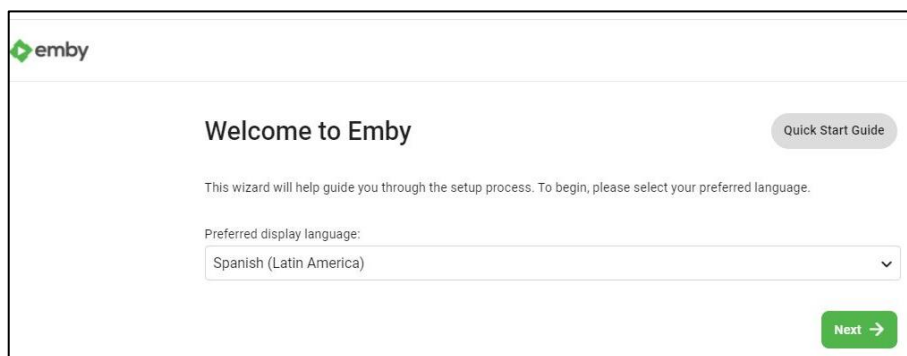
**Figura 2.25** Instalación Emby

La descarga, extracción de ficheros e instalación se genera de manera sencilla en un solo proceso e inmediatamente redirecciona al navegador en donde muestra la ventana de configuración.

Se puede ver la instalación más detallada desde el Anexo B.

#### 2.1.5.6. Configuración de emby server

1. Para iniciar se debe configurar el idioma como se indica en la figura 2.26.



**Figura 2.26** Selección de idioma

2. Después se tiene que crear el primer usuario que se utiliza en el software con la contraseña (figura 2.27), el usuario que tendrá permisos y accesos de administrador.



**Create Your First User**

Emby includes built-in support for user profiles, enabling each user to have their own display settings, playstate and parental controls.

Username:

Usuario

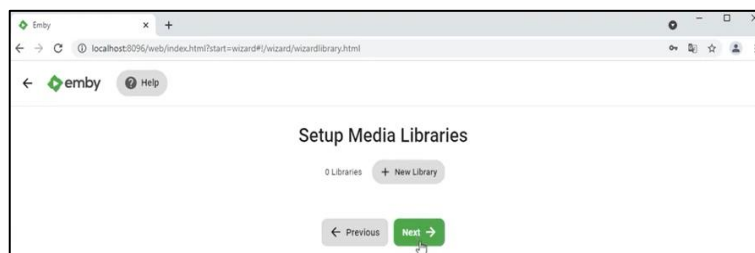
This is how the user will appear on your server.  
More users can be added later within Emby Server settings.

New password:

New password confirm:

**Figura 2.27** Creación de usuario en Emby

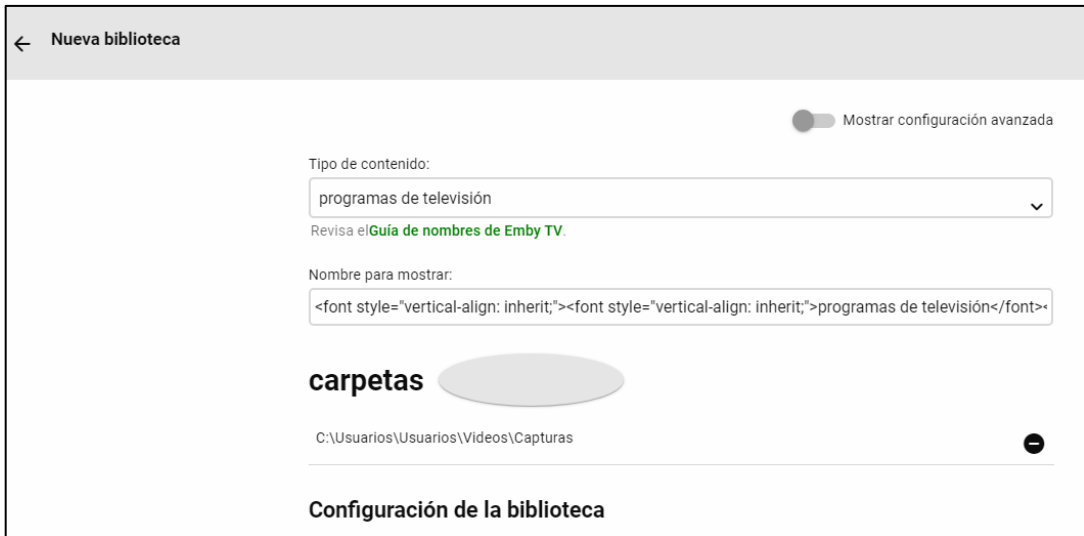
6. Se crea la galería multimedia y se configura el idioma de información de descripción del contenido como se observa en la figura 2.28.



**Figura 2.28** Configuración de librería multimedia

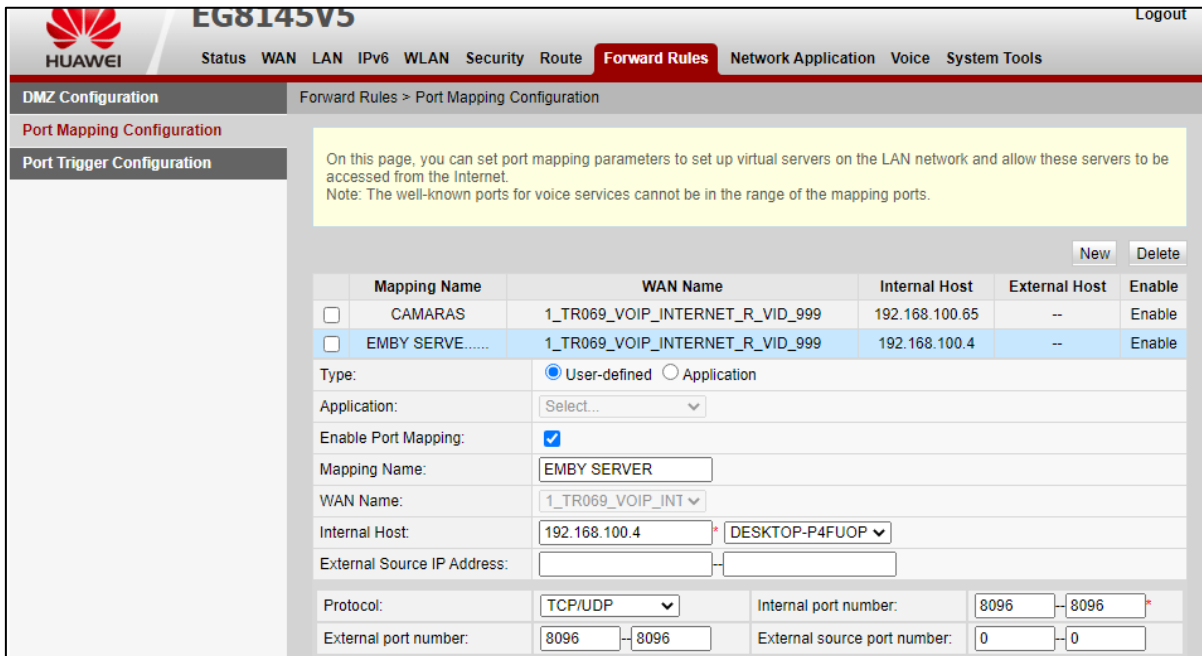
7. Finalmente, después de cargar el contenido en la librería multimedia se podrá realizar las solicitudes de reproducción de contenido por parte del cliente.
8. Para cargar el contenido en Emby se selecciona desde nueva biblioteca, elegir el tipo de contenido y el directorio origen.

La ventana para añadir el contenido se puede observar en la figura 2.29.



**Figura 2.29** Carga de contenido a emby

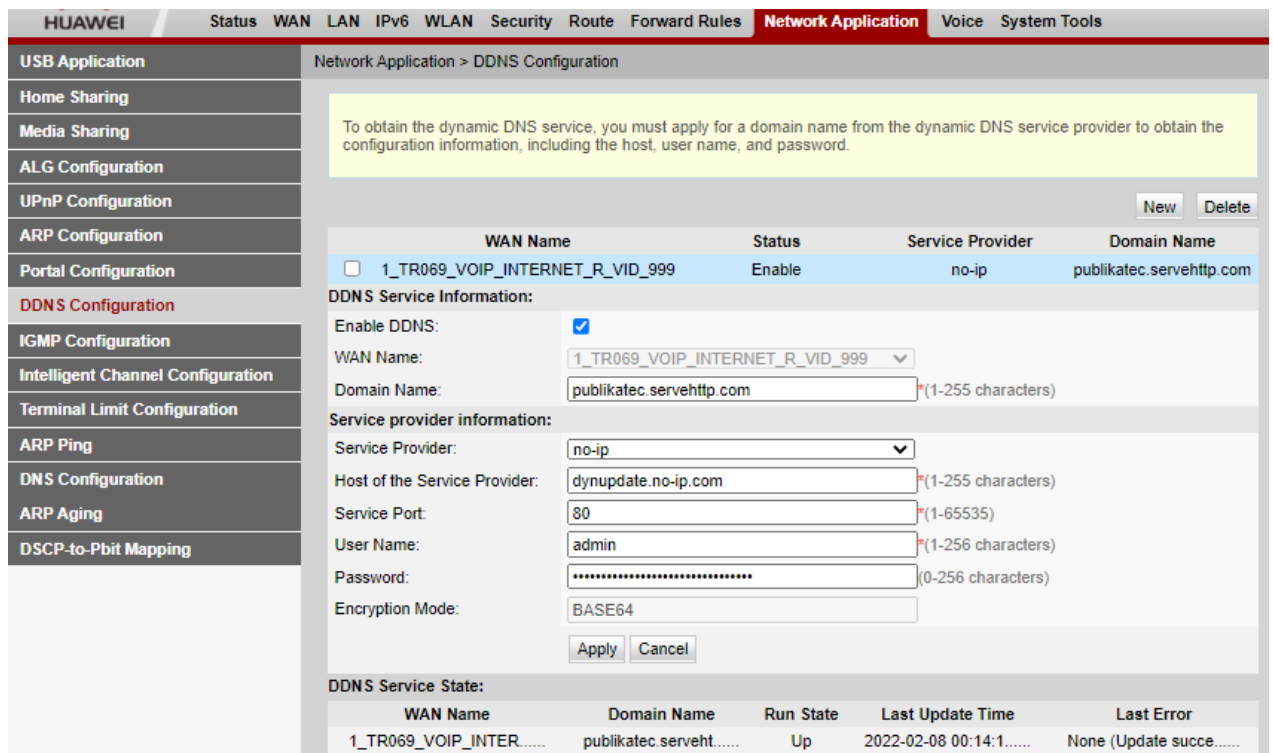
El puerto que utiliza este servicio es el 8096, se realiza un port forwarding en el router de internet del servidor y ya se puede acceder hacia el contenido almacenado en emby desde cualquier lugar mediante la IP pública, en el proyecto actual se creó un ddns desde la interfaz del router lo que facilita el direccionamiento para acceder a la ip incluso si se cambia, el nombre proporcionado realizará la redirección hacia la ip nueva asignada como esta se puede apreciar en la figura 2.30.



**Figura 2.30** Configuración de port forwarding para emby server

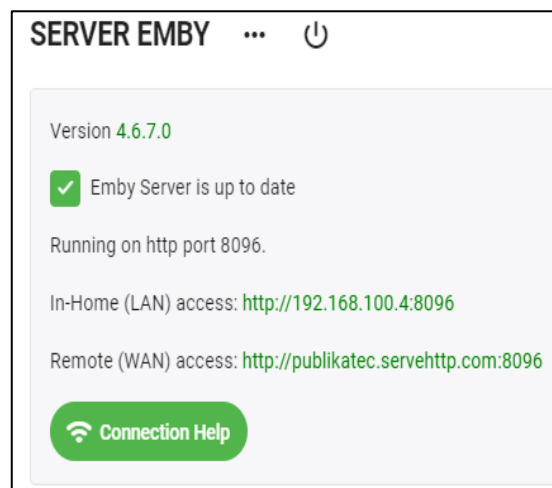
Se configura un ddns con el proveedor no-ip.com debido a que los ISP regularmente asignan una ip dinámica al cliente al configurar un dominio este redireccionará a la dirección de ip asignada al router principal, luego del registro en el servicio ddns se

configura en el equipo desde la pestaña aplicación de red y se ingresa los datos proporcionados por la plataforma como se muestra en la figura 2.31.



**Figura 2.31** Configuración dominio ddns

La dirección de acceso tanto local como remota se puede visualizar desde el panel de control como se muestra en la figura 2.32.



**Figura 2.32** Información de transmisión Emby Server

Emby no solo organiza el contenido, sino que descarga y añade una descripción y portada tal información la obtiene desde internet.

## 2.2. INTEGRACIÓN DE MEDIOS EN SITIO WEB

Hosting: Es el servicio de almacenamiento que se debe establecer para que un sitio web se encuentre publicado en internet.

Dominio: Es el nombre del sitio, la identificación que tendrá para poder tener acceso al mismo, existen varios proveedores de dominio en el caso actual se levantó tanto el dominio como el hosting con HOSTGATOR, que es una opción estable entre las opciones disponibles.

Personal	
Sitios web permitidos	1
Almacenamiento	5 GB SSD
Cantidad de archivos (inodos)	250 mil
Cantidad de procesos simultáneos	25
Número de conexiones a MySQL	25

Figura 2.33 Características del hosting

Para la creación del sitio se ha utilizado Wordpress que es un gestor de contenidos muy popular globalmente, desarrollado con PHP permite el diseño del sitio web y la ejecución tanto de mysql y apache, tiene una interfaz gráfica intuitiva además que ofrece estructuras predefinidas que permite realizar una página web de forma rápida y eficiente.

## 2.3. REGULARIZACIÓN DE TRANSMISIÓN DE CONTENIDO

La transmisión de multimedia sobre internet es la nueva forma de consumo de contenido que tienen los usuarios en la cual la legalidad es un tema complicado en definir, la legislación de cada país se encuentra trabajando en crear un mayor control del contenido digital debido a la aceleración con la que se desarrollan nuevas tecnologías, el estado ecuatoriano en su afán de garantizar el acceso indiscriminado a las TICs en el país se enfocado en la regulación principalmente a la regulación de prestaciones que brinda el proveedor del servicio de internet.

La regulación en tema de telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico en el país se encuentra a cargo de organismos públicos como la agencia de regulación de control de las telecomunicaciones (ARCOTEL) y el ministerio de telecomunicaciones y de la sociedad de la información (MINTEL). En Ecuador se encuentran establecidas regulaciones importantes como la ley orgánica de telecomunicaciones que se encarga del

control de las prestaciones del proveedor de internet y se menciona en este trabajo debido a que la conexión es el factor importante para el desarrollo de proyectos que impliquen tecnología streaming.

En la ley orgánica de telecomunicaciones vigente se encuentra en el CAPÍTULO II una lista de regularizaciones para los Prestadores de Servicios de Telecomunicaciones ,en el Art. 24 que describe las obligaciones de éstos, en el numeral 17 indica que el prestador debe *“No limitar, bloquear, interferir, discriminar, entorpecer, priorizar ni restringir el derecho de sus usuarios o abonados a utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación, desarrollo o servicio legal a través de Internet o en general de sus redes u otras tecnologías de la información y las comunicaciones, ni podrán limitar el derecho de un usuario o abonado a incorporar o utilizar cualquier clase de instrumentos, dispositivos o aparatos en la red, siempre que sean legales, salvo las excepciones establecidas en la normativa vigente. Se exceptúan aquellos casos en los que el cliente, abonado o usuario solicite de manera previa su decisión expresa de limitación o bloqueo de contenidos, o por disposición de autoridad competente.”* [20 p. 12]

Se describe algo similar en la sección que trata de los derechos del abonado en el CAPÍTULO I Art. 22 numeral 18 en donde cita que el usuario puede acceder a cualquier servicio o aplicación disponible en línea y el prestador no debe restringir el derecho de enviar recibir u ofrecer cualquier contenido o servicio legal en internet. [20 p.10 y 11]

Por otro lado la ley de comunicación menciona que la información u opinión que se emita a través de internet de modo personal se encuentra excluida del ámbito que dicha ley regula, lo cual permite la distribución libre de información mediante blogs, redes sociales y sitios web personales o corporativos, aunque cabe mencionar que los medios de internet son también medios de comunicación que tendrán los mismos derechos y obligaciones que la Ley Orgánica de Comunicación establece para los medios de comunicación tradicionales.

Una de las ventajas de la implementación del medio streaming tanto de audio como video en una web independiente es que no se rige bajo las políticas de uso o copyright que puede ser una limitante presente en plataformas ya conocidas las cuales brindan facilidades en la difusión de contenido streaming en la red como Facebook, YouTube, Twitch, etc.

Se podría determinar que la transmisión de contenido en internet se encuentra bastante libre pero se debe tomar en cuenta que el contenido multimedia transmitido bajo redes controladas como IPTV puede apegarse a derechos de autor, en cuanto a ese ámbito

cabe mencionar que ha existido en Ecuador ya dos bloqueos de IPs como parte de la lucha contra la piratería realizada por El Servicio Nacional de Derechos intelectuales (SENADI) que ha ordenado a proveedores de internet la ejecución de tal bloqueo, con lo cual se ven afectadas plataformas de IPTV comerciales como MEGA PLAY/LIKE TV ,MAGIS TV, TV PREMIUM HD Y TV PLUS HD.

Como se evidencio en el art. 22 y 24 de la LOT, si se puede bloquear la emisión o recepción de cierto tipo de contenidos si una autoridad competente así lo decide, por lo cual algunos ISP han aplicado la medida de bloqueo ordenada como se muestra en la Figura 2.34 y otros la aplican gradualmente, estas regularizaciones no aplicarían para el tipo de transmisión ejecutada en el proyecto ya que se emplea en redes no controladas.



**Figura 2.34** Mensaje de bloqueo de acceso a sitio

A nivel global la piratería en una radio online es difícil de manejar e incluso en la actualidad plataformas de streaming se toman como medios de comercialización y difusión de contenido nuevo discográfico, con lo que los artistas buscan otras formas de obtener beneficio económico de su material y utilizan el internet como vía de promoción.

### **DRM (Digital Rights Management)**

Es la gestión de derechos digitales, se refiere al conjunto de mecanismos algoritmos y procesos que se implementan en el contenido digital para proteger el derecho intelectual, se basan en la encriptación y autenticación del contenido. Un ejemplo de la aplicación de este tipo de herramientas es que en la metadata de música o video se puede encontrar información de suscripción en donde para que el cliente goce del contenido primero se validará que posea la licencia o suscripción vigente para la reproducción de este, otro ejemplo usado bastante anteriormente fue la implementación de marca de agua lo cual permitía la protección de libros, audiolibros, imágenes, etc.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. ARQUITECTURA CLIENTE SERVIDOR

La arquitectura cliente servidor es utilizado mayormente en aplicaciones web, representa el esquema donde las operaciones se distribuyen entre el solicitante que es el cliente y el servidor que ejecuta lo solicitado, lo cual permite la gestión centralizada de la información y la recepción de esta por los usuarios finales independientemente de la plataforma ejecutada en el proceso ,este diagrama está representado en la figura 3.1.



**Figura 3.1** Diagrama básico cliente servidor

#### 3.2. RADIO ONLINE

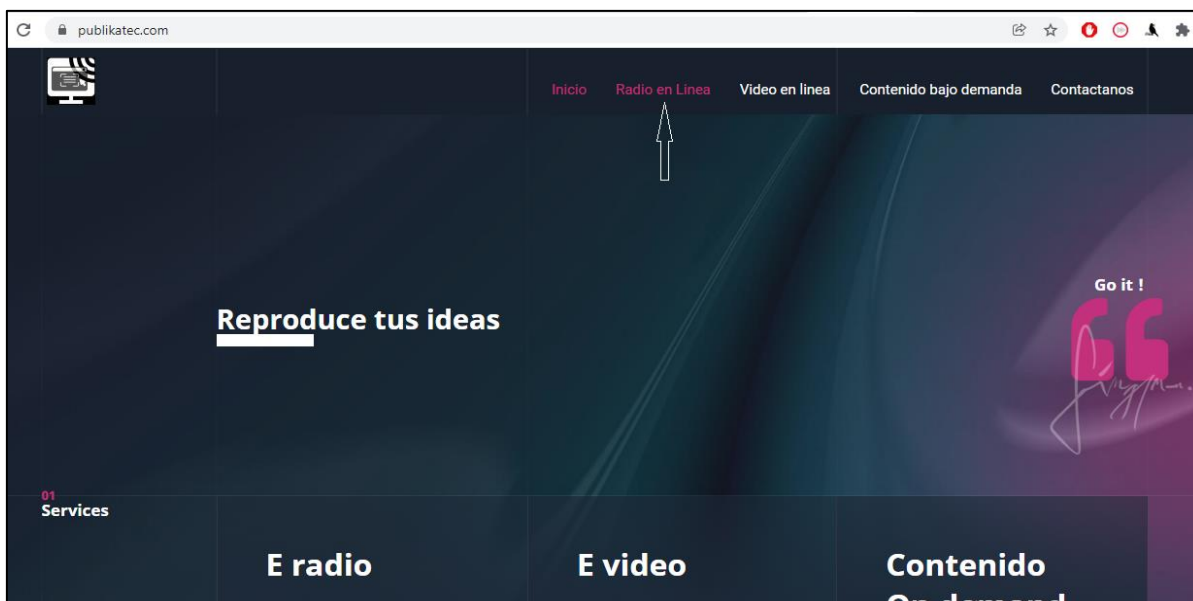
En el caso de la tecnología de radio online implementada en el proyecto se encuentra como componente el transmisor del contenido en este caso la PC, el servidor shoutcast que se encuentra alojado en la web y el cliente es el receptor del contenido (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1.** Características de componentes de radio online

Componente	Sistema Operativo	IP
TRANSMISOR	Windows 10 x64	157.100.91.26/ 192.168.100. 4
SERVIDOR	Linux x64	162.210.192.98
CLIENTE	Windows 10 x64/ Android	192.168.10.7

##### 3.1.2. PRUEBAS DE TRANSMISIÓN

Se realiza las pruebas de funcionamiento de la implementación de radio online bajo el siguiente escenario se tiene 10 radioescuchas conectados simultáneamente, los usuarios accederán al contenido mediante el sitio web en el cual se ha encriptado cada uno de los sistemas implementados <https://publikatec.com> (Figura 3.2) desde la pestaña de radio online se accede al servidor que se encuentra en la dirección IP Address: 162.210.192.98 Port: 27041 proporcionada por listen2myradio.



**Figura 3.2** Interfaz página web de inicio para acceso a radio online

La transmisión se realiza bajo el protocolo de transporte TCP, es tipo unicast por lo que envía un flujo por usuario, no se realizan pruebas de transmisión tipo broadcast debido a que esto colapsaría el tráfico de red tanto a nivel de LAN y WAN.

La transmisión se genera de la siguiente manera.

1. El cliente envía la solicitud HTTP GET al acceder al reproductor.
2. El servidor shoutcast acepta la petición del cliente.
3. El servidor obtiene la transmisión desde el plugin especializado shoutcast de winamp (puede contener cualquier tipo de audio dentro de winamp ya sea capturado mediante micrófono o contenido almacenado localmente).

Desde la ventana del administrador shoutcast que se muestra en la Figura 3.3 se puede ver un resumen de la transmisión en proceso en donde consta la siguiente información: el estado de la reproducción, el estado del stream en donde indica el formato del contenido MP3 junto a la tasa de bits, el tiempo promedio de reproducción, nombre y género de la radio que en este caso se configuró desde listen2myradio el contenido tipo mixto, el sitio web del servidor que es www.shoutcast.com, la pista actual y la siguiente canción ha reproducirse, el origen del stream que especifica la dirección IP pública del transmisor y finalmente el tiempo que se mantiene en reproducción.



Listing Status:	Stream is currently up and private (not listed)
Stream Status:	Stream is up (MP3 @ 96 kbps, 44.1 kHz) with 10 of 10000 listeners
Listener Peak:	12
Avg. Play Time:	7 minutes 10 seconds
Stream Name:	Listen2myradio
Stream Genre(s):	Misc
Stream Website:	<a href="http://www.shoutcast.com">www.shoutcast.com</a>
Playing Now:	Billie Eilish - Therefore I Am
Playing Next:	Billie Eilish - bad guy
Stream Source:	157.100.91.26 [ kick ]
Stream Uptime:	14 minutes 42 seconds

▶ 0:00 — 🔊 ⋮

**Figura 3.3** Resumen de funcionamiento del stream desde el servidor shoutcast

En la Figura 3.4 se visualiza el registro del comienzo de conexión en shoutcast v2, inicialmente se recibe la información de estado de algunos parámetros desde el equipo transmisor, se valida la contraseña ,se envía el estado del buffer de envío y la configuración de stream, se procede con la creación de un enlace YP hacia el servidor, en el registro de la cabecera HTTP especifica la versión utilizada, el servidor web empleado que es Nginx, la fecha, longitud de contenido y tiempo que se mantiene desconectado .

```

INFO [SRC 157.100.91.26:1779] SHOUTcast 2 source connection starting.
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779] state_SendCrypto
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779] state_SendBuffer
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779] state_ConfirmPasswordGet
DEBUG [YP] Creating new curl handle for: http://yp.shoutcast.com/yp2
DEBUG [YP] Request URL: http://yp.shoutcast.com/yp2
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779] state_ConfirmPassword
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Password accepted. Stream id is 1
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] state_SendBuffer
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] state_StreamConfigurationGet
DEBUG [YP] HTTP header: HTTP/1.1 200 OK
DEBUG [YP] HTTP header: server: nginx
DEBUG [YP] HTTP header: date: Sat, 22 Jan 2022 03:49:19 GMT
DEBUG [YP] HTTP header: content-type: text/xml; charset=UTF-8
DEBUG [YP] HTTP header: content-length: 394
DEBUG [YP] HTTP header: keep-alive: timeout=600
DEBUG [YP] HTTP body: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<yp version="2"><resp seq="1"><dnas><ver>2.5.5.733</ver><uri>http://download.nullsoft.com/shoutcast/tools/sc_serv2_linux_x64-latest.tar.gz</uri><log>https://yp.shoutcast.com/v/2_5

```

**Figura 3.4** Registro de la conexión shoutcast v2 iniciada

En el registro de la configuración del stream que se muestra en la Figura 3.5 están los parámetros como el formato del contenido, el promedio y valor máximo de bit rate, el tamaño del buffer establecido e información de la radio enviada mediante mensajes ICY.

```

DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Stream configuration complete. [
mimeType=audio/mpeg
avgBitrate=128000
maxBitrate=128000
desiredBufferSize=240
minimumBufferSize=0
icyName=Listen2myradio
icyGenre=Misc
icyURL=http://www.shoutcast.com
icyPub=1
]

```

**Figura 3.5** Registro de parámetros establecidos en la configuración del stream

Cada pista reproducida establece una conexión que inicia con el intercambio de metadata como se puede ver en la figura 3.6, el registro se está ejecutando mientras se reproduce la canción, se visualiza el establecimiento de la comunicación con el cliente en los registros HTTP en donde SRC indica la fuente de la transmisión y DST indica la fuente destino

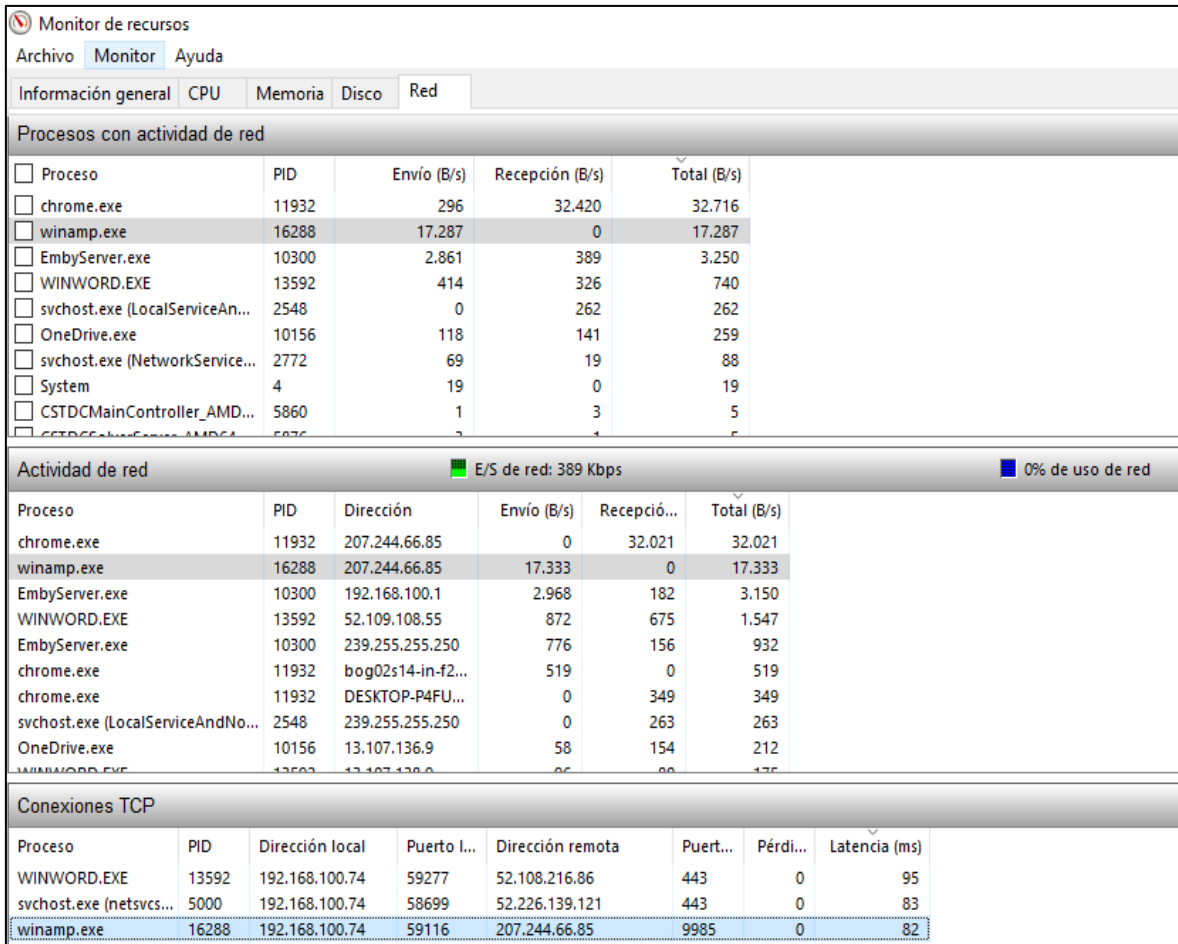
```

INFO [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Got complete metadata message type=0x3902 [432 bytes] id=315 span=1 content=
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<metadata><TIT2>GIRL LIKE ME</TIT2><TALB>TRANSLATION</TALB><TPE1>Black Eyed Peas; Shakira</TPE1><TYER>2020</TYER><TCO>Pop / Latin Music</TCO><TENC>SHOUTcast Source DSP v2.3.5.222</TENC>
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x4100
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata reset due to span change [6,0]
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x4100
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x4100
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x4100
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x4100
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x4100
INFO [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Got complete metadata message type=0x4100 [83026 bytes] id=316 span=6
INFO [DST 162.210.192.98:52880 sid=1] HTTP client connection accepted. User-Agent: 'Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows NT 5.0)'; UID: 7, GRID: 7
INFO [DST 162.210.192.98:54694 sid=1] HTTP client connection closed (16 seconds) [Bytes: 257045] Agent: 'Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows NT 5.0)'; UID: 7, GRID: 7
INFO [DST 200.7.247.50:40800 sid=1] HTTP client connection accepted. User-Agent: 'Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows NT 5.0)'; UID: 8, GRID: 8
INFO [DST 200.7.247.50:40800 sid=1] HTTP client connection closed (231 seconds) [Bytes: 2830002] Agent: 'Mozilla/5.0 (Linux; Android 9; Redmi 6A) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/97.0.4692.80 Mobile Safari/537.36'
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata received type=0x3902
DEBUG [SRC 157.100.91.26:1779 sid=1] Cacheable metadata reset due to span change [1,0]

```

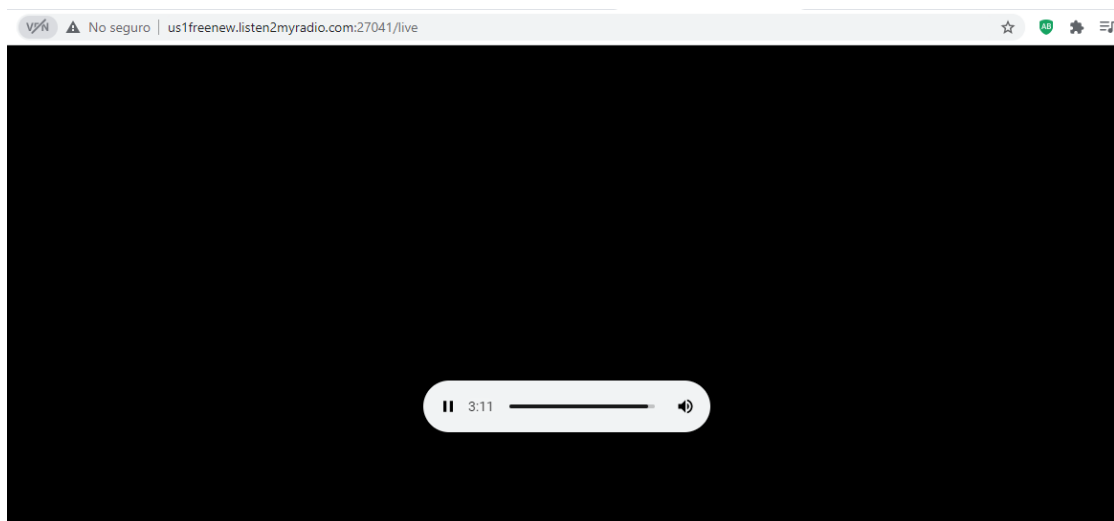
**Figura 3.6** Registro de conexión HTTP de clientes

Debido a que el servidor se encuentra alojado en la web no se mide el ancho de banda que este utiliza en la distribución hacia los 10 usuarios conectados simultáneamente, como en el cálculo realizado previamente, pero se puede verificar tanto la tasa de bits y recursos utilizados por el transmisor el cual enviaría un solo flujo de información y la distribución sería ejecutada por el servidor online, lo cual se puede ver en la Figura 3.7. La tasa de bits transmitida por el reproductor winamp es 17B/s o 0.136 kbps.

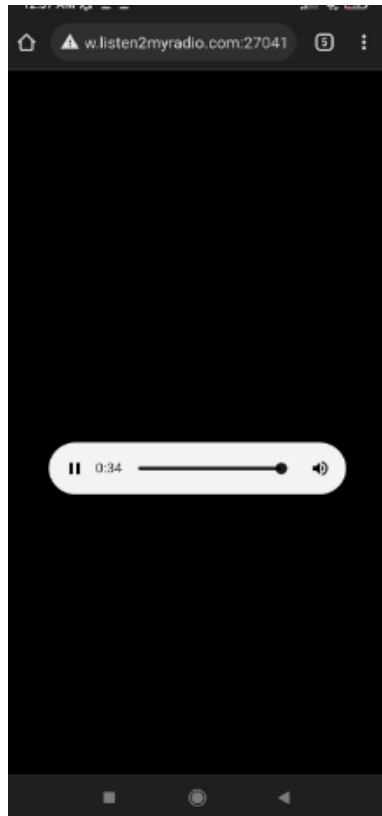


**Figura 3.7** Utilización de recursos PC Transmisor

La recepción de la radio online desde el cliente se puede observar en las siguientes figuras tanto la interfaz obtenida desde una PC (Figura 3.8) y la reproducción desde un celular (Figura 3.9).



**Figura 3.8** Interfaz de reproducción de radio por internet desde una computadora



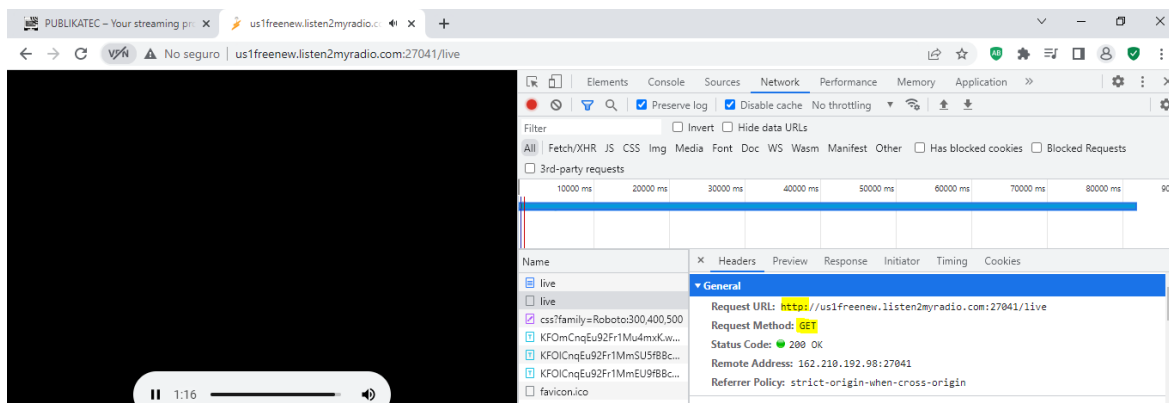
**Figura 3.9** Interfaz de reproducción de radio desde un celular

El protocolo empleado en la transmisión del audio streaming que como se había explicado en el primer capítulo es el protocolo TCP para transporte se puede verificar en la Figura 3.10, además se muestra, la dirección origen es y destino, la revisión del tráfico se generó con la herramienta wireshark.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	1466	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=512 Len=1412
2	0.000000	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	785	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=1413 Ack=1 Win=512 Len=731
3	0.027452	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	60	27041 → 52159 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=2165 Len=0
4	0.060710	192.168.100.4	172.217.30.202	TCP	55	52878 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=510 Len=1 [TCP segment of a reassembled PDU]
5	0.087399	172.217.30.202	192.168.100.4	TCP	66	443 → 52878 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=278 Len=0 SLE=1 SRE=2
6	0.099642	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	60	27041 → 52159 [ACK] Seq=1 Ack=2144 Win=2161 Len=0
7	0.099683	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	879	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=2144 Ack=1 Win=512 Len=825
8	0.111124	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	1466	27041 → 52324 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=251 Len=1412
9	0.112250	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	1149	27041 → 52324 [PSH, ACK] Seq=1413 Ack=1 Win=251 Len=1095
10	0.112300	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	54	52324 → 27041 [ACK] Seq=1 Ack=2508 Win=512 Len=0
11	0.181157	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	1466	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=2969 Ack=1 Win=512 Len=1412
12	0.181157	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	329	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=4381 Ack=1 Win=512 Len=275
13	0.207392	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	60	27041 → 52159 [ACK] Seq=1 Ack=2969 Win=2165 Len=0
14	0.207441	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	500	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=4656 Ack=1 Win=512 Len=446
15	0.271239	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	1466	27041 → 52324 [ACK] Seq=2508 Ack=1 Win=251 Len=1412
16	0.272698	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	314	27041 → 52324 [PSH, ACK] Seq=3920 Ack=1 Win=251 Len=260
17	0.272748	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	54	52324 → 27041 [ACK] Seq=1 Ack=4180 Win=512 Len=0
18	0.280541	162.210.192.98	192.168.100.4	TCP	60	27041 → 52159 [ACK] Seq=1 Ack=4656 Win=2161 Len=0
19	0.280581	192.168.100.4	162.210.192.98	TCP	808	52159 → 27041 [PSH, ACK] Seq=5102 Ack=1 Win=512 Len=844

**Figura 3.10** Transmisión radio online mediante TCP

Desde la figura 3.11 se puede visualizar el tráfico transmitido y tipo de mensajes para el inicio de la conexión de radio.



**Figura 3.11** Tráfico visualizado desde el navegador

### 3.3. TV ONLINE

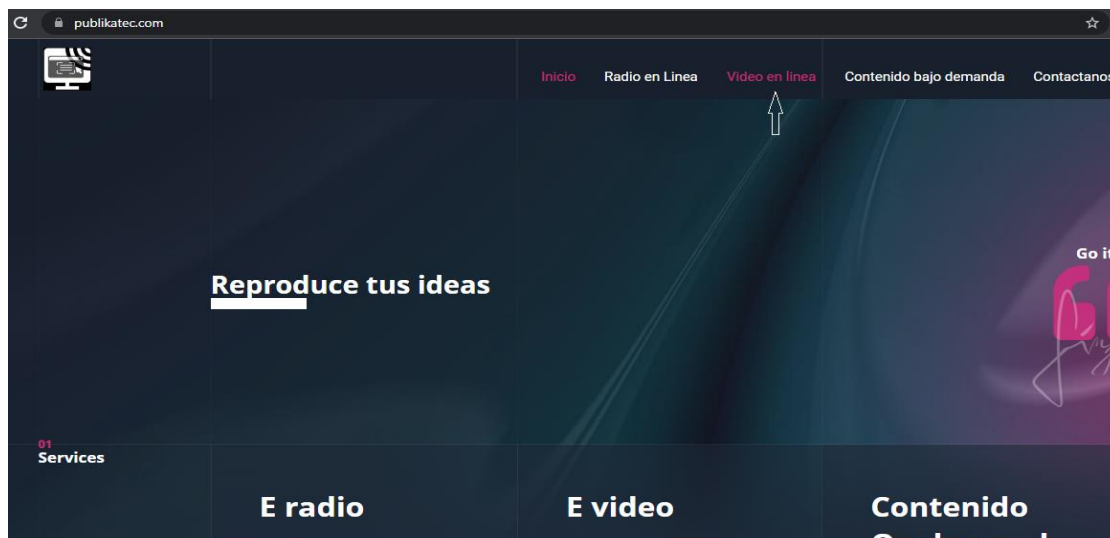
En el caso de la tecnología de TV online implementada se ha utilizado una plataforma disponible en internet la cual permite la transmisión de video continua, el sistema se compone del transmisor que será la PC en donde se encuentra OBS instalado, el servidor que se encuentra en línea que es iblups debido a la opción que ofrece sin costo y el cliente.

**Tabla 3.2** Descripción de componentes de video online

Componente	Sistema Operativo	IP
TRANSMISOR	Windows 10 x64	181.198.141.68/192.168.100.5
SERVIDOR		104.131.50.77
CLIENTE	Windows 10 x64/ Android	192.168.10.17

#### 3.3.1. PRUEBAS DE TRANSMISIÓN

Se realiza las pruebas de funcionamiento de la implementación de video online bajo el siguiente escenario se tiene 10 usuarios conectados simultáneamente, se accede mediante el sitio web en donde han sido insertados cada uno de los servicios <https://publikatec.com> se selecciona la pestaña de video online y se reproduce el video proveniente del servidor IP Address: 104.131.50.77 (<https://iblups.com/candytvec>). La pantalla de inicio y el menú se puede ver en la siguiente figura 3.12.



**Figura 3.12** Interfaz página web de inicio para acceso a video en línea

La transmisión se genera de la siguiente manera.

1. El cliente abre desde la ventana de video online en donde el contenido se mantiene reproduciéndose.
2. El servidor almacenado en la plataforma iblups proporciona el video al cliente mediante HLS.
3. Iblups obtiene el video desde OBS en donde se especificó la ruta RTMP y contraseña para transmisión del stream, esos datos son proporcionados por la Iblups una vez se crea la cuenta.

En el registro de eventos extraído de OBS se puede verificar el inicio de la transmisión streaming desde el transmisor hacia el servidor en línea desde la figura 3.13.

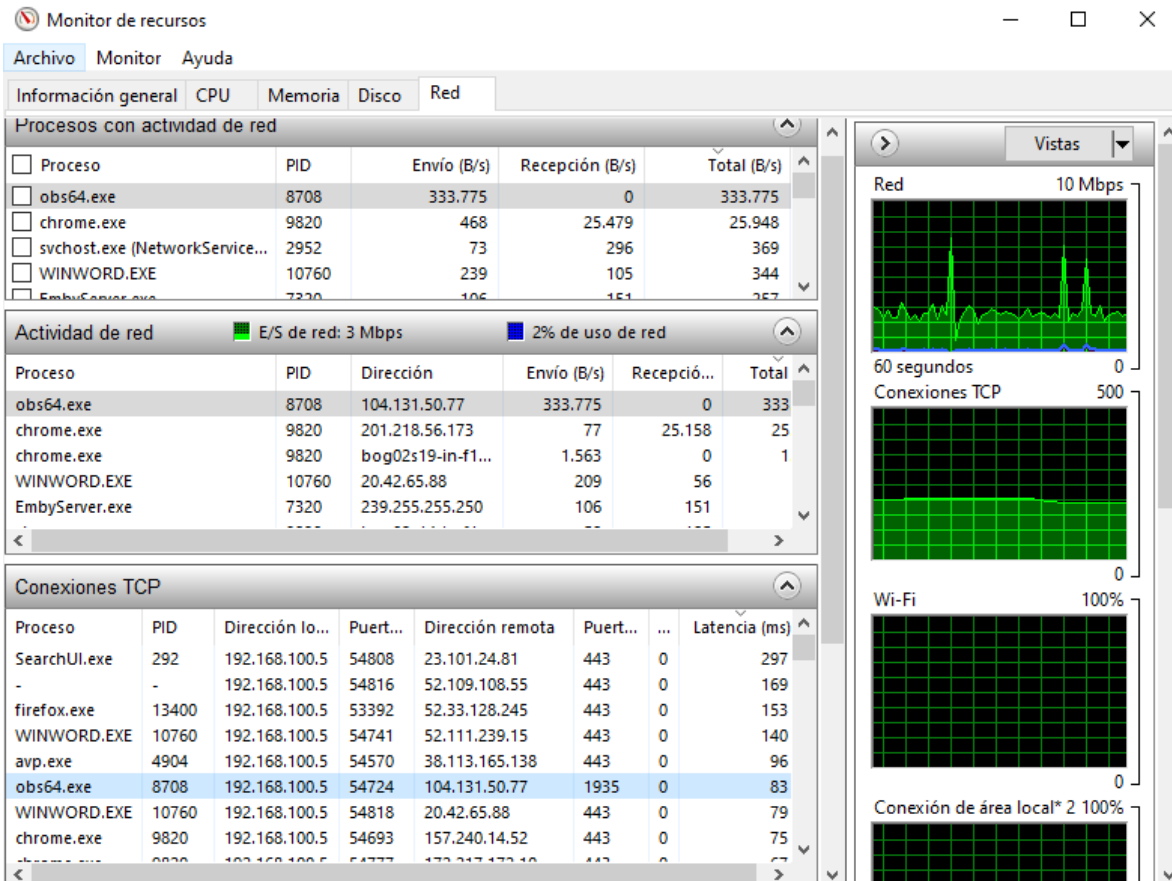
```

02:08:43.886: -----
02:08:44.878: [rtmp stream: 'simple_stream'] Connecting to RTMP URL rtmp://demo.iblups.com/demo...
02:08:45.006: [rtmp stream: 'simple_stream'] Interface: Realtek PCIe FE Family Controller (ethernet, 100
mbps)
02:08:45.810: [rtmp stream: 'simple_stream'] Connection to rtmp://demo.iblups.com/demo successful
02:08:45.844: ==== Streaming Start =====

```

**Figura 3.13.** Registro de transmisión establecida

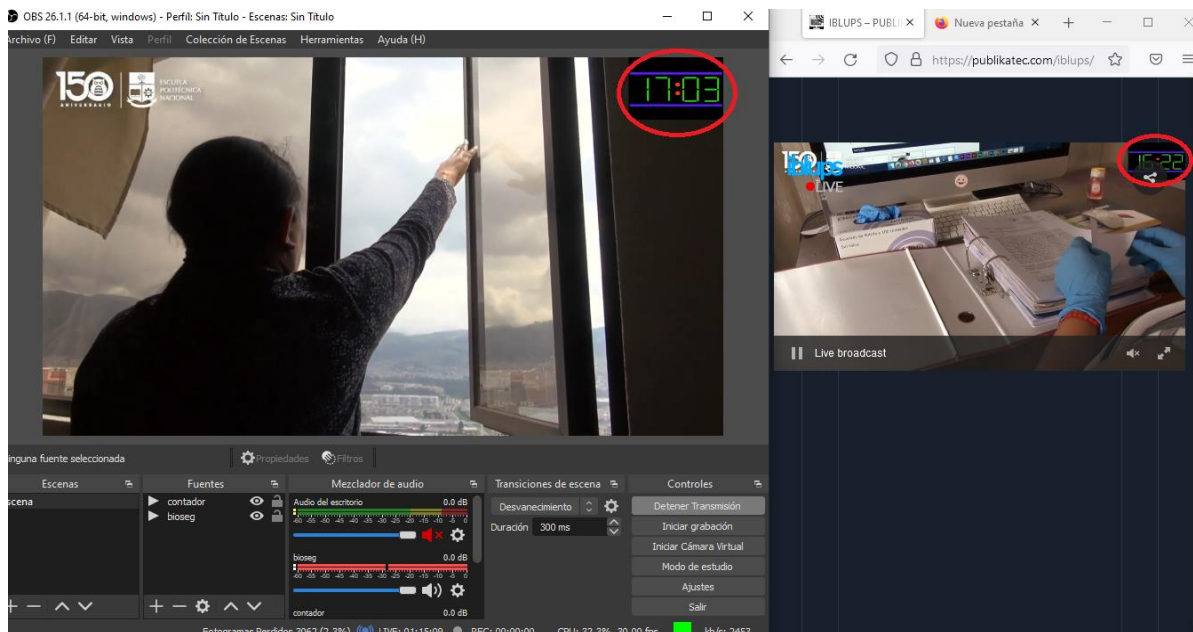
En la siguiente figura 3.14 se visualiza la utilización de recursos por el pc transmisor del contenido tomando en cuenta que el envío es de un flujo debido a que la distribución a los diferentes usuarios conectados simultáneamente la realiza el servidor en línea en el presente caso iblups. Se puede observar que la transmisión de video se generó un envío de 333 B/s o 2.66kbps.



**Figura 3.14** Utilización de recursos transmisor de contenido de video

En la siguiente figura se muestra la interfaz del transmisor del contenido y el receptor, se ha añadido un contador para que se tome en cuenta el retraso presentado que es 40s. El retraso de video puede ser ocasionado por algunos factores que son: el rendimiento de la red, ubicación CDN del servidor, el tiempo de codificación, encapsulación de contenido, duración de propagación, protocolo de transporte, parámetros del reproductor, además hay que tomar en cuenta que al realizarlo desde una plataforma gratuita tendrá un limitante de ancho de banda desde el servidor online.[25]





**Figura 3.15** Demostración de emisión recepción y retardo presentado

El tiempo de retraso obtenido en la transmisión no ha sido el óptimo para considerarla como transmisión en vivo, además existe niveles de tiempo a considerar según el tipo de latencia presentado en un streaming.

**Tabla 3.3.** Niveles de latencia en videos [25]

	Alta (segundos)	Baja (segundos)
Latencia reducida	18 o más	6
Latencia baja	6	2
Latencia ultra baja	2	0,2

Desde la figura 3.16 se puede observar el establecimiento del protocolo RTMP como protocolo de capa aplicación en la transmisión de video en línea, desde el transmisor hacia el servidor y se especifica la dirección ip de origen 192.168.100.5 y destino que es 104.131.50.77 además del protocolo TCP utilizado en la capa transporte.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=3751 Len=0
2	0.000058	192.168.100.5	104.131.50.77	RTMP	505	Unknown (0x0)
3	0.011891	192.168.100.5	104.236.98.134	TLSv1.2	719	Application Data
4	0.018202	192.168.100.5	104.131.50.77	TCP	4593	53855 → 1935 [PSH, ACK] Seq=30779 Ack=1 Win=510 Len=4539
5	0.018291	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=440 Win=3751 Len=0
6	0.018317	192.168.100.5	104.131.50.77	RTMP	4151	Unknown (0x0) Unknown (0x0)
7	0.030656	192.168.100.5	151.101.194.114	TLSv1.2	507	Application Data
8	0.033265	192.168.100.5	151.101.194.114	TLSv1.2	93	Application Data
9	0.043221	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=1225 Win=3751 Len=0
10	0.043348	192.168.100.5	104.131.50.77	RTMP	1414	Unknown (0x0)
11	0.061219	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=1642 Win=3751 Len=0
12	0.061301	192.168.100.5	104.131.50.77	RTMP	635	Unknown (0x0)
13	0.065233	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=4466 Win=3751 Len=0
14	0.065233	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=5746 Win=3751 Len=0
15	0.065233	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=9843 Win=3751 Len=0
16	0.065292	192.168.100.5	104.131.50.77	TCP	495	53855 → 1935 [PSH, ACK] Seq=41356 Ack=1 Win=510 Len=441
17	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=13940 Win=3751 Len=0
18	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=18037 Win=3751 Len=0
19	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=20861 Win=3751 Len=0
20	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=22134 Win=3751 Len=0
21	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=24958 Win=3751 Len=0
22	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=26231 Win=3751 Len=0
23	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=29055 Win=3751 Len=0
24	0.066183	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=30328 Win=3751 Len=0
25	0.085865	104.131.50.77	192.168.100.5	TCP	60	1935 → 53855 [ACK] Seq=1 Ack=30779 Win=3751 Len=0
26	0.085918	192.168.100.5	104.131.50.77	RTMP	781	Unknown (0x0)

Figura 3.16 Protocolo RTMP empleado en la video transmisión online

En la figura 3.17 se visualiza en cambio el protocolo HLS, los segmentos .ts y manifiestos .m3u8 enviados desde el servidor web hacia el cliente en la transmisión del video.

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
8MRjvLHLnf.m3u8	200	xhr	provider.hls.js?8	608 B	156 ms	
8MRjvLHLnf-4.ts	200	xhr	provider.hls.js?8	2.3 MB	1.40 s	
8MRjvLHLnf.m3u8	200	xhr	provider.hls.js?8	608 B	155 ms	
8MRjvLHLnf.m3u8	200	xhr	provider.hls.js?8	640 B	118 ms	
8MRjvLHLnf-5.ts	200	xhr	provider.hls.js?8	1.8 MB	1.14 s	
8MRjvLHLnf.m3u8	200	xhr	provider.hls.js?8	640 B	99 ms	
8MRjvLHLnf.m3u8	200	xhr	provider.hls.js?8	640 B	101 ms	
8MRjvLHLnf.m3u8	200	xhr	provider.hls.js?8	618 B	211 ms	
8MRjvLHLnf-6.ts	200	xhr	provider.hls.js?8	16.4 kB	500 ms	

Figura 3.17 Tráfico desde el navegador del cliente

### 3.4. VIDEO BAJO DEMANDA

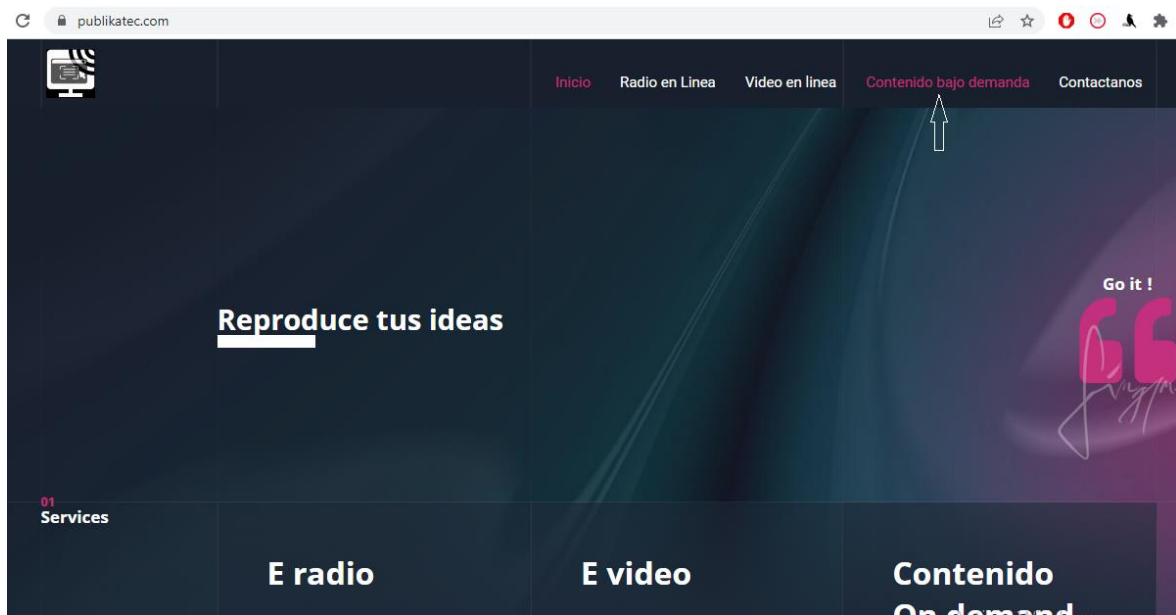
Para la implementación del servicio de video bajo demanda se establece el servidor que será la PC que trabaja con el software emby servidor y el cliente que será el consumidor del contenido, en el presente servicio no se utiliza una plataforma online por lo que los recursos en la reproducción de contenido serán consumidos del servidor y para acceder al contenido se lo hace a través de la IP pública proporcionada por el proveedor de internet.

**Tabla 3.4.** Descripción de componentes de video bajo demanda

Componente	Sistema Operativo	IP
SERVIDOR	Windows 10 x64	192.168.100.4/181.198.141.13
CLIENTE	Windows 10 x64/ Android	192.168.10.11

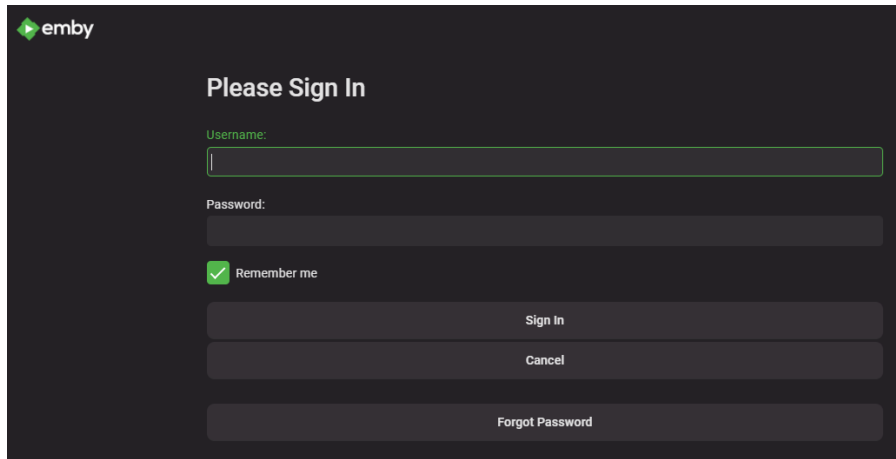
### 3.4.1. PRUEBAS DE TRANSMISIÓN

Se realiza las pruebas de funcionamiento de la implementación del video bajo demanda con el siguiente escenario se tiene 2 usuarios conectados simultáneamente se realiza la prueba con menos usuarios que los servicios anteriores debido a la optimización de recursos en este tipo de servicio, los usuarios accederán al contenido mediante el sitio web en el cual se ha encriptado todo <https://publikatec.com> (Figura 3.18) desde la pestaña de contenido bajo demanda se accede al servicio que se encuentra en la dirección 181.198.141.13 port 8096 en la dirección se configuró un ddns que es publikatec.servehttp.com.



**Figura 3.18** Página de inicio acceso a video bajo demanda

La transmisión se realiza bajo el protocolo de transporte TCP, es tipo unicast esto significa que envía un flujo por usuario. Para poder acceder a una cuenta de usuario registrada se especificará usuario y clave como se muestra en la figura 3.19., lo cual se configura desde el servidor y se especifica los privilegios que cada uno tendrá.

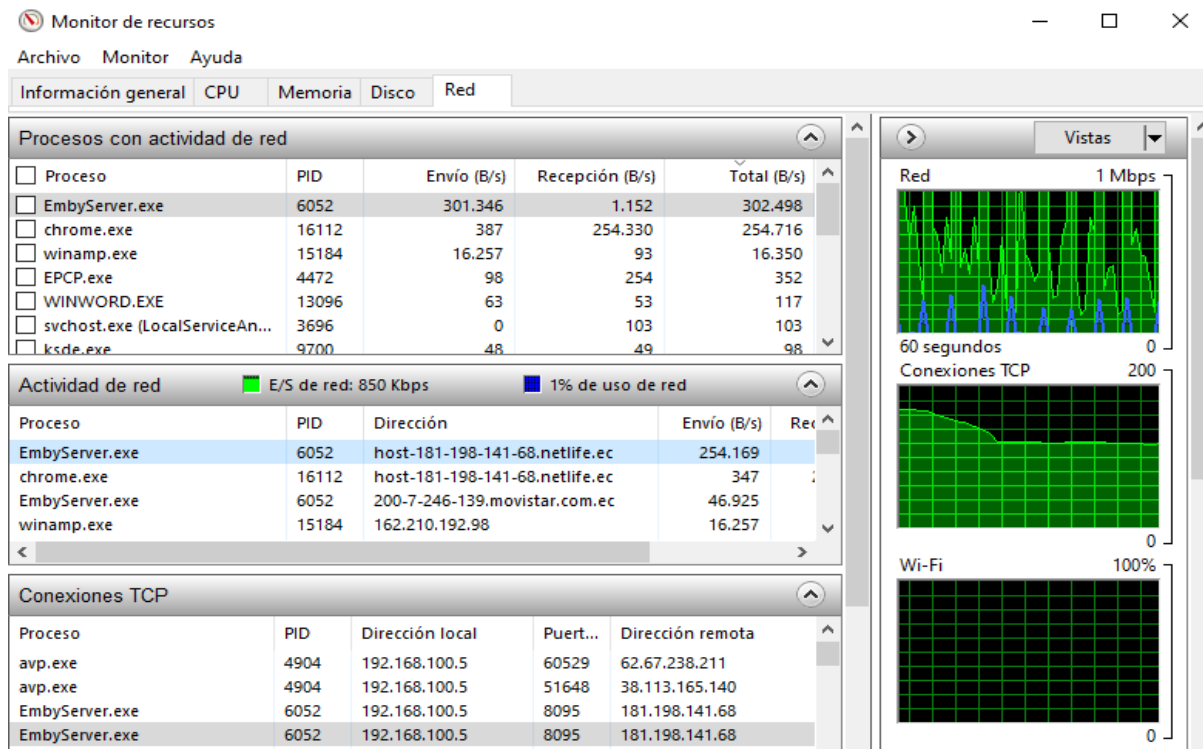


**Figura 3.19** Inicio de sesión de usuario Emby

La transmisión se genera de la siguiente manera.

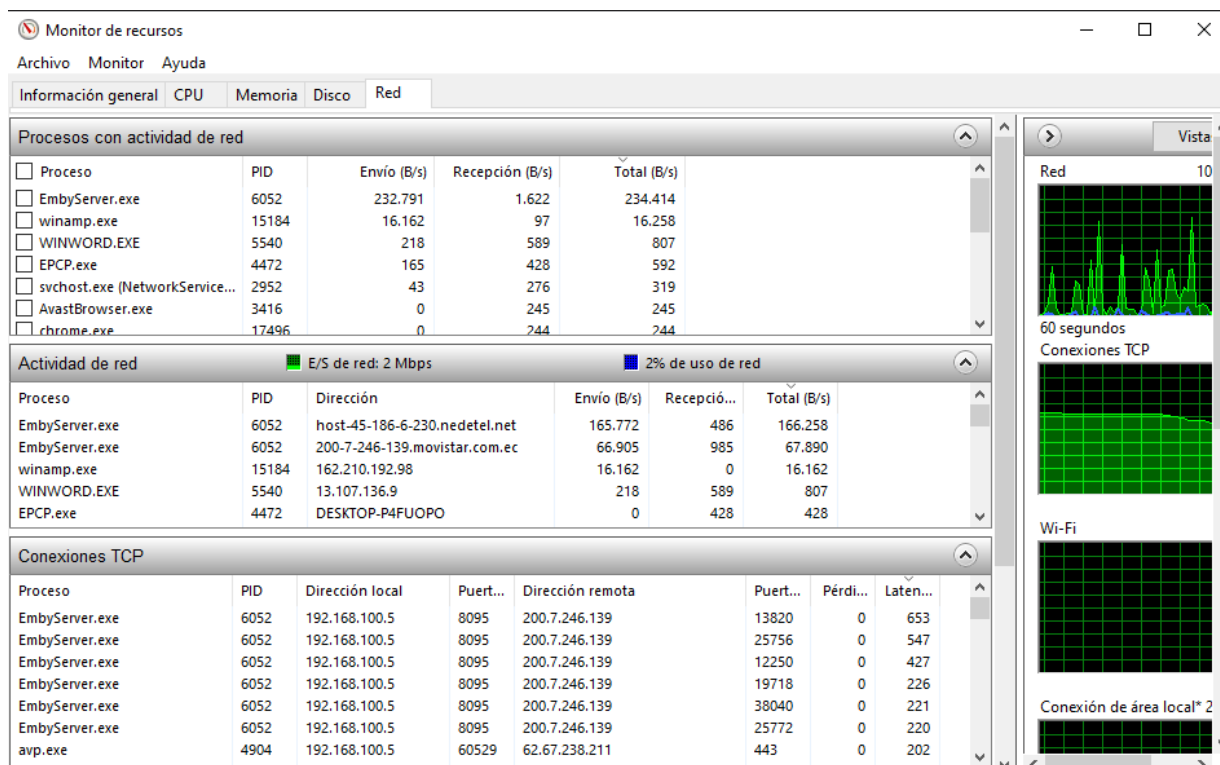
1. El usuario al ingresar en la pestaña de contenido bajo demanda envía la solicitud hacia el servidor.
2. Selecciona el contenido para visualizar, existe una amplia galería.
3. El cliente recibe la información de video en diferentes segmentos ya que hace uso del protocolo HLS que se trató en el capítulo anterior.

En la figura 3.20 se visualiza el rendimiento del servidor con únicamente la conexión de un usuario.



**Figura 3.20** Recursos utilizados reproducción video bajo demanda

Se evalúa el rendimiento del servidor emby con el ancho de banda empleado en el proceso como se puede ver en la figura 3.21 la tasa de bits utilizada por cada uno de los usuarios es distinta, se ejecutó la siguiente prueba de transmisión con la conexión de dos dispositivos un celular conectado a la red de movistar y una computadora conectada a la una red local del servidor lo cual se puede observar desde la sección de actividad de red.



**Figura 3.21** Recursos empleados en la transmisión de video bajo demanda

La prueba de transmisión que se realizó fue con un usuario conectado a la red CNT desde un pc y un dispositivo celular con red de datos movistar lo cual se puede observar en la figura 3.21., la resolución empleada por defecto en la reproducción móvil es de 480p y en la computadora de 720p, la tasa de transmisión empleada, que se puede visualizar desde el monitor de recursos es por parte de la PC 166B/s o 1.33kbps y del celular 66.9B/s o 0.528kbps.

Como se observa en la figura 3.22 se tiene un ejemplo con el escenario de 2 usuarios conectados al servicio de video bajo demanda, simultáneamente con la emisión del contenido para radio y TV, la tasa de bits empleada en la reproducción desde Emby es 203.803 B/s o 1.64kbps, el flujo de video 258.27 B/s o 2.06kbps y en la radio 17B/s o 136bps .

El ancho de banda total empleado en este ejemplo es 3.87 kbps.

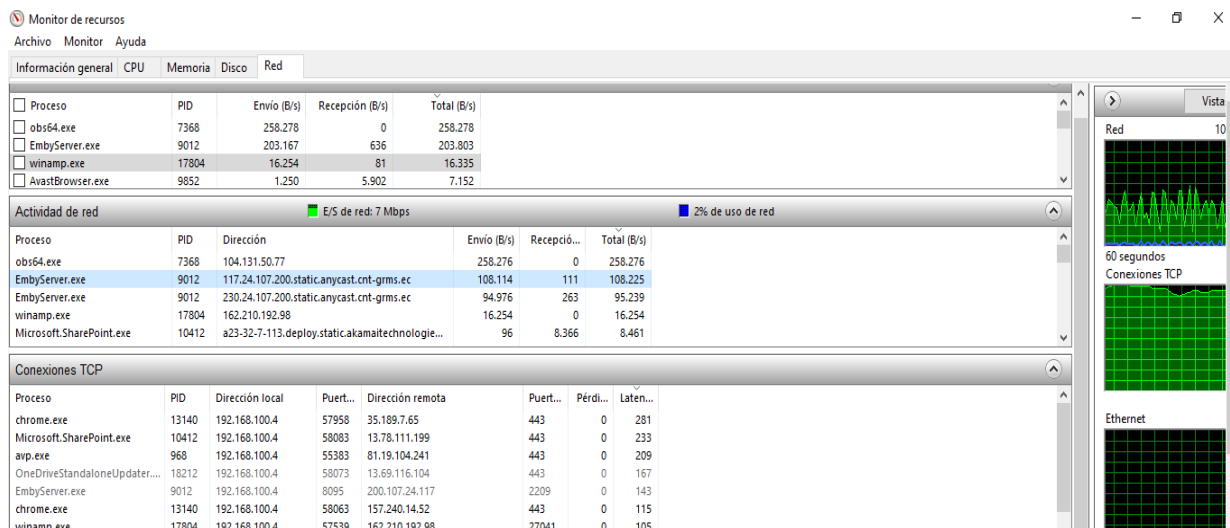


Figura 3.22 Conexión simultanea 2 usuarios CNT

En la figura 3.23 se puede encontrar el rendimiento del servidor empleando dos usuarios simultáneos de video bajo demanda, radio y video en línea, empleando en Emby 222.35B/s o 1.78kbps, la radio envía 16.56B/s o 132.48bps y el video online ocupa 272.31 B/s o 2.18kbps, lo que implica se utiliza un ancho de banda total de 4.09kbps, obteniendo un valor similar al anterior escenario.

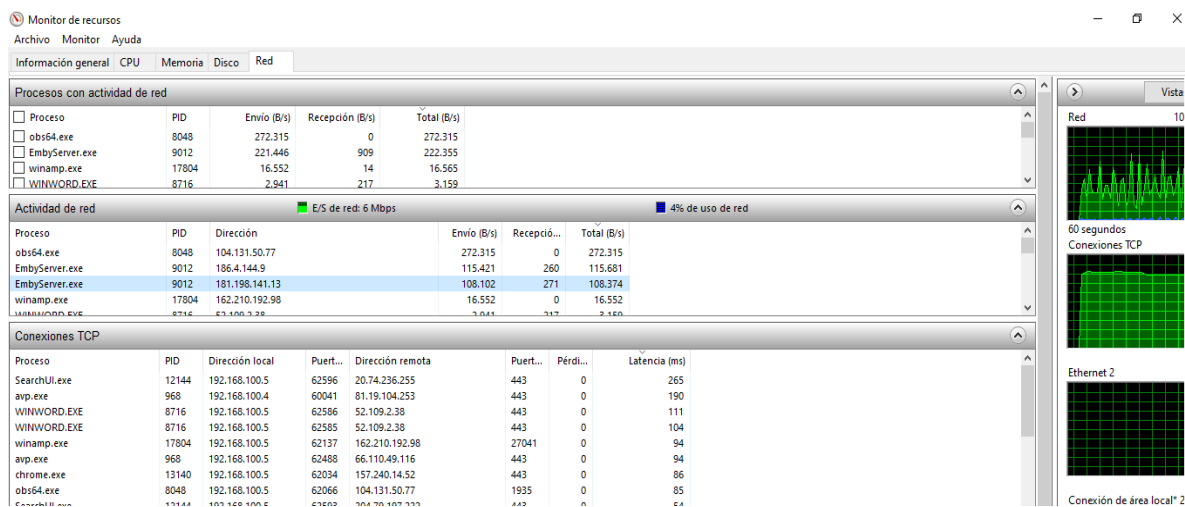
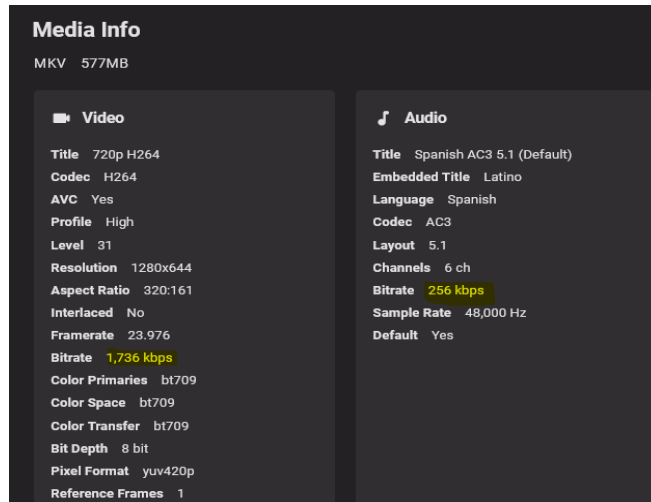


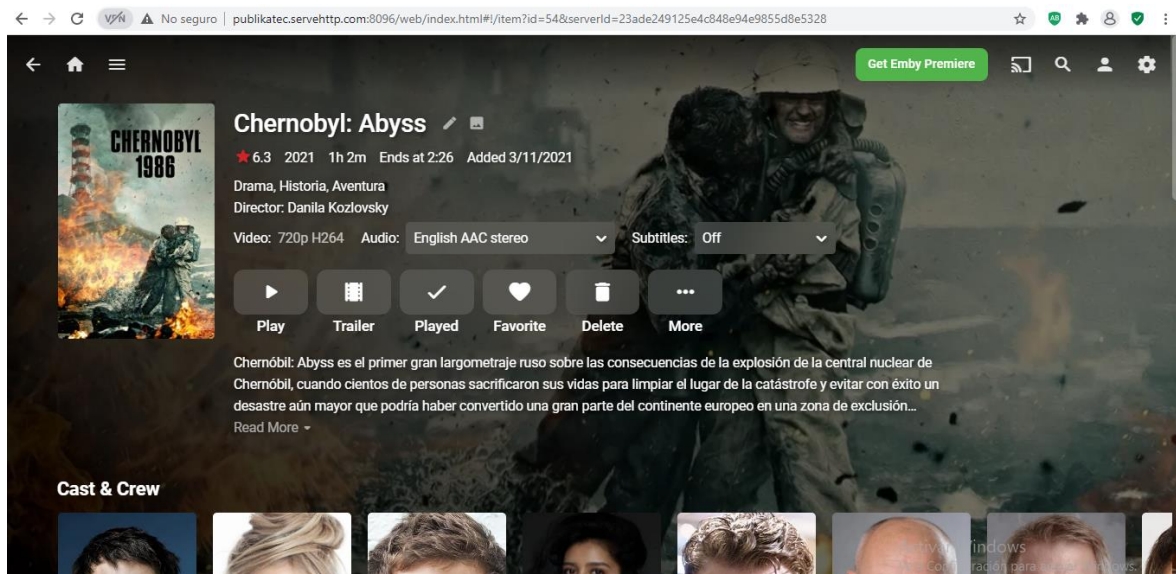
Figura 3.23 Conexión simultanea 2 usuarios Netlife

Desde la ventana de reproducción se puede ver una ventana de información acerca del contenido tanto como del video y audio como se indica en la figura 3.22 que fue capturado desde el cliente con PC.



**Figura 3.24** Información de multimedia

La ventana del contenido añade algunos datos relevantes para el tipo de contenido a reproducirse, una sinopsis e información de actores, esta meta data se obtiene desde internet en base al nombre del contenido que se ponga, el servidor buscará la información acerca del tipo de contenido que obtenga desde internet. Se establece una ventana con información e imagen de fondo lo cual hace que se vea similar a una plataforma streaming comercial como se puede observar en la figura 3.25.



**Figura 3.25** Interfaz de reproducción desde el usuario

El protocolo de transporte aplicado es TCP y de aplicación HTTP, los cuales se pueden visualizar en el análisis de tráfico generado desde wireshark y que se puede ver desde la figura 3.26. en donde además se especifica la dirección tanto origen como destino que es



192.168.100.4 y 181.198.141.13, la captura del tráfico se realizó en la transmisión hacia el celular

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
7	0.888708	192.168.100.4	181.198.141.13	HTTP	528	GET /emby/videos/48/hls1/subs/15.vtt?PlaySessionId=304c473550f64ffe92f80943beff498b&vttTimestampMap=...
8	0.891295	181.198.141.13	192.168.100.4	HTTP	528	GET /emby/videos/48/hls1/subs/15.vtt?PlaySessionId=304c473550f64ffe92f80943beff498b&vttTimestampMap=...
9	0.901595	192.168.100.4	181.198.141.13	HTTP	886	HTTP/1.1 200 OK (text/vtt)
10	0.902595	181.198.141.13	192.168.100.4	HTTP	886	HTTP/1.1 200 OK (text/vtt)
11	0.996670	192.168.100.4	172.217.30.195	TLSv1.2	137	Application Data
12	1.002244	192.168.100.2	239.255.255.250	SSDP	217	M-SEARCH * HTTP/1.1
13	1.004389	192.168.100.4	181.198.141.13	TCP	54	52560 → 8095 [ACK] Seq=475 Ack=833 Win=8232 Len=0
14	1.014171	172.217.30.195	192.168.100.4	TCP	56	443 → 52003 [ACK] Seq=1 Ack=84 Win=269 Len=0
15	1.014470	181.198.141.13	192.168.100.4	TCP	54	52560 → 8095 [ACK] Seq=475 Ack=833 Win=8232 Len=0
16	1.064421	172.217.30.195	192.168.100.4	TLSv1.2	163	Application Data
17	1.066366	172.217.30.195	192.168.100.4	TLSv1.2	128	Application Data
18	1.066366	172.217.30.195	192.168.100.4	TLSv1.2	93	Application Data
19	1.066466	192.168.100.4	172.217.30.195	TCP	54	52003 → 443 [ACK] Seq=84 Ack=223 Win=511 Len=0
20	1.067250	192.168.100.4	172.217.30.195	TLSv1.2	93	Application Data
21	1.095407	172.217.30.195	192.168.100.4	TCP	56	443 → 52003 [ACK] Seq=223 Ack=123 Win=269 Len=0
22	1.109544	192.168.100.4	66.110.49.115	TLSv1.2	131	Application Data
23	1.109773	192.168.100.4	66.110.49.115	TLSv1.2	222	Application Data
24	1.291686	66.110.49.115	192.168.100.4	TLSv1.2	109	Application Data
25	1.293149	66.110.49.115	192.168.100.4	TLSv1.2	164	Application Data
26	1.293269	192.168.100.4	66.110.49.115	TCP	54	52553 → 443 [ACK] Seq=246 Ack=166 Win=64319 Len=0
27	1.294321	66.110.49.115	192.168.100.4	TLSv1.2	123	Application Data
28	1.302267	66.110.49.115	192.168.100.4	TCP	60	443 → 52553 [ACK] Seq=1 Ack=78 Win=63952 Len=0
29	1.302267	66.110.49.115	192.168.100.4	TCP	60	443 → 52553 [ACK] Seq=1 Ack=246 Win=63952 Len=0
30	1.302325	192.168.100.4	66.110.49.115	TCP	54	52553 → 443 [ACK] Seq=246 Ack=235 Win=64250 Len=0
31	1.302390	192.168.100.4	66.110.49.115	TCP	54	[TCP Dup ACK 30#1] 52553 → 443 [ACK] Seq=246 Ack=235 Win=64250 Len=0
32	1.477720	fe80::4030:4421:239...	fe80::1	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::1 from e8:9e:b4:3a:65:45
33	1.479681	fe80::1	fe80::4030:4421:2...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::1 (rtr, sol)
34	1.648865	192.168.100.4	181.198.141.13	HTTP	1258	POST /emby/Sessions/Playing/Progress?X-Emby-Client=Emby%20WebX-Emby-Device-Name=Chrome%20WindowsX-
35	1.666785	181.198.141.13	192.168.100.4	HTTP	1258	POST /emby/Sessions/Playing/Progress?X-Emby-Client=Emby%20WebX-Emby-Device-Name=Chrome%20WindowsX-

Figura 3.26 Protocolo TCP y HTTP empleado en la video transmisión bajo demanda

En la siguiente figura 3.27 se puede visualizar el tráfico receptado por el cliente mediante HTTP en segmentos .ts como se describió en el protocolo HLS.

The screenshot shows a web browser window with a video player. The developer tools network tab is open, displaying a list of network requests. The selected request is for a video segment (.ts file). The details pane shows the following information:

- Name: 226.ts?PlaySessionId=d1990cb5d16147ca9cea5a06c57abe43
- Request URL: http://publ1katec.servehttp.com:8095/emby/videos/54/hls1/main/226.ts?PlaySessionId=d1990cb5d16147ca9cea5a06c57abe43
- Request Method: GET
- Status Code: 200 OK

Figura 3.27 Tráfico desde el navegador del cliente

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- La implementación de tecnología streaming a servicios de comunicación tradicionales se ha vuelto una tendencia relacionada con el acceso universal de las tecnologías de la información lo cual permite la distribución más amplia del contenido audiovisual e información transmitida.
- Se ha verificado que la implementación de una radio en línea brinda un acceso global a un tipo de contenido de preferencia o solicitado por los radioescuchas esto en contraste con la limitante territorial que presentaba la transmisión de una radio tradicional o radioaficionados que se desarrollaban anteriormente
- Se obtuvo el conocimiento para establecer un servidor shoutcast y en el presente caso se realizó con la ayuda de una plataforma disponible en línea que es listen2myradio lo que facilitó el acceso, configuración y funcionamiento de esa tecnología optimizando los recursos del PC origen o transmisor del contenido.
- Con la creación de una radio en línea se reconocieron los parámetros de configuración para un streaming de audio sin sacrificar la calidad de contenido en la recepción lo que se realizó tomando en cuenta los recursos de red, software y hardware disponibles tanto para el servidor y cliente.
- Al implementar la video transmisión en vivo se ha logrado conocer los parámetros del contenido de video que se considera en la aplicación de esta tecnología parámetros como la tasa de bits de transmisión, cuadros por segundo, selección de codificador, etc. Además de poder observar este tipo de transmisión dividiendo en diferentes flujos el audio e imagen transmitidos.
- En la implementación del servicio de contenido bajo demanda se ha podido evidenciar la utilización de recursos y rendimiento de estos, teniendo en cuenta que el servidor es el pc como tal y ya no se encuentra en la nube como en las aplicaciones anteriormente creadas, entonces el acceso es mediante la conexión internet, pero es directamente al servidor.
- Se ha podido validar que en la actualidad teniendo tanto mayor cobertura, acceso de banda ancha e infraestructura de última milla más robusta en los usuarios permite aprovechar el acceso a este tipo de servicios streaming que llegan a tener mayores requerimientos que aplicaciones regulares.



- Se logró conocer acerca de regulaciones o limitaciones implicadas para este tipo de transmisión que al ser una tecnología tradicionalmente poco implementada en el país estas regulaciones se mantienen en constante evolución y desarrollo tanto en el país como a nivel mundial.
- En base a las pruebas realizadas se puede concluir que existen varias opciones de servidores disponibles en línea que permiten la implementación un sistema de transmisión de multimedia además de software libre que logra la reproducción y codificación mediante software de manera óptima.
- Se obtuvo menor ancho de banda total del servidor en la implementación que el esperado, esto se debe a que hay que tomar en cuenta que la tasa de bits varía en base a la calidad del video que se entrega y velocidad disponible en el cliente además que en los servicios de radio y video se envía un solo flujo.
- Con el funcionamiento e integración de cada uno de los servicios se ha demostrado que mediante el protocolo de internet y protocolos tanto de aplicación y transporte que se han estado desarrollando constantemente, la transmisión de contenido multimedia se puede ejecutar de manera ágil cómoda y segura teniendo una computadora de medianas características y acceso a internet con una velocidad intermedia.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Se debe tomar en cuenta las limitantes que se presentan en la implementación en plataformas en línea y cuentas gratis ya que si se desea tener un mayor alcance a nivel comercial no tanto experimental como en el presente proyecto pueden llegar a ser deficientes las características disponibles.
- Cada uno de los softwares implementados deberán ser descargados desde las webs oficiales para garantizar instalar la versión actualizada y estable de cada uno de ellos y descartar virus o malwares encriptados en los programas o sitios para obtenerlos.
- En el caso de una implementación de este tipo de proyectos se deberá tomar en cuenta el tipo de plan de internet disponible en el servidor, características y limitaciones presentadas, ya que los ISPs tienen cierto tipo de segmentación en los beneficios proporcionados para un servicio hogar o corporativo.
- En la configuración de puertos validar que no exista conflicto tanto en el router como en el dispositivo que se utilice para proporcionar el servicio lo cual se realiza revisando tanto la configuración desde la interfaz del router y el firewall a nivel del pc.

- Para dimensionar el ancho de banda y cantidad de recursos se debería considerar las peores condiciones para de esa manera en caso de obtener error sea de sobredimensionamiento de red y evitar se presente deficiencia en el funcionamiento adecuado.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Kozamernik, "Media Streaming over the internet", (October 2002) [Online]. Available: [https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_292-kozamernik.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_292-kozamernik.pdf) (Accessed Apr.13 .2021)
- [2] E. Intriago, "Análisis de tecnologías Streaming", Universidad Politécnica de Madrid, (2016), [Online]. Available: [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2015-2016/TFM\\_Erika\\_del\\_Rocio\\_Intriago\\_Acuna\\_2016.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2015-2016/TFM_Erika_del_Rocio_Intriago_Acuna_2016.pdf) (Accessed Apr.7.2021)
- [3] M. García, "La realidad actual del streaming de video", Universidad Austral Argentina, (2013) [Online]. Available: <https://42jaiio.sadio.org.ar/proceedings/simposios/Trabajos/EST/19.pdf> (Accessed Apr.16.2021)
- [4] A. Piqueres, "Implementación de una solución de streaming bajo demanda usando DASH", Universidad Politécnica de Valencia (2019) [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/150533> (Accessed May.4.2021)
- [5] V. Moreno, "La radio online. Nuevas formas de hacer radio", Universidad de Sevilla (8 Sept. 2017) [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11441/65227> (Accessed May.11.2021)
- [6] Y. Q. Shi and H. Sun. Image and Video Compression for multimedia engineering. Taylor & Francis Group, 2019.
- [7] M. Srinivasan, "VP9 Encoder and Decoders for Next Generation Online Video Platforms and Services," SMPTE 2016 Annual Technical Conference and Exhibition, 2016, pp. 1-14
- [8] E. Sánchez, "Implementación de IPTV a través de enlaces de internet de banda ancha", Universidad de San Carlos de Guatemala, (nov. 2008) [Online]. Available: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0220\\_EO.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0220_EO.pdf) (Accessed May.17.2021)
- [9] W. Simpson H. Greenfield, "IPTV and internet video ", Charon Tec Ltd, Elsevier Inc. (2007)
- [10] Forum.Huawei." Diferencias entre unidifusión, multidifusión y difusión (unicast, broadcast y multicast)", (Feb. 2021) [Online]. Available: <https://forum.huawei.com/enterprise/es/diferencias-entre-unidifusi%C3%B3n->

multidifusi%C3%B3n-y-difusi%C3%B3n-unicast-broadcast-y-multicast/thread/694825-100235 (Accessed May.29.2021)

[11] M. Vinueza,” REDES LAN “ppt of class Telemática I EPN, (Junio 2020)

[12] M. Marques “Multimedia Communication and Networking”, Taylor & Francis Group (2012)

[13] Ch, Liu, “Multimedia over IP (RTP, RTCP, SIP, RSTP)”, (Jan. 1998) [Online]. Available: [https://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/ip\\_multimedia/index.html#rtp](https://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/ip_multimedia/index.html#rtp) (Accessed Jun.21.2021)

[14] H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, j. peterson, R. chispas, M. Handley,” SIP: Protocolo de inicio de sesión”, (Jun 2002) [Online]. Available: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3261#page-9> (Accessed Jun.23.2021)

[15] H. Lopez,” Protocol H.323”, (2014) [Online]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11252/fichero/2-H.323.pdf> (Accessed Jun.29.2021)

[16] K. R. Rao, D. Nyeon K., J. Jeong Hwang,” Video Coding Standars” Springuer, USA (2014) [Online]. Available: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-6742-3>

[17] D. Austerberry, “The Technology of Video and Audio Streaming”, Second Edition, Taylor & Francis Group, (2013)

[18] PCrequirements,” Winamp Requisitos del sistema”, (2015-2016), [Online]. Available: <https://www.pcrequirements.net/es/software-es/winamp-requisitos-del-sistema/> (Accessed Oct.10.2021)

[19] Support Emby Media, “System Requirements”, (Apr 2021), [Online]. Available: <https://support.emby.media/support/solutions/articles/44001159036%208/11> (Accessed Oct.30.2021)

[20] Arcotel, “LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES”, (2020), [Online]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/LEY-ORGANICA-DE-TELECOMUNICACIONES.pdf> (Accessed Nov.13.2021)

[21] “LEY ORGÁNICA DE COMUNICACIÓN”, (2020), [Online]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/Ley-Organica-de-Comunicaci%C3%B3n.pdf> (Accessed Nov.18.2021)

[22] Programmerclick, “Protocol RTP”, (2020), [Online]. Available: <https://programmerclick.com/article/20511413259/> (Accessed Dic. 13,2021)

[24] Youtube inc., Crear una transmisión en vivo con un codificador (2020), [Online]. Available: <https://support.google.com/youtube/answer/2907883> (Accessed Ene 3,2022)

[25] Youtube inc., Configuración de codificación de carga recomendada (2020), [Online]. Available: <https://support.google.com/youtube/answer/1722171> (Accessed Jan23,2022)

[26] Amazon AWS, Contenido multimedia y entretenimiento (2020), [Online] Available: <https://aws.amazon.com/es/media/tech/video-latency-in-live-streaming/> (Accessed Jan 23,2022)

[27] TheCodeArtist, Radio por internet (2013), [Online]. Available: <https://thecodeartist.blogspot.com/2013/02/shoutcast-internet-radio-protocol.html> (Accessed Jan 25,2022)