

Configuración del Servicio IPTV

Ángel Adán Meza Cuellar

Julián Alberto Ramírez Ángel

William Andres Benjumea Paz

Asesor

Omar Albeiro Trejo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de ciencias básicas tecnológica e ingeniería

Tecnología en automatización electrónica

2023

Resumen

Este informe documenta los pasos solicitados en la guía de actividades de la fase 11. En primer lugar, se seleccionan dos mecanismos de QoS y se describen los pasos que realizan cada uno mediante un diagrama de bloques. A continuación, procedemos a asignar e implementar un plan de QoS donde se incluyen: 10% del ancho de banda total para tráfico web, 15% para tráfico de voz, 20% para tráfico de streaming de video. Además, debemos tener en cuenta separar el tráfico por definición de clases. Después, mediante el uso del emulador GNS3, el uso de máquinas virtuales se implementa la configuración de un servicio IPTV en una red de nueva generación (NGN) utilizando la configuración realizada en la fase 7, complementándola con la configuración del protocolo de enrutamiento Multicast, RTP entre otros. Se configuran un cliente Windows con la aplicación VLC para recibir la transmisión de video streaming y un cliente Windows como servidor, con la aplicación VLC siendo el transmisor del video streaming.

Palabras Clave: IPTV, NGN, QoS.

Abstract

This report documents the steps requested in the activity guide of phase 11. In the first place, two QoS mechanisms are selected and the steps that each performs are described using a block diagram. Then, we proceed to assign and implement a QoS plan that includes: 10% of the total bandwidth for web traffic, 15% for voice traffic, 20% for video streaming traffic.

Furthermore, we must consider separating the traffic by definition of classes. Afterwards, through the use of the GNS3 emulator, the use of virtual machines, the configuration of an IPTV service is implemented in a new generation network (NGN), using the configuration executed in phase 7 and complementing it with the settings of the Multicast routing protocol, RTP, etc. A Windows client with the VLC application is configured to receive the streaming video transmission and a Windows client as a server, with the VLC application being the streaming video transmitter.

Keywords: IPTV, NGN, QoS

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
Desarrollo.....	10
Calidad de servicio (QoS).....	10
Mecanismos de QoS seleccionados:	11
Priority [PQ].....	11
Custom Queuing (CQ)	11
Pasos requeridos para la implementación de un plan QoS	13
Configuración de Políticas QoS en cada Router R1, R2 y R3	13
Verificación de las políticas implementadas en cada dispositivo con los comandos.....	14
Configuración del servicio de IPTV	18
Configuración de dispositivos y servidor TVIP.....	18
Direccionamiento IP.	18
Tipología de red diseñada, para implementar la configuración IPTV	19
Configuración del protocolo MPL	19
Configuración del protocolo Multicast	27
Configuración VLC en equipo Server 1.	29
Selección de la fuente del video a transmitir, para nuestro caso lo tenemos en la ruta que se evidencia en la fotografía.	30
Cambio a 5000 ms la opción caché.....	30
Definición secuencial de comandos	31
Selección en el protocolo RTP y mostrar en local.	31
Asignación una dirección Multicast. Se mantiene el puerto base y se asigna un nombre.	32
Selección de continuidad de proceso.	32
Garantizar la cantidad de router de la red WAN con ttl=10.....	33

Configuración VLC en el equipo usuario 1.	33
Selección de la ubicación de la red.	33
Definición de la dirección Multicas seguido del puerto y selección de reproducción.	34
Transmisión del video y verificación de la tabla de protocolo Multicast.	34
Recepción de video, se verifica su tabla Multicast.	35
Conclusiones	36
Referencias bibliográficas.....	38

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Diagrama de bloques Priority Queueing</i>	11
Figura 2 <i>Diagrama de bloques Custom Queueing</i>	11
Figura 3 <i>Configuración QoS en router R1</i>	15
Figura 4 <i>Configuración QoS en router R2</i>	15
Figura 5 <i>Configuración QoS en router R3</i>	16
Figura 6 <i>Verificación de políticas QoS implementadas en el router R1</i>	16
Figura 7 <i>Verificación de políticas QoS implementadas en el router R2</i>	17
Figura 8 <i>Verificación de políticas QoS implementadas en el router R3</i>	17
Figura 9 <i>Tabla de direccionamiento</i>	19
Figura 10 <i>Tipología de red IPTV</i>	19
Figura 11 <i>Configuración red WAN y LAN, verificación comando ping de PC3 a PC2, PC6</i>	19
Figura 12 <i>Configuración enrutamiento ospf en los routers, y verificación con el comando show ip route</i>	20
Figura 13 <i>Configuración enrutamiento ospf en los routers, y verificación con el comando show ip route</i>	20
Figura 14 <i>Configuración enrutamiento ospf en los routers, y verificación con el comando show ip route</i>	21
Figura 15 <i>Verificación del router que tenga habilitado MPLS y CEF, Habilitado de los protocolos MPLS y CEF</i>	21
Figura 16 <i>Verificación del router que tenga habilitado MPLS y CEF, Habilitado de los protocolos MPLS y CEF</i>	22

Figura 17 Verificación del router que tenga habilitado MPLS y CEF, habilitado de los protocolos MPLS y CEF.	22
Figura 18 Habilitado protocolo LDP, Configurado de interfaces Loopback en cada router	23
Figura 19 Habilitado protocolo LDP, Configurado de interfaces Loopback en cada router	23
Figura 20 Habilitado protocolo LDP, Configurado de interfaces Loopback en cada router	24
Figura 21 Tabla de encaminamiento con el comando sh ip route.	24
Figura 22 Tabla de encaminamiento con el comando sh ip route.	25
Figura 23 Tabla de encaminamiento con el comando sh ip route.	25
Figura 24 Habilitado de la forma automática con MPLS, verificación con el comando do sh mpls int y guardado de la configuración con el comando wr.	26
Figura 25 Habilitado de la forma automática con MPLS, verificación con el comando do sh mpls int y guardado de la configuración con el comando wr.	26
Figura 26 Habilitado de la forma automática con MPLS, verificación con el comando do sh mpls int y guardado de las configuraciones con el comando wr.	27
Figura 27 Configuración Multicast R1.	28
Figura 28 Configuración Multicast R2.	28
Figura 29 Configuración Multicast R3.	29
Figura 30 Paso 1, configuración de VLC Server 1.	30
Figura 31 Paso 2, cambio de la opción de caché.	30
Figura 32 Paso 3, configuración de VLC Server1.	31
Figura 33 Paso 4, configuración de VLC Server 1.	31
Figura 34 Paso 5, configuración de VLC Server 1.	32
Figura 35 Paso 6, configuración de VLC server1.	32
Figura 36 Paso 7, configuración de VLC Server1.	33

Figura 37 <i>Paso 1, configuración de VLC Usuario 1.</i>	33
Figura 38 <i>Paso 1, configuración de VLC Usuario 1.</i>	34
Figura 39 <i>Verificación tabla Multicast Server 1.</i>	34
Figura 40 <i>Verificación tabla Multicast Usuario 1.</i>	35

Introducción

En la actualidad la tecnología avanza de manera constante, una de las herramientas que comunican al mundo a través de la red digital, son las redes de nueva generación (NGN). Estas redes se basan en paquetes que se enfocan en proveer un servicio para las telecomunicaciones y el intercambio de datos en grandes cantidades. Las NGN tienen la capacidad de ofrecer una mayor garantía de calidad de servicios QoS, además de tener la capacidad de soportar múltiples servicios como voz, video o audio de manera simultánea. Uno de los servicios que se pueden implementar es la televisión mediante el protocolo IP, este documento acoge todos los pasos y configuraciones requeridas en los routers de una red NGN para transmitir mediante el uso del sistema IPTV (Internet Protocol Televisión).

Desarrollo

Desarrollo de las actividades propuestas en el componente práctico:

Calidad de Servicio (QoS)

Seleccionar dos mecanismos de QoS y describir el proceso que realiza cada uno mediante un diagrama de bloques.

Mecanismos de QoS:

Classification y Marking

Congestion Management: Queueing y Scheduling

Weighted Fair [WFQ]

Priority [PQ]

Custom Queueing (CQ)

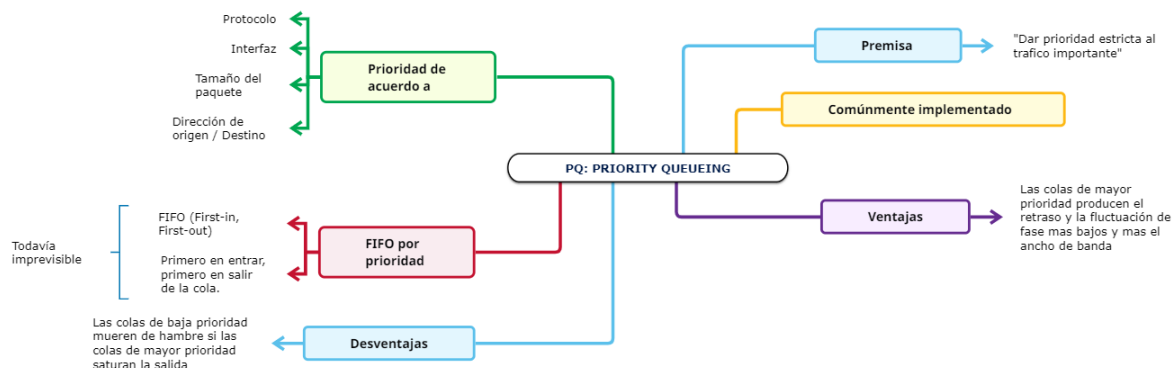
Policing and Shaping

Mecanismos de QoS Seleccionados

Priority [PQ]

Figura 1

Diagrama de bloques Priority Queueing.



Fuente: Elaboración propia.

Custom Queuing (CQ)

Figura 2

Diagrama de bloques Custom Queuing.



Fuente: Elaboración propia.

Documente los pasos requeridos para definir un plan de QoS que incluya los siguientes porcentajes sobre el ancho de banda total (separar tráfico mediante definición de clases):

10% del ancho de banda total para tráfico web

15% para tráfico de voz

20% para tráfico de streaming de video.

La Calidad de Servicio o QoS por sus siglas en inglés, puede ser implementada de diferentes formas, una de ellas es sobre el protocolo de Internet IP, aunque es más conocido comúnmente como TCP/IP. También existe una especificación para implementar el concepto de calidad de servicio en un nivel más bajo de capa de red, en el nivel de enlace con la tecnología ATM, del cual se deriva una variante que también es capaz de hacer diferenciación de flujos en MPLS. Se menciona también como el protocolo de administración de redes SNMP el cual puede usarse para proveer información de calidad de servicio.

La forma más simple de implementar Calidad de Servicio es diferenciando el tráfico en clases de servicio, el cual es definido solamente en el encabezado del paquete de información. Para implementar Calidad de Servicio de una forma más completa se requieren algunas modificaciones extras que pueden incluir el agregar hardware o software en los componentes de la red.

La Calidad de Servicio (QoS) se ha convertido en un asunto que deben tener en cuenta los proveedores de servicios y las redes de área extensa (WAN) de las empresas, que están añadiendo más tráfico de voz y de imágenes al tráfico de datos en constante crecimiento.

Pasos requeridos para la implementación de un plan QoS

Se debe realizar los siguientes pasos:

Configuración de Políticas QoS en cada Router R1, R2 y R3

Definición de las Listas con los protocolos y porcentaje de ancho de banda para cada dispositivo, configuración de Clases (asignación de nombres y listas) y asignar políticas QoS a cada interfaz de salida.

```
access-list 100 permit tcp any any eq 443
```

```
access-list 101 permit udp any any eq 5060
```

```
access-list 102 permit udp any any eq 5004
```

```
no cdp log mismatch duplex
```

```
class-map match-all web
```

```
match access-group 100
```

```
class-map match-all voip
```

```
match access-group 101
```

```
class-map match-all iptv
```

```
match access-group 102
```

```
exit
```

```
policy-map QoS1
```

```
class web
```

```
bandwidth percent 10
```

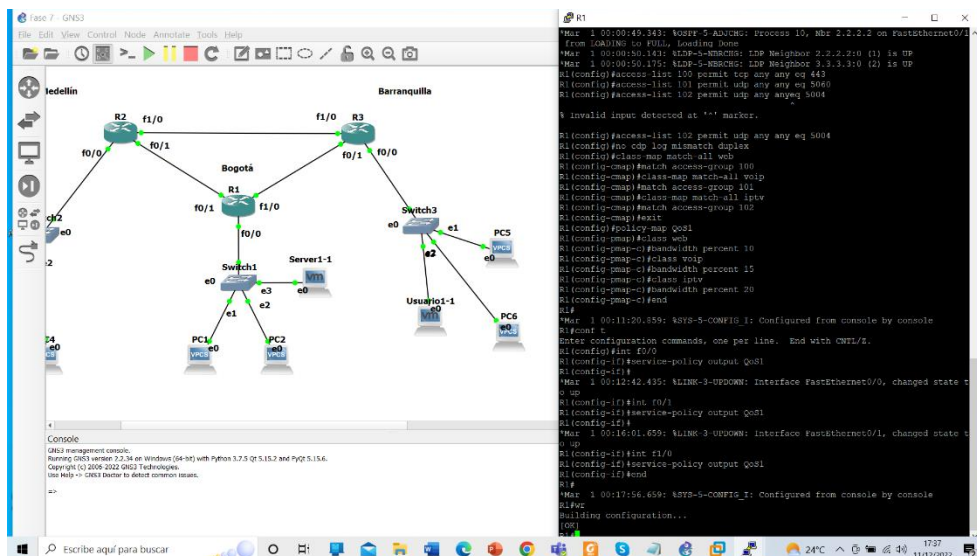
```
class voip  
  
bandwidth percent 15  
  
class iptv  
  
bandwidth percent 20  
  
end  
  
conf t  
  
int f0/0, f0/1, f1/0  
  
service-policy output QoS1  
  
end
```

Verificación de las Políticas Implementadas en Cada Dispositivo con los Comandos

show policy-map (para ver la configuración de las políticas implementadas).
sh access-list (verificar lista de acceso).
sh class-map (verificar las clases).

Figura 3

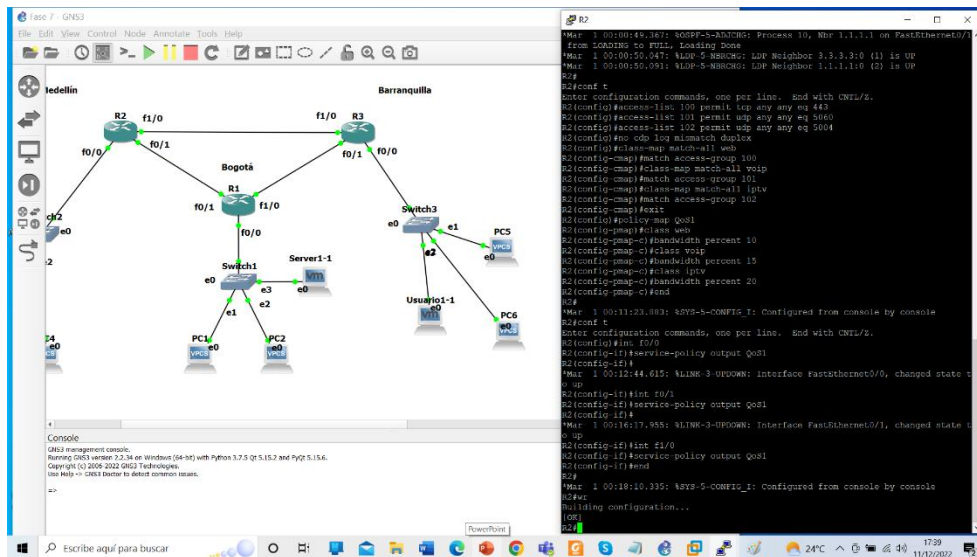
Configuración QoS en router R1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

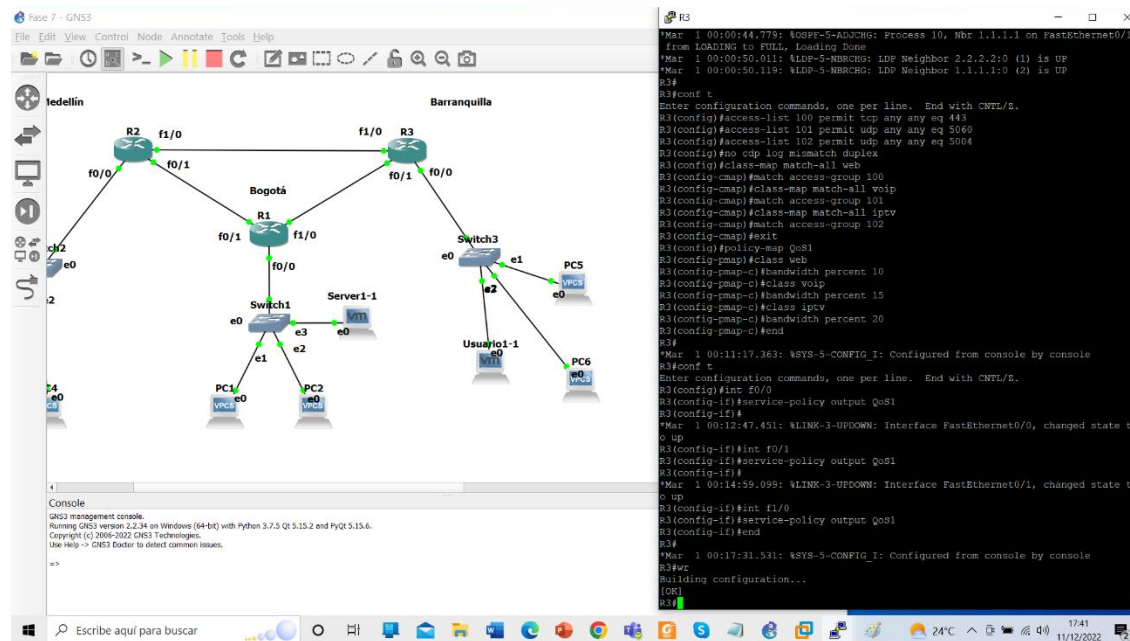
Configuración QoS en router R2.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

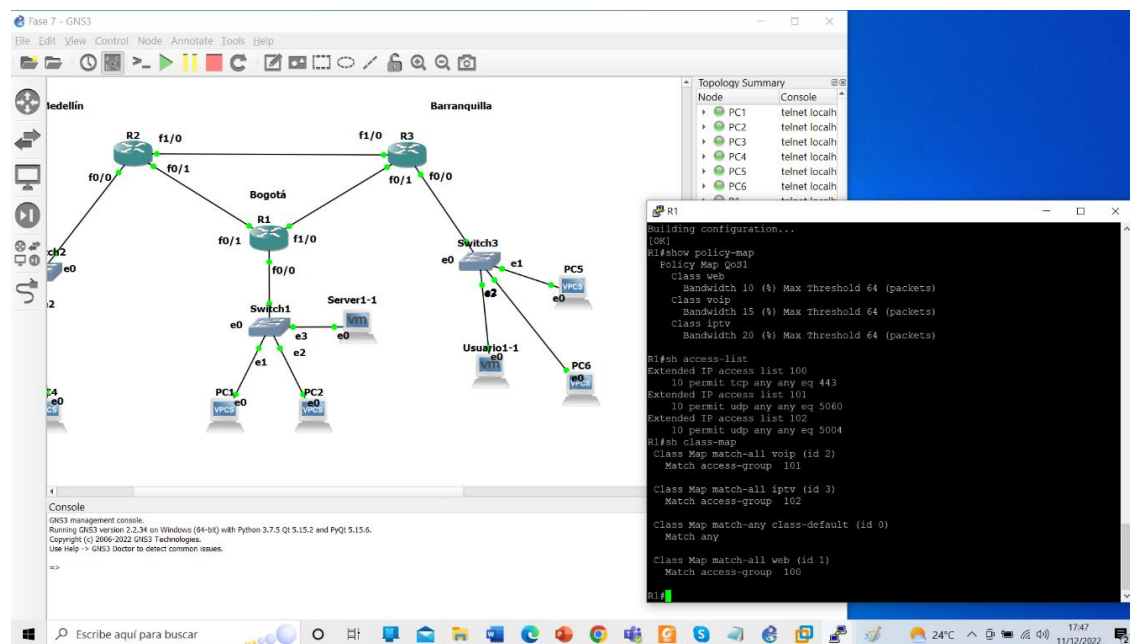
Configuración QoS en router R3.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Verificación de políticas QoS implementadas en el router R1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Verificación de políticas QoS implementadas en el router R2

The screenshot displays the GNS3 interface with a network topology and a terminal window showing the configuration of QoS policies on router R2.

Topology Summary:

Node	Console
PC1	telnet localh
PC2	telnet localh
PC3	telnet localh
PC4	telnet localh

Router R2 Configuration:

```

R2(config-if)#service-policy output QoS1
R2(config-if)#end
R2#
Mon 1 00:18:10.335: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#vrr
Building configuration...
[OK]
R2#show policy-map
Policy Map QoS1
  Class web
    Bandwidth 10 (k) Max Threshold 64 (packets)
  Class voip
    Bandwidth 15 (k) Max Threshold 64 (packets)
  Class iptv
    Bandwidth 20 (k) Max Threshold 64 (packets)

R2#sh access-list
Extended IP access list 100
  10 permit tcp any any eq 443
Extended IP access list 101
  10 permit udp any any eq 5060
Extended IP access list 102
  10 permit udp any any eq 5004
R2#sh class-map
Class Map match-all voip (id 2)
  Match access-group 101

Class Map match-all iptv (id 3)
  Match access-group 102

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any

Class Map match-all web (id 1)
  Match access-group 100
  
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Verificación de políticas QoS implementadas en el router R3.

The screenshot displays the GNS3 interface with the same network topology and a terminal window showing the configuration of QoS policies on router R3.

Topology Summary:

Node	Console
PC1	telnet localh
PC2	telnet localh
PC3	telnet localh
PC4	telnet localh

Router R3 Configuration:

```

R3#
[OK]
R3#show policy-map
Policy Map QoS1
  Class web
    Bandwidth 10 (k) Max Threshold 64 (packets)
  Class voip
    Bandwidth 15 (k) Max Threshold 64 (packets)
  Class iptv
    Bandwidth 20 (k) Max Threshold 64 (packets)

R3#sh access-list
Extended IP access list 100
  10 permit tcp any any eq 443
Extended IP access list 101
  10 permit udp any any eq 5060
Extended IP access list 102
  10 permit udp any any eq 5004
R3#sh class-map
Class Map match-all voip (id 2)
  Match access-group 101

Class Map match-all iptv (id 3)
  Match access-group 102

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any

Class Map match-all web (id 1)
  Match access-group 100
  
```

Fuente: Elaboración propia.

Configuración del Servicio de IPTV

Mediante el emulador GNS3 y el uso de máquinas virtuales, a partir del análisis del servicio de IPTV desarrollado en la Fase 10, implemente IPTV Multicast entre las sedes del escenario de red descrito en la Fase 1, el cual permitirá transferir contenidos multimedia entre dos sedes. Documente los pasos en un informe:

Configuración de Dispositivos y Servidor TVIP

Habilitación de protocolos de enrutamiento, Multicast, RTP, etc.

Configuración de cliente de video VLC

Pruebas funcionales.

Direcciónamiento IP

Figura 9

Tabla de direccionamiento

Ciudad	Equipo		Dirección IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
Bogotá	Router 1 f 0/0		192.168.10.1		255.255.255.0		
	PC1	LAN	192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
	PC2		192.168.10.3				
	Server 1-1		192.168.10.4				
	Router 1 f 0/1	WAN	10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
	Router 1 f 1/0		13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
Medellin	Router 2 f 0/0		192.168.20.1		255.255.255.0		
	PC3	LAN	192.168.20.2	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
	PC4		192.168.20.3				
	Router 2 f 0/1	WAN	10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
	Router 2 f 1/0		12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
Barranquilla	Router 3 f 0/0		192.168.30.1		255.255.255.0		
	PC5	LAN	192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
	PC6		192.168.30.3				
	Usuario 1-1		192.168.30.4				
	Router 3 f 0/1	WAN	13.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0		
	Router 3 f 1/0		12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

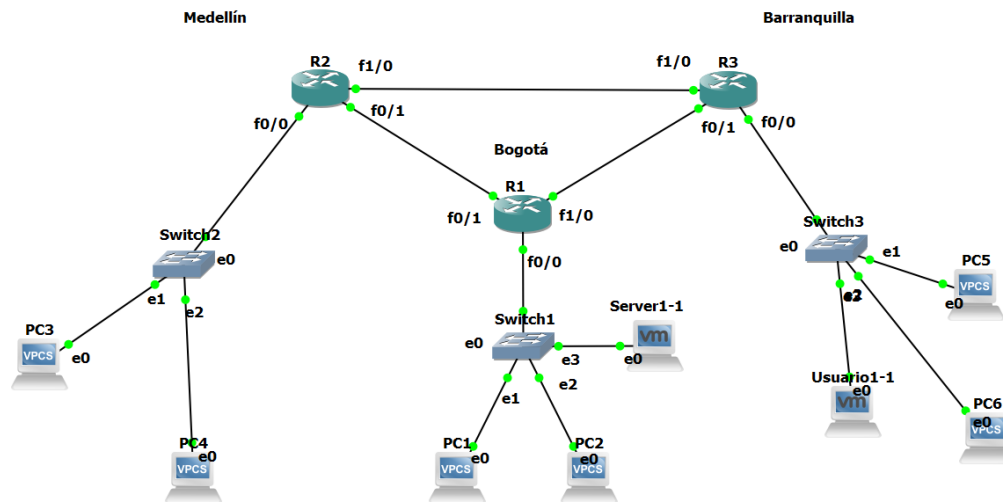
Nota. Direccionamiento usado desde la fase 7

Fuente: Elaboración propia.

Tipología de Red Diseñada, para Implementar la Configuración IPTV

Figura 10

Tipología de red IPTV.



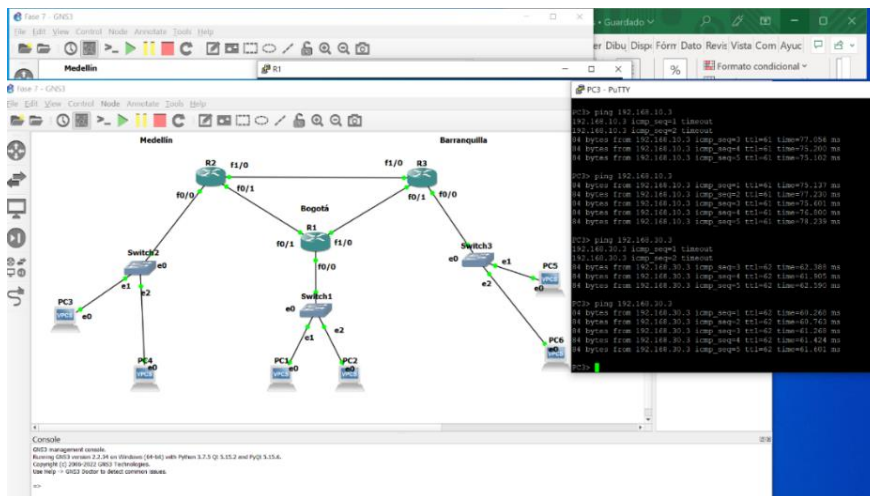
Fuente: Elaboración propia

Configuración del Protocolo MPL.

Configuración MPL y el enrutamiento con el protocolo OSPF, siendo estos necesarios como una de las opciones antes de configurar el protocolo Multicast.

Figura 11

Configuración red WAN y LAN, verificación comando ping de PC3 a PC2, PC6.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12

Configuración enrutamiento ospf en los routers, y verificación con el comando show ip route.

The screenshot shows the GNS3 interface with a network topology and a terminal window for router R3. The terminal displays the configuration of OSPF on R3 and the output of the 'show ip route' command. The routing table is as follows:

sección	IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
	128.10.1	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
	128.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0		
	128.10.3	192.168.10.0	255.255.255.0		
	10.0.0.0	10.10.0.0	255.0.0.0		
	10.0.0.0	13.10.0.0	255.0.0.0		
	128.20.1	192.168.20.0	255.255.255.0		
	128.20.2	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
	128.20.3	192.168.20.0	255.255.255.0		
	10.0.0.0	10.10.0.0	255.0.0.0		
	10.0.0.0	12.10.0.0	255.0.0.0		
	f0/0	192.168.30.1	255.255.255.0		
	LAN	192.168.30.2	192.168.30.0	192.168.30.1	254
	f0/1	192.168.30.3	255.255.255.0		
	WAN	12.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0	
	f1/0	12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

Configuración enrutamiento ospf en los routers, y verificación con el comando show ip route.

The screenshot shows the GNS3 interface with a network topology and a terminal window for router R2. The terminal displays the configuration of OSPF on R2 and the output of the 'show ip route' command. The routing table is as follows:

Dirección	IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
f0/0	192.168.10.1	192.168.10.0	255.255.255.0		
LAN	192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
	192.168.10.3	192.168.10.0	255.255.255.0		
f0/1	10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
f0/0	192.168.20.1	192.168.20.0	255.255.255.0		
LAN	192.168.20.2	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
	192.168.20.3	192.168.20.0	255.255.255.0		
f0/1	10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
f1/0	12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
f0/0	192.168.30.1	255.255.255.0			
LAN	192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
	192.168.30.3	255.255.255.0			
f0/1	13.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

Configuración enrutamiento ospf en los routers, y verificación con el comando show ip route.

The screenshot shows the GNS3 interface with a network diagram and a terminal window for router R1. The terminal output is as follows:

```

R1(config-router)#net 13.10.0.0 255.0.0.0 area 0
R1(config-router)#passive-interface f 0/0
R1(config-router)#end
R1#
Mar 1 02:25:01.299: %OSPF-3-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       R1 - OSPF external type 1, R2 - OSPF external type 2
       I - IS-IS, su - IS-IS summary, LL - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - OVR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

13.10.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 13.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
R#
Mar 1 02:28:59.251: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2 on FastEthernet0/1
from LOADING to FULL, Loading Done
R1#
Mar 1 02:33:43.635: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3 on FastEthernet1/0
from LOADING to FULL, Loading Done
R1#

```

The routing table output is shown in a table below:

Dirreción	IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
LAN	192.168.10.1	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
LAN	192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
LAN	192.168.20.1	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
LAN	192.168.30.1	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
WAN	10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
F00	192.168.30.1	192.168.30.0	255.255.255.0		
F00	192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0		
F01	192.168.30.3	192.168.30.0	255.255.255.0		
F10	10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
F10	13.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0		
F10	12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15

Verificación del router que tenga habilitado MPLS y CEF, Habilitado de los protocolos MPLS y CEF.

The screenshot shows the GNS3 interface with a network diagram and a terminal window for router R1. The terminal output is as follows:

```

R1#
Mar 1 02:28:59.251: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2 on FastEthernet0/1
from LOADING to FULL, Loading Done
R1#
Mar 1 02:33:43.635: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3 on FastEthernet1/0
from LOADING to FULL, Loading Done
R1#
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#mpls ?
data          Configure ATM options
discovery     Configure LSP discovery
ip            Dynamic MPLS forwarding for IP
ip6           Dynamic MPLS forwarding for IPv6
label         Label properties
ldp           Label Distribution Protocol
oam           OAM configuration
static        Configure static label bindings
traffic-eng   Configure Traffic Engineering parameters
R1(config)#mpls
? Incomplete command.
R1(config)#ip c7
casa cef classless community-list
R1(config)#ip cef
R1(config)#mpls ip
R1(config)#

```

The routing table output is shown in a table below:

Dirreción	IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
LAN	192.168.10.1	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
LAN	192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
LAN	192.168.20.1	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
LAN	192.168.30.1	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
WAN	10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
WAN	12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
F00	192.168.30.1	192.168.30.0	255.255.255.0		
F00	192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0		
F01	192.168.30.3	192.168.30.0	255.255.255.0		
F10	10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
F10	13.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0		
F10	12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18

Habilitado protocolo LDP, Configurado de interfaces Loopback en cada router

The screenshot shows the GNS3 interface with a network diagram and a console window for Router R1. The console output includes the following configuration commands:

```

R1(config)#static
R1(config)#static Configure static label bindings
R1(config)#traffic-eng Configure traffic Engineering parameters
R1(config)#mpls
R1(config)#mpls traffic-eng
R1(config)#mpls traffic-eng Configure Traffic Engineering parameters
R1(config)#mpls
R1(config)#mpls Incomplete command.
R1(config)#ip c7
R1(config)#ip casa cef classless community-list
R1(config)#ip cef
R1(config)#mpls ip
R1(config)#mpls label protocol ldp
R1(config)#interface loopback 0
R1(config-if)#
*Mar 1 03:42:26.223: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback0,
changed state to up
R1(config-if)#ip add 1.1.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shu
R1(config-if)#end
R1#
*Mar 1 03:46:59.151: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router ospf 10
R1(config-router)#net 1.1.1.1 255.255.255.0 area 0
R1(config-router)#mpls ldp router-id loopback 0
R1(config)#
  
```

On the right side, a table displays the IP addresses for the LAN and WAN interfaces:

	Dirección	IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
LAN		192.168.10.1		255.255.255.0		
		192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
		192.168.10.3		255.255.255.0		
WAN		10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
		13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
LAN		192.168.20.1		255.255.255.0		
		192.168.20.2	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
		192.168.20.3		255.255.255.0		
WAN		10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
		12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
f0/0		192.168.30.1		255.255.255.0		
		192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
		192.168.30.3		255.255.255.0		
f0/1		10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
		12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
f1/0		192.168.30.1		255.255.255.0		
		192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
		192.168.30.3		255.255.255.0		
f1/1		10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
		12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Habilitado protocolo LDP, Configurado de interfaces Loopback en cada router

The screenshot shows the GNS3 interface with a network diagram and a console window for Router R2. The console output includes the following configuration commands:

```

R2(config)#static
R2(config)#static Configure static label bindings
R2(config)#traffic-eng Configure traffic Engineering parameters
R2(config)#mpls
R2(config)#mpls traffic-eng
R2(config)#mpls traffic-eng Configure Traffic Engineering parameters
R2(config)#mpls
R2(config)#mpls Incomplete command.
R2(config)#ip c7
R2(config)#ip casa cef classless community-list
R2(config)#ip cef
R2(config)#mpls ip
R2(config)#mpls label protocol ldp
R2(config)#interface loopback 0
R2(config-if)#
*Mar 1 03:50:51.235: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback0,
changed state to up
R2(config-if)#ip add 2.2.2.2 255.255.255.0
R2(config-if)#no shu
R2(config-if)#end
R2#
*Mar 1 03:55:13.263: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#
R2(config)#router ospf 10
R2(config-router)#net 2.2.2.2 255.255.255.0 area 0
R2(config-router)#mpls ldp router-id loopback 0
R2(config)#
  
```

On the right side, a table displays the IP addresses for the LAN and WAN interfaces:

	Dirección	IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
f0/0		192.168.10.1		255.255.255.0		
		192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
		192.168.10.3		255.255.255.0		
f0/1		10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
		13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
f0/0		192.168.20.1		255.255.255.0		
		192.168.20.2	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
		192.168.20.3		255.255.255.0		
f0/1		10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
		12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
f0/0		192.168.30.1		255.255.255.0		
		192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
		192.168.30.3		255.255.255.0		
f0/1		10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
		13.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0		
f1/0		192.168.30.1		255.255.255.0		
		192.168.30.2	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
		192.168.30.3		255.255.255.0		
f1/1		10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
		12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

Tabla de encaminamiento con el comando sh ip route.

The screenshot shows a GNS3 environment with a network topology. Router R2 is connected to Switch 2 and PC4. The console window displays the following output for the 'sh ip route' command on R2:

```

R2#sh ip route
R2#
Mar 1 04:07:47.810: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
I - IS-IS, su - IS-IS summary, LI - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
  1.1.1.1 [110/11] via 10.10.0.2, 00:10:33, FastEthernet0/1
O 2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
  2.2.2.0 is directly connected, Loopback0
C 3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
  3.3.3.3 [110/2] via 12.10.0.2, 00:07:20, FastEthernet1/0
O 192.168.30.0/24 [110/11] via 12.10.0.2, 01:26:15, FastEthernet1/0
O 192.168.10.0/24 [110/20] via 10.10.0.2, 01:30:29, FastEthernet0/1
O 192.168.20.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 12.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
O 13.0.0.0/8 [110/11] via 12.10.0.2, 01:26:17, FastEthernet1/0
O 110.0.0.0 [110/11] via 10.10.0.2, 01:30:31, FastEthernet0/1
    
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Tabla de encaminamiento con el comando sh ip route.

The screenshot shows a GNS3 environment with a network topology. Router R3 is connected to R1, R2, and Switch 1. The console window displays the following output for the 'sh ip route' command on R3:

```

R3#sh ip route
R3#
Mar 1 03:54:29.179: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
I - IS-IS, su - IS-IS summary, LI - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
  1.1.1.1 [110/11] via 13.10.0.2, 00:11:01, FastEthernet0/1
O 2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
  2.2.2.2 [110/2] via 12.10.0.1, 00:08:52, FastEthernet1/0
C 3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
  3.3.3.0 is directly connected, Loopback0
C 192.168.30.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O 192.168.10.0/24 [110/20] via 12.10.0.2, 01:26:13, FastEthernet0/1
O 192.168.20.0/24 [110/11] via 12.10.0.1, 01:26:19, FastEthernet1/0
O 10.0.0.0/8 [110/11] via 12.10.0.1, 01:26:15, FastEthernet1/0
C 12.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
O 13.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
    
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24

Habilitado de la forma automática con MPLS, verificación con el comando `sh mpls int` y guardado de la configuración con el comando `wr`.

```

R1
C 192.168.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O 192.168.20.0/24 [110/12] via 13.10.0.1, 01:25:42, FastEthernet1/0
C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 12.0.0.0/8 [110/2] via 13.10.0.1, 01:25:44, FastEthernet1/0
C 13.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router ospf 10
R1(config-router)#
R1(config-router)#mpls ldp autoconfig area 0
R1(config-router)#
R1#sh mpls int
MPLS LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 2.2.2.2:0 (1) is UP
R1(config-router)#do sh mpls int
Interface IP Tunnel Operational
FastEthernet0/1 Yes (ldp) No Yes
FastEthernet1/0 Yes (ldp) No Yes
R1(config-router)#end
R1#wr
MMar 1 04:23:30.196: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#wr
Building configuration...
[OK]
R1#
  
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25

Habilitado de la forma automática con MPLS, verificación con el comando `sh mpls int` y guardado de la configuración con el comando `wr`.

```

R2
C 3.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
O 3.3.3.3 [110/2] via 12.10.0.2, 00:07:20, FastEthernet1/0
O 192.168.30.0/24 [110/11] via 12.10.0.2, 01:26:15, FastEthernet1/0
O 192.168.10.0/24 [110/20] via 10.10.0.2, 01:20:29, FastEthernet0/1
C 192.168.20.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 12.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
C 13.0.0.0/8 [110/11] via 12.10.0.2, 01:26:17, FastEthernet0/1
[110/11] via 10.10.0.2, 01:30:31, FastEthernet0/1
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#router ospf 10
R2(config-router)#mpls ldp autoconfig area 0
R2(config-router)#
R2#sh mpls int
MMar 1 04:16:33.206: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 1.1.1.1:0 (1) is UP
R2(config-router)#do sh mpls int
Interface IP Tunnel Operational
FastEthernet0/1 Yes (ldp) No Yes
FastEthernet1/0 Yes (ldp) No Yes
R2(config-router)#end
R2#wr
MMar 1 04:29:09.854: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#wr
Building configuration...
[OK]
R2#
  
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26

Habilitado de la forma automática con MPLS, verificación con el comando `sh mpls int` y guardado de las configuraciones con el comando `wr`.

The screenshot displays a GNS3 network simulation environment. On the left, a topology diagram shows three routers (R1, R2, R3) connected to two switches (Switch1, Switch2) and two PCs (PC1, PC2). R1 is connected to Switch1, R2 to Switch2, and R3 to both Switch1 and Switch2. The routers are labeled 'Medellin' and 'Bogotá'. The terminal window shows the following configuration commands for R3:

```

3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C 3.3.3.0 is directly connected, Loopback0
C 192.168.30.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.10.0/24 [110/20] via 13.10.0.2, 01:26:13, FastEthernet0/1
C 192.168.20.0/24 [110/11] via 12.10.0.1, 01:26:13, FastEthernet1/0
C 10.10.0.0/8 [110/12] via 12.10.0.1, 01:26:13, FastEthernet1/0
C 12.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
C 13.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet1/0
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#router ospf 10
R3(config-router)#mpls ldp autoconfig area 0
R3(config-router)#
R3#sh mpls int
MPLS: 1 04:03:17.618: SLDP-S-MBRCMG: LDP Neighbor 2.2.2.2:0 (1) is UP
R3(config-router)#
R3(config-router)#
MPLS: 1 04:03:20.766: SLDP-S-MBRCMG: LDP Neighbor 1.1.1.1:0 (2) is UP
Interface      IP          Tunnel  Operational
FastEthernet0/1 Yes (Ldp)  NO      Yes
FastEthernet1/0 Yes (Ldp)  No      Yes
R3(config-router)#end
R3#
MPLS: 1 04:15:31.578: SLDP-S-CORVIO: Configured from console by console
R3#wr
Building configuration...
[OK]
R3#

```

On the right side of the screenshot, a spreadsheet application is open, showing a table with columns for 'Dirección IP', 'RED', 'Mascara', 'Gateway', and 'Hosts'. The table contains several rows of IP address information for LAN and WAN interfaces.

Dirección IP	RED	Mascara	Gateway	Hosts
192.168.10.1		255.255.255.0		
192.168.10.2	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.1	254
192.168.10.3		255.255.255.0		
10.10.0.2	10.10.0.0	255.0.0.0		
13.10.0.2	13.10.0.0	255.0.0.0		
192.168.20.1		255.255.255.0		
192.168.20.2	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1	254
192.168.20.3		255.255.255.0		
10.10.0.1	10.10.0.0	255.0.0.0		
12.10.0.1	12.10.0.0	255.0.0.0		
R3 f0/0		255.255.255.0		
192.168.30.1	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1	254
192.168.30.2		255.255.255.0		
192.168.30.3		255.255.255.0		
R3 f0/1		255.0.0.0		
13.10.0.1	13.10.0.0	255.0.0.0		
R3 f1/0		255.0.0.0		
12.10.0.2	12.10.0.0	255.0.0.0		

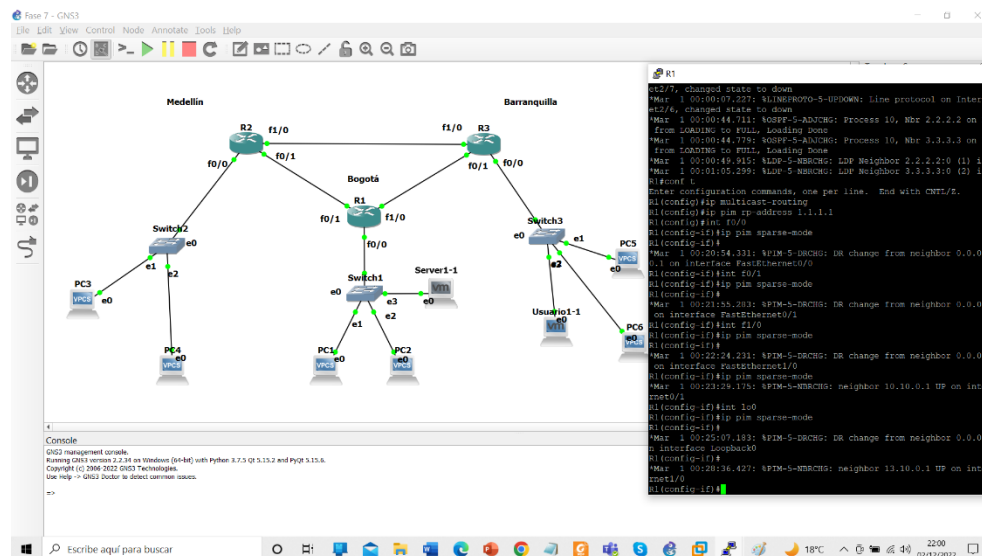
Fuente: Elaboración propia.

Configuración del Protocolo Multicast

Para esto se realizan los siguientes pasos: (i) Configuramos el RP (Rendevuoz point) de nuestra red WAN. Para nuestro caso será el R1 address 1.1.1.1. en cada router de la red WAN R1, R2, R3; (ii) Configuramos cada interfaz de salida con el protocolo pim sparse-mode.

Figura 27

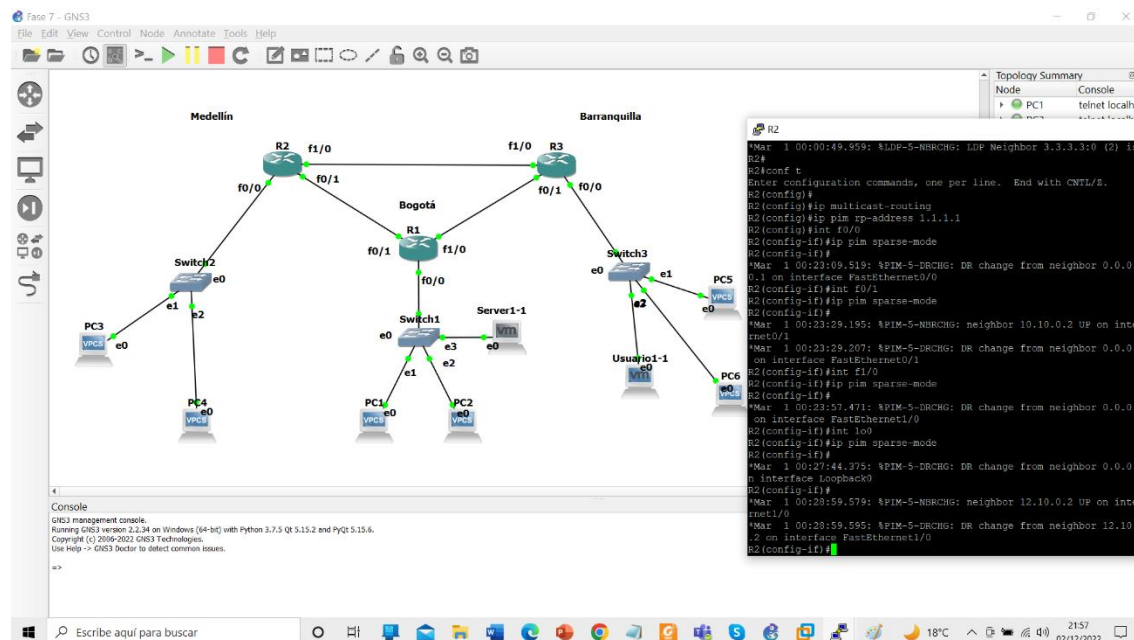
Configuración Multicast R1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28

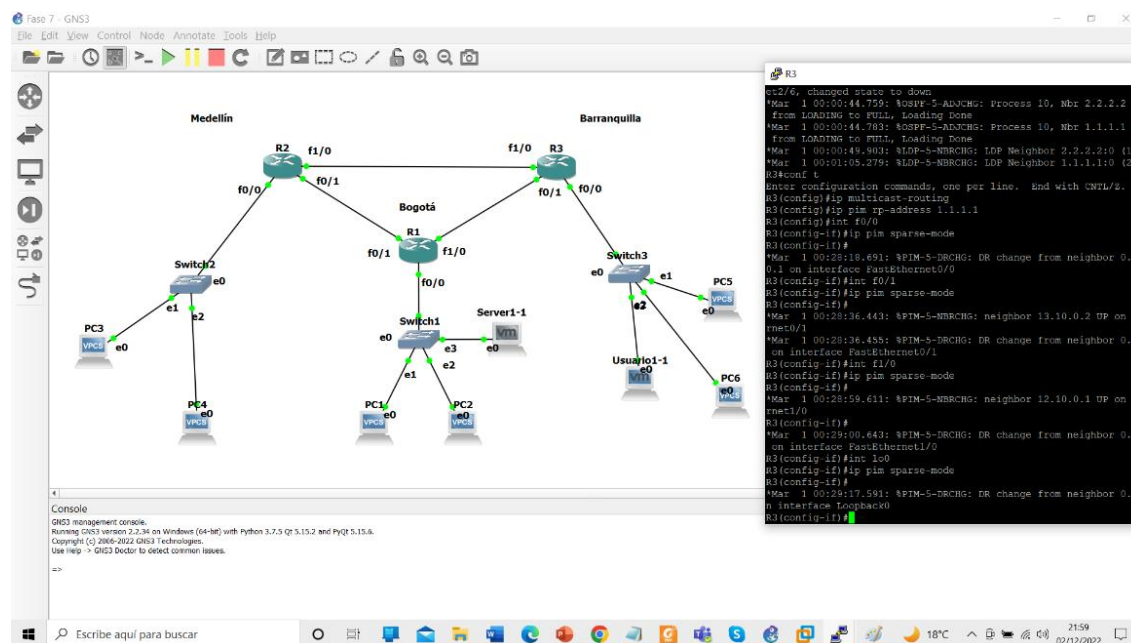
Configuración Multicast R2.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29

Configuración Multicast R3.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez descargada la aplicación de VLC en las máquinas virtuales Server1 y usuario 1 realizamos la configuración del emisor y el receptor de video VLC.

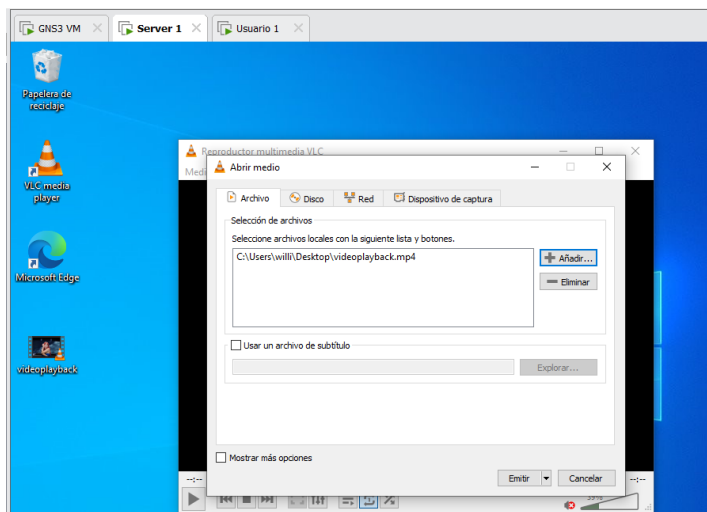
Configuración VLC en Equipo Server 1

Se selecciona la aplicación VLC en el equipo configurado como Server 1, en medio seleccionamos emitir y seguimos los siguientes pasos:

Selección de la Fuente del Video a Transmitir, para Nuestro Caso lo Tenemos en la Ruta que se Evidencia en la Fotografía

Figura 30

Paso 1, configuración de VLC Server 1.

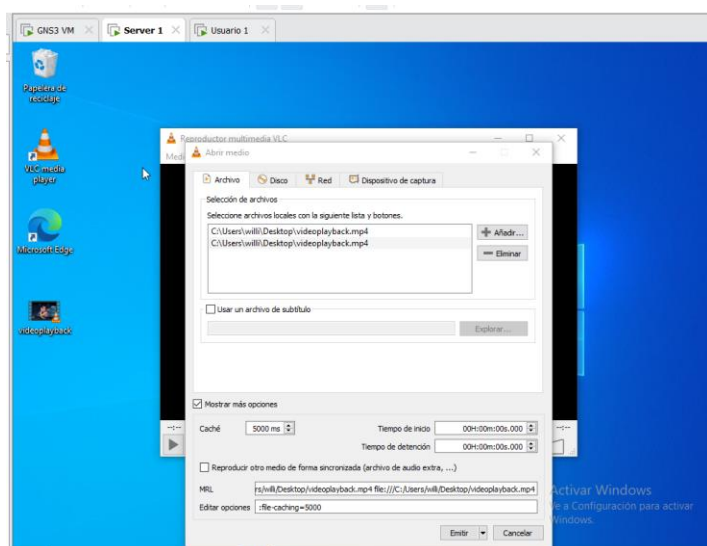


Fuente: Elaboración propia.

Cambio a 5000 ms la Opción Caché

Figura 31

Paso 2, cambio de la opción de caché.

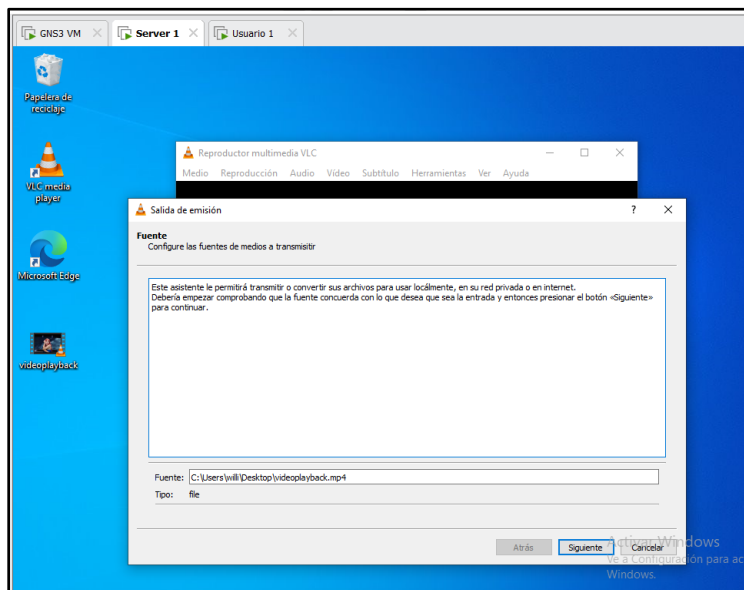


Fuente: Elaboración propia.

Definición Secuencial de Comandos

Figura 32

Paso 3, configuración de VLC Server1.

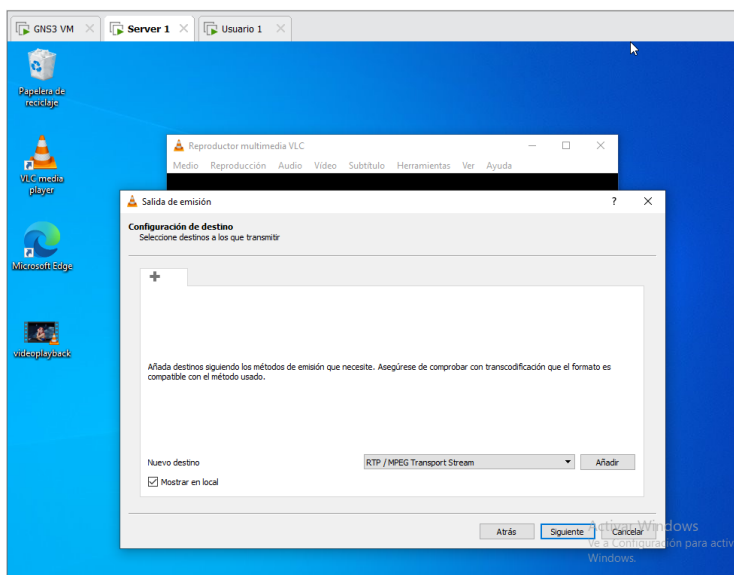


Fuente: Elaboración propia.

Selección en el Protocolo RTP y Mostrar en Local

Figura 33

Paso 4, configuración de VLC Server 1.

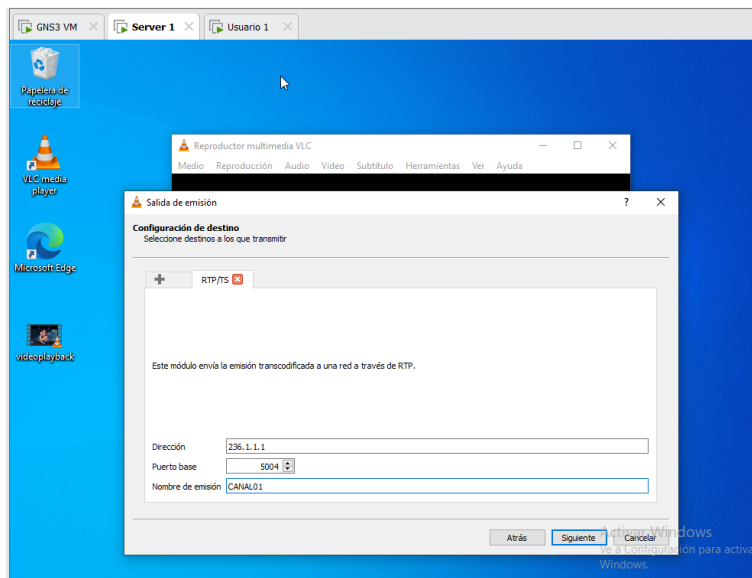


Fuente: Elaboración propia.

Asignación una Dirección Multicast. se Mantiene el Puerto Base y se Asigna un Nombre

Figura 34

Paso 5, configuración de VLC Server 1.

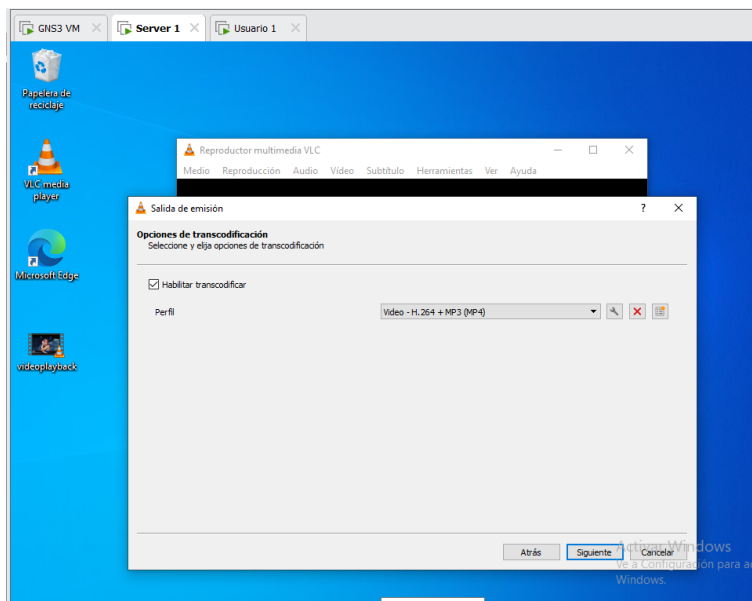


Fuente: Elaboración propia.

Selección de Continuidad de Proceso

Figura 35

Paso 6, configuración de VLC server1.

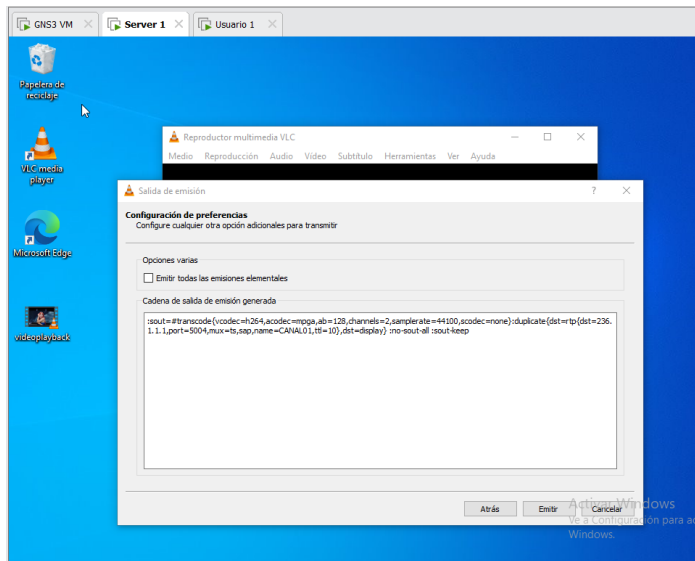


Fuente: Elaboración propia.

Garantizar la Cantidad de Router de la Red WAN con $tll=10$

Figura 36

Paso 7, configuración de VLC Server1.



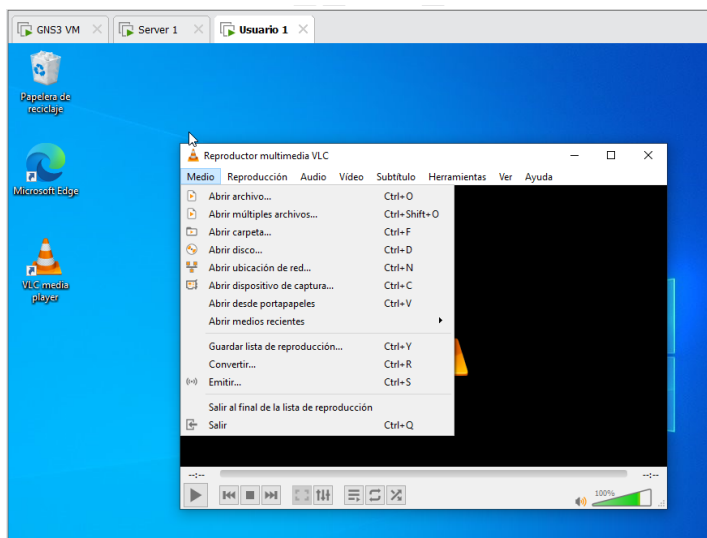
Fuente: Elaboración propia.

Configuración VLC en el Equipo Usuario 1

Selección de la Ubicación de la Red

Figura 37

Paso 1, configuración de VLC Usuario 1.

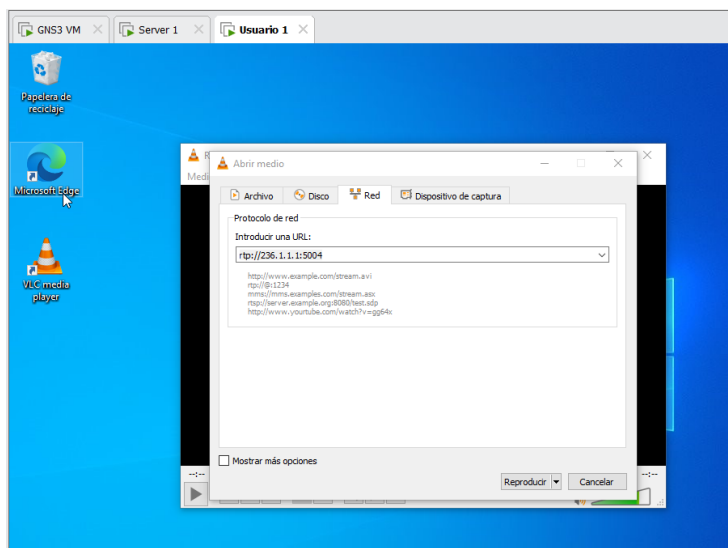


Fuente: Elaboración propia.

Definición de la Dirección Multicas Seguido del Puerto y Selección de Reproducción

Figura 38

Paso 1, configuración de VLC Usuario 1.

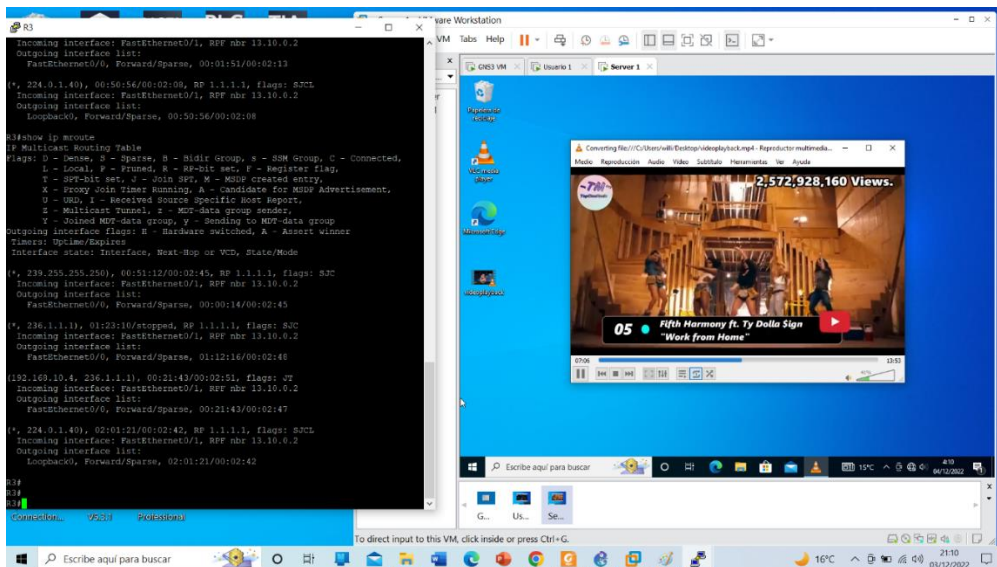


Fuente: Elaboración propia.

Transmisión del Video y Verificación de la Tabla de Protocolo Multicast

Figura 39

Verificación tabla Multicast Server 1.

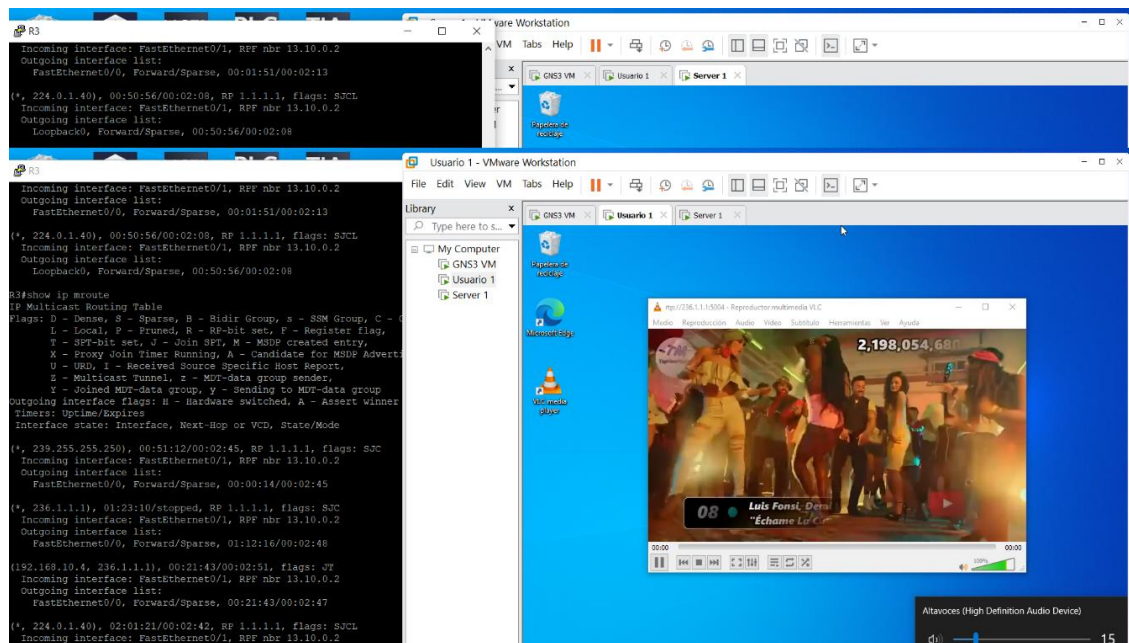


Fuente: Elaboración propia.

Recepción de Video, se Verifica su Tabla Multicast

Figura 40

Verificación tabla Multicast Usuario 1.



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Durante el desarrollo de la práctica de implementación de servicios IPTV y la configuración de las políticas de Calidad de Servicio (QoS) en un entorno de simulación, fue posible evidenciar diferentes problemas que impactaron de manera directa la calidad de transmisión de video, esto asociado a la capacidad de carga dentro de la simulación y a factores propios de configuración dentro del entorno específico. Así, a pesar de que las QoS fueron aplicadas de manera precisa para la gestión de recursos y priorización de tráfico, fueron notables retrasos de transmisión, afectando en mediana escala la calidad que el servicio podía ofrecer.

En consecuencia, uno de los mayores desafíos evidenciados en la simulación fue la alta demanda de recursos asociadas a las configuraciones y pruebas en la computadora utilizada, es decir, este volumen de recursos para la simulación de servicios IPTV sobrecargó la capacidad de procesamiento y memoria, lo que generó una ralentización significativa en la transmisión del video. Por lo que los problemas mencionados, dejaron en evidencia la importancia de tener una adecuada infraestructura y suficiente que permita garantizar un entorno de simulación realista y eficiente.

Por otra parte, en el proceso se hizo uso de GNS3 en donde se presentaron dificultades en el establecimiento de conexiones exitosas con la máquina virtual, así mismo, la configuración de los servidores en la máquina virtual se vio influenciada por múltiples errores asociados a la ausencia de información detallada para su configuración específica, por lo que contar con documentación precisa y clara es una herramienta necesaria para la configuración y procedimientos necesarios, no solo en los casos simulados sino en escenarios físicos y reales relacionados a problemáticas y soportes de la cotidianidad.

De este modo, a raíz de las dificultades experimentadas en el entorno simulado, se puede decir que la mejor forma de llevar a cabo esta práctica sería utilizando equipos reales en un

entorno de laboratorio. La implementación de las configuraciones y pruebas en un entorno físico proporcionaría la capacidad de evaluar y analizar de manera más precisa y realista el rendimiento de la transmisión del video. Esto permitiría identificar y abordar de manera más efectiva los problemas de latencia y retraso, logrando así una entrega más fluida y de mayor calidad de los contenidos multimedia.

Es importante resaltar que las limitaciones encontradas en el entorno simulado no invalidan los conceptos y principios estudiados en relación con los mecanismos de QoS y la implementación del servicio de IPTV. Sin embargo, estas dificultades destacan la importancia de considerar las condiciones reales del entorno al implementar soluciones prácticas y la necesidad de contar con recursos adecuados para garantizar un rendimiento óptimo.

Referencias Bibliográficas

Colomé, P. [Paulo Colomé]. (2020, 12 de diciembre). Fundamentos de Multicast + Ejemplo de

IPTV en GNS3 [video]. Youtube. <https://youtu.be/3hco1ebiqo8>

Juan Velarde Sagastegui (INICTEL-UNI) (2010) Calidad de servicio en Internet.

http://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/calidad_e.asp

Torres Silva, P. (2017, 18 de julio). Introducción redes MPLS. [video]. Repositorio Institucional

UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12659>

Trejo, O. (2021, 14 de enero). Arquitectura General del Protocolo MPLS. [video].

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38969>