

**METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE  
SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA  
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

**DIRECTOR  
ING. CARLOS ANDRES CUESTA YEPES.**

**INVESTIGADORES**

**EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO  
FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARTAGENA DE INDIAS D.T y C. 2015**

**METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE  
SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA  
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

**LINEA DE INVESTIGACION: TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y LAS  
COMUNICACIONES**

**DIRECTOR  
ING. CARLOS ANDRES CUESTA YEPES.**

**INVESTIGADORES  
EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO  
FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARTAGENA DE INDIAS D.T y C. 2015**

## AGRADECIMIENTOS

- ✓ A Dios todopoderoso por mantenerme con vida y guiarme a través de este proceso.
- ✓ Un agradecimiento muy especial a mis padres Edgardo Enrique Díaz Montes y Nina Mercedes del Castillo Pacheco, por ser tan buenos ejemplos a seguir, mis guías y por ser quienes me dieron la vida.
- ✓ A toda mi familia, que han estado siempre presente en mi vida apoyándome en las buenas y en las malas, en especial mis hermanos Edgardo Javier Díaz Pérez y María José Díaz del Castillo.
- ✓ Agradezco a la familia Ensuncho Pareja, y en especial a mi novia Eva por estar a mi lado apoyándome, comprendiéndome y ayudándome siempre y en cada momento.
- ✓ A mi compañero de tesis Freddy Andrés Pertuz Prieto y su familia, por el esfuerzo y cooperación para sacar adelante este proyecto.
- ✓ A mis amigos y a todas las personas que de alguna u otra forma me han ayudado a lo largo de la carrera; Hermes Padilla, Rafael Celedón, Carlos Ensuncho, Luis Zabala y cada una de mis amistades de la Universidad de Cartagena.
- ✓ Un agradecimiento especial al Ing. Carlos Plaza Marrugo, quien nos ayudó y acompañó durante el proceso de montaje y pruebas del sistema en la sede de San Pablo.
- ✓ Muchos agradecimientos para nuestro director de tesis Ing. Carlos Cuesta Yepes por ser un apoyo importante y brindarnos el tema de investigación de este documento y a nuestro Evaluador Ing. Plinio Puello Marrugo por su valiosa ayuda y recomendaciones para mejorar esta tesis.
- ✓ Al Ing. Miguel Ángel Licero Gualdrón, trabajar a su lado me enseñó muchos conceptos enmarcados en este documento y su tesis de grado sirvió como material de investigación para nuestro documento.
- ✓ A los profesores y personal de la Universidad de Cartagena en general, que a lo largo de la carrera me brindaron los conocimientos y experiencia necesaria para desarrollar este documento.

***Edgardo José Díaz del Castillo***

## CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABLAS .....	8
GLOSARIO .....	9
1. RESUMEN .....	14
1.1 ABSTRACT.....	14
2. INTRODUCCION .....	15
2.1 JUSTIFICACION .....	16
3. MARCO DE REFERENCIA.....	17
3.1 ESTADO DEL ARTE .....	17
3.1.1 Prospectiva educativa nivel internacional .....	17
3.1.2 Prospectiva educativa a nivel nacional .....	18
3.1.3 Prospectiva educativa a nivel regional .....	19
3.2 MARCO TEORICO .....	20
3.2.1 Red de área local .....	20
3.2.2 Topologías de red LAN.....	22
3.2.3 Protocolo de red.....	24
3.2.4 Modelo OSI .....	24
3.2.5 Protocolo TCP/IP .....	32
3.2.6 Video Digital Comprimido.....	37
3.2.7 Sistema NTSC .....	38
3.2.8 Sistema PAL.....	39
3.2.9 Sistema SECAM .....	40
3.2.10 Digitalización .....	42
3.2.11 Compresión digital.....	43
3.2.12 Ambientes cliente/servidor .....	51
3.2.13 Arquitectura.....	52
4. OBJETIVOS Y ALCANCES.....	55
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	55
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	55
4.3 ALCANCE.....	55
5. METODOLOGIA .....	56

5.1 METODOLOGIA DE LA TESIS .....	57
5.1.1 FASE 1: Recolección de datos.....	57
5.1.2 FASE 2: Diseño y estudio del sistema para identificación de requerimientos .....	58
5.1.3 FASE 3: Montaje de los escenarios de prueba del servicio de streaming para estudio de las herramientas y variables implicadas. ....	73
5.1.4 FASE 4: Evaluación del resultado de investigación .....	103
5.1.5 FASE 5: Elaboración de la metodología para la implementación de la infraestructura de red de servicios webcast en la Universidad de Cartagena	103
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	106
6.1 ANALISIS DE VARIABLES DE FUENTES SECUNDARIAS.....	106
6.1.1 Tecnología de streaming .....	106
6.1.2 Arquitectura de la implementación .....	108
6.1.3 Metodología de diseño de la solución .....	109
6.1.4 Herramienta de Streaming seleccionada .....	110
6.1.5 Códec de compresión de video.....	111
6.2 RESULTADOS FASE 1: RECOLECCIÓN DE DATOS.....	112
6.3 RESULTADOS FASE 2: DISEÑO Y ESTUDIO DEL SISTEMA PARA IDENTIFICACION DE REQUERIMIENTOS .....	112
6.4 RESULTADOS FASE 3: ELABORACION DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE SERVICIOS WEBCAST .....	112
6.4.1 Transmisión de datos multimedia por difusión en una red LAN a través de VLC.....	112
6.4.2 Discusión de resultados de transmisión de datos multimedia por difusión en una red LAN a través de VLC .....	115
6.4.3 Escenarios estudiados en ambiente no agresivo .....	115
6.4.4 Discusión de resultados de escenarios en ambiente no agresivo.....	119
6.4.5 Escenarios estudiados en ambiente agresivo .....	120
6.4.6 Discusión de resultados en ambientes agresivos .....	129
7. CONCLUSIONES .....	131
8. RECOMENDACIONES .....	132
9. BIBLIOGRAFIA .....	133
ANEXOS .....	136
Anexo A. Creación de contenido multimedia webcast con Microsoft Producer.	136

Anexo B. Información solicitada al coordinador de la división del Programa Ingeniería de Sistemas a Distancia. ....	140
Anexo C. Información solicitada al jefe de la División de Sistemas de la Universidad de Cartagena .....	141
Anexo D. Carta dirigida al jefe de la División de Sistemas de la Universidad de Cartagena solicitando información sobre el estado actual de la infraestructura de red de la Universidad de Cartagena .....	145
Anexo E. Encuestas de satisfacción sobre el uso del servicio de transmisión webcast realizada a estudiantes de la Universidad de Cartagena. ....	146
Encuesta 1 .....	146
Encuesta 2 .....	148
Encuesta 3 .....	150
Encuesta 4 .....	152
Encuesta 5 .....	154

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Topologías físicas de red LAN .....	23
Ilustración 2. Modelo OSI .....	25
Ilustración 3. Modelo TCP/IP .....	32
Ilustración 4. Orden Protocolos TCP/IP por capa OSI .....	34
Ilustración 5. Proceso de digitalización .....	42
Ilustración 6. Proceso Codificación Asíncrona .....	46
Ilustración 7. Variación de la tasa de bits para videos de diferentes resoluciones usando el códec MPEG4 .....	50
Ilustración 8. Arquitectura cliente/servidor en 2 niveles .....	53
Ilustración 9. Arquitectura cliente/servidor en 3 niveles .....	53
Ilustración 10. Diagrama de Contexto .....	59
Ilustración 11. Diagrama de primer nivel del sistema. ....	60
Ilustración 12. Diagrama de primer nivel del sistema. ....	62
Ilustración 13. Tarjeta Capturadora de Video PCI .....	64
Ilustración 14. Tarjeta Captura de Video USB 3.0 .....	64
Ilustración 15. Tarjeta Capturadora de Video SDI .....	65
Ilustración 16. Calculo de ancho de Banda requerido para Streaming a 30 clientes	73
Ilustración 17. Emisión de archivo multimedia a través de VLC en la máquina servidor. ....	75
Ilustración 18. Selección de archivo de video a transmitir en la máquina servidor	75
Ilustración 19. Selección del modo de transmisión de datos en el servidor .....	76
Ilustración 20. Selección de la extensión del archivo encapsulado (estándar de compresión) .....	76
Ilustración 21. Finalización de la configuración de la transmisión .....	77
Ilustración 22. Opción Abrir ubicación de Red en VLC de la máquina cliente .....	77
Ilustración 23. Selección de la dirección web de la transmisión en el cliente .....	78
Ilustración 24. Información de códec de la transmisión en el cliente .....	78
Ilustración 25. Estadísticas de la transmisión en el cliente .....	79
Ilustración 26. Configuración de los medios de entrada de audio y video .....	80
Ilustración 27. Método de conexión con el servidor tipo “pull” .....	81
Ilustración 28. Elección de puerto de emisión y URL de conexión .....	81
Ilustración 29. Escogencia de codificación de audio y video .....	82
Ilustración 30. Resumen y finalización de la configuración de la transmisión .....	83
Ilustración 31. Nombre para el punto de publicación .....	83
Ilustración 32. Selección de la fuente de alimentación de la transmisión .....	84
Ilustración 33. Selección del tipo de transmisión .....	84
Ilustración 34. Selección de dirección URL o IP del Encoder .....	85
Ilustración 35. Resumen de la transmisión a configurar .....	85
Ilustración 36. Resumen de la configuración del punto de publicación .....	86
Ilustración 37. Creación del anuncio de difusión .....	86
Ilustración 38. Creación del archivo de anuncio y de la página web de reproducción .....	87

Ilustración 39. Edición de metadatos del anuncio .....	87
Ilustración 40. Finalización y creación de página web de visualización .....	88
Ilustración 41. Reproducción de la transmisión en explorador web Internet Explorer 8 .....	88
Ilustración 42. Selección de nombre de punto de publicación .....	90
Ilustración 43. Selección del tipo de contenido .....	90
Ilustración 44. Selección de tipo de punto de publicación.....	91
Ilustración 45. Selección punto de publicación nuevo o existente.....	91
Ilustración 46. Selección de ubicación del archivo a transmitir .....	92
Ilustración 47. Selección de archivos multimedia.....	92
Ilustración 48. Selección de ubicación de la lista de reproducción.....	93
Ilustración 49. Selección del orden de reproducción del contenido.....	93
Ilustración 50. Resumen de punto de publicación.....	94
Ilustración 51. Pagina web con reproductor WM incrustado .....	95
Ilustración 52. Configuración de port forwarding en router.....	98
Ilustración 53. Configuración de reglas en firewall.....	99
Ilustración 54. Ejemplo de red común sin QoS.....	101
Ilustración 55. ejemplo de red común con QoS.....	102
Ilustración 56. Grafica de paquetes TCP enviados por segundo enviado por la máquina emisora.....	113
Ilustración 57. Grafica de paquetes TCP recibidos por segundo por la máquina receptora.....	113
Ilustración 58. Grafica de paquetes HTTP sniffeados durante la transmisión .....	114
Ilustración 59. Estadísticas del sniff de red .....	114
Ilustración 60. Grafica paquetes enviados Vs paquetes recibidos .....	116
Ilustración 61. Paquetes HTTP durante la transmisión .....	116
Ilustración 62. Información de transmisión de paquetes TCP entre máquinas....	117
Ilustración 63. Trafico RTP y RTSP durante la transmisión.....	118
Ilustración 64. Grafica de RTP .....	119
Ilustración 65. Registros de paquetes RTP y RTSP durante la transmisión.....	120
Ilustración 66. grafica del flujo de paquetes FTP vs RTP.....	121
Ilustración 67. estadística de jerarquía de protocolos.....	122
Ilustración 68. Conversaciones RTP entre servidor y cada uno de los clientes. .	123
Ilustración 69. Información detallada de una conversación RTP seleccionada...	123
Ilustración 70. Resumen y estadística de la transmisión.....	124
Ilustración 71. Grafica del tráfico TCP entre administrador y servidor durante la transmisión.....	125
Ilustración 72. Registros de paquetes RTP y RTSP durante la transmisión.....	126
Ilustración 73. Grafica de tráfico FTP vs TCP vs RTP durante la transmisión.....	126
Ilustración 74. Estadística de jerarquía de protocolos.....	127
Ilustración 75. Conversaciones RTP entre máquina servidor y los clientes .....	127
Ilustración 76. Información detallada de una conversación RTP seleccionada...	128
Ilustración 77. Resumen estadístico de paquetes durante la transmisión.....	128
Ilustración 78. Consumo de ancho de banda de una transmisión de video usando el código WMV.....	129

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro comparativo de tecnologías de streaming. ....	107
Tabla 2. Cuadro comparativo de arquitecturas de cliente/servidor. ....	108
Tabla 3. Cuadro comparativo de modelos de diseño. ....	109
Tabla 4. Cuadro comparativo de herramientas de streaming. ....	110
Tabla 5. Cuadro comparativo de códecs. ....	111

## GLOSARIO

**ACL:** Una lista de control de acceso o ACL (del inglés, access control list) es un concepto de seguridad informática usado para fomentar la separación de privilegios. Es una forma de determinar los permisos de acceso apropiados a un determinado objeto, dependiendo de ciertos aspectos del proceso que hace el pedido.

**ActiveX:** ActiveX es un entorno para definir componentes de software reusables de forma independiente del lenguaje de programación. Las aplicaciones de software pueden ser diseñadas por uno o más de esos componentes para así proveer su correspondiente funcionalidad.

**Ancho de banda:** Corresponde a la cantidad de datos promedio que se pueden mandar en un intervalo de tiempo, generalmente se expresa en byte/seg.

**ASF:** Advanced Streaming Format (o ASF, posteriormente renombrado a Advanced Systems Format) es un formato contenedor digital propiedad de Microsoft, diseñado especialmente para el streaming. El formato no especifica cómo debe ser codificado en vez de eso sólo especifica la estructura del flujo de video/audio. Los archivos ASF pueden codificarse con prácticamente cualquier códec, sin que deje de ser formato ASF.

**ASX:** El formato Advanced Stream Redirector (ASX) es un tipo de metadato XML diseñado para almacenar listas de Archivos Multimedia de Windows para presentaciones multimedia. Se usa frecuentemente en servidores de vídeos en streaming donde se precisa ejecutar consecutivamente múltiples archivos ASF.

**Buffer:** un buffer de datos es un espacio de la memoria en un disco o en un instrumento digital reservado para el almacenamiento temporal de información digital, mientras que está esperando ser procesada. Por ejemplo, un analizador TRF tendrá uno o varios buffers de entrada, donde se guardan las palabras digitales que representan las muestras de la señal de entrada. El Z-Buffer es el usado para el renderizado de imágenes 3D.

**Codec:** es la abreviatura de codificador-decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal. Los códecs pueden codificar el flujo o la señal (a menudo para la transmisión, el almacenaje o el cifrado) y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones.

**Contenedor:** un contenedor es un tipo de formato capaz de almacenar en el diferentes tipos de archivos, generalmente los utilizan para el almacenamiento de

códec de audio y video.

**Contenido multimedia:** se utiliza para referirse a cualquier objeto o sistema que utiliza múltiples medios de expresión físicos o digitales para presentar o comunicar información. De allí la expresión multimedia. Los medios pueden ser variados, desde texto e imágenes, hasta animación, sonido, video, etc.

**Conversión de protocolo:** procedimiento que permite conmutar desde un protocolo a otro.

**Dirección IP:** un número de 32 bits que es la dirección IP exclusiva de cada equipo o dispositivo.

**Distribución:** entrega de una secuencia ASF de un servidor a otro.

**Enrutamiento multicast:** Utilizado para realizar la transmisión de un determinado emisor a diversos receptores, esta tecnología es utilizada para realizar transmisión por difusión.

**Enrutamiento unicast:** Utilizado para realizar la transmisión de la información de un determinado emisor a un solo destino o receptor, este tipo de tecnología es comúnmente usada para ofrecer servicios de video bajo demanda (VoD)

**Frame:** Un frame, fotograma o cuadro es una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación. La continua sucesión de estos fotogramas producen a la vista la sensación de movimiento, fenómeno dado por las pequeñas diferencias que hay entre cada uno de ellos. La frecuencia es el número de fotogramas por segundo que se necesitan para crear movimiento.

**Internet:** es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, lo cual garantiza que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

**Intranet:** es una red informática que utiliza la tecnología del Protocolo de Internet para compartir información, sistemas operativos o servicios de computación dentro de una organización. Este término se utiliza en contraste con Extranet, una red entre las organizaciones, y en su lugar se refiere a una red dentro de una organización.

**Interpolación de cuadros:** es una técnica que consiste en la predicción de un cuadro o imagen con respecto a una imagen de referencia mediante algoritmos matemáticos, este método es comúnmente implementado en los codificadores para crear nuevas imágenes con menor cantidad de bits.

**Metadato:** son datos que describen otros datos. En general, un grupo de metadatos se refiere a un grupo de datos, llamado recurso.

**Microsoft Internet Explorer:** explorador Web basado en Windows producido por Microsoft Corporation.

**MSBD:** Media Streaming Broadcast Multimedia o protocolo de distribución por difusión de secuencia multimedia es un protocolo utilizado para comunicarse con un codificador.

**Paquete:** unidad de datos que se trasmite a través de una red.

**Pixel:** unidades en las que se divide el área grafica de una imagen.

**Programa:** una o más secuencias con contenido multimedia. Un programa es un contenedor de secuencias.

**Protocolo:** corresponde al conjunto de reglas o normas que se emplean en los equipos para poder establecer una comunicación, estos son determinantes en gran parte en el diseño y la estructura de los equipos y se puede encontrar a nivel de hardware y software.

**Puerto:** Ubicación del servidor desde el que se transmiten secuencias de contenido a un cliente.

**Punto de publicación:** directorio virtual que se utiliza para almacenar contenido que está disponible para clientes.

**Relleno:** espacio vacío que se agrega a un paquete de una secuencia de contenidos para mantener constante el tamaño del paquete.

**Reproductor:** un programa o control de cliente que recibe contenido enviado en forma de secuencias desde un servidor multimedia.

**Reproductor de Windows Media de Microsoft:** un programa o control de cliente que recibe secuencias multimedia desde un servidor o en forma local desarrollado por Microsoft.

**Router:** dispositivo de capa 3 que conecta dos o más redes y transporta datos.

**Secuencia:** datos multimedia transmitidos a través de una red. La secuencia permite que el reproductor comience a mostrar los datos inmediatamente, en lugar de esperar a que se descargue todo el archivo.

**Seguridad:** proceso de controlar el acceso a los recursos basándose en credenciales y permisos de usuario.

**Servidor de seguridad (Firewall):** un sistema o combinación de sistemas que impone un límite entre dos o más redes y mantiene a los usuarios no autorizados fuera de las redes privadas.

**Servidor proxy:** equipo servidor que controla el tráfico de Web entre redes de área local e internet u otras intranets.

**Tecnologías de Windows Media:** herramientas de Windows Media que permiten crear contenido ASF para su distribución a los clientes mediante los servicios de Windows Media para ser reproducidos con el Reproductor de Windows Media.

**Tiempo de vida (TTL):** un valor que define el número de enrutadores a través de los que puede pasar una multidifusión antes de que un router la detenga.

**UDP:** User Datagram Protocol es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción.

**Velocidad de Bits:** la velocidad a la que se puede transmitir en secuencias el contenido binario a través de una red. Normalmente se mide en Kilobits por segundo (Kbps).

**Velocidad de cuadro:** la velocidad a la que cambian los cuadros. Una velocidad de cuadros elevada produce mejor calidad de imagen.

**WME:** Windows Media Encoder es una versión descargable de un decodificador de contenido multimedia desarrollado por Microsoft el cual tiene disponible opciones para capturar o convertir contenido en vivo o audio/video pregrabado a un formato de Windows Media (Aplica para transmisiones en vivo y por demanda)

**WMS:** Windows Media Service es un servidor de contenidos multimedia en streaming, de Microsoft que permite al administrador generar contenidos en directo (audio/video). Solo Windows Media Audio, JPEG y los formatos MP3 son soportados. WMS es el sucesor de NetShow Services. De forma adicional al streaming, WMS también tiene las funciones siguientes: cache y grabación de las emisiones, forzado de autenticación, limitación de conexiones, restricción de accesos, uso de múltiples protocolos, generador de estadísticas de uso, y corrección de errores de emisión

**“... Así pues cualquier proyecto que implique utilización de las TIC, cambios metodológicos, formación de los profesores universitarios, etc. constituye una innovación. En este sentido, creemos que aquellas universidades que no contemplen cambios radicales en relación a los medios didácticos y a los sistemas de distribución de la enseñanza pueden quedar fuera de la corriente innovadora que lleva a las nuevas instituciones universitarias del futuro.”**

**(Salinas, 1999)**

# 1. RESUMEN

La presente tesis está orientada a la implementación de una infraestructura de red que soporte servicios webcast para apoyo docente que optimice el aprendizaje de los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena.

Inicialmente la metodología se desarrolló llevando a cabo un estudio detallado de las tecnologías a implementar (streaming, infraestructura de red, QoS). Posteriormente se realizó una investigación de diversos tipos de aplicaciones que pueden ser implementados como servidores, administradores y clientes en la red de streaming. Finalmente se construyeron los escenarios de prueba con las herramientas seleccionadas y se realizaron los análisis de tráfico que llevaron a obtener resultados significantes.

Al término de esta investigación se obtuvo como resultado un modelo de referencia para futuras investigaciones que tengan por objeto la identificación de sistemas que busquen mejorar la comunicación entre docentes y estudiantes a través de una infraestructura de red sólida que soporte transmisiones críticas (voz y video). Como conclusión, los procedimientos enmarcados en esta metodología garantizan la implementación de un servicio de streaming con calidad para la población estudiantil seleccionada que pretende brindar beneficios al proceso de aprendizaje y comunicación entre docentes y estudiantes.

## 1.1 ABSTRACT

This thesis is aimed at the implementation of a network infrastructure that supports webcast services that optimize student learning of the remote program of systems engineering from the University of Cartagena through a methodology.

Initially, the methodology was developed conducting a detailed analysis of the technologies to be implemented (streaming, network infrastructure, QoS). Subsequently, an investigation of various types of applications that can be implemented as servers, managers and clients in the network of streaming was performed. Finally, the test scenarios were constructed with selected tools and traffic analysis that led us to obtain significant results were performed.

Upon completion of this research was obtained as a result, a reference model for future research aimed at identifying systems that seek to improve communication between teachers and students through a solid network infrastructure that supports transmissions criticism (voice and video). In conclusion, framed procedures in this methodology ensure us the implementation of a quality streaming service for the selected student population that is intended to provide benefits to the learning process and communication between teachers and students.

## 2. INTRODUCCIÓN

El manejo de la información se ha convertido desde hace mucho tiempo en una herramienta esencial para administrar sistemas de cualquier tipo. El flujo de información, apoyada en las tecnologías que se tienen disponibles para el manejo de la misma, está condicionando hoy en día el éxito que alcanzan las organizaciones, dentro de estas, las educativas que constantemente han estado implementando distintos métodos de aprendizajes que mejor se amolden a las necesidades del medio, como sería el caso de la educación a distancia. Este tipo de situación requiere de una estrategia óptima de manejo de información entre docentes y estudiantes para obtener resultados académicos positivos. Gracias al avance tecnológico, las organizaciones educativas cuentan con un abanico de posibilidades para implementar sistemas que les facilite la administración de la información. Por ejemplo en la Universidad de Granada en España, se maneja una plataforma de apoyo a la docencia conocida como SWAD la cual funciona sobre una infraestructura de red que soporta servicios para la transmisión de clases en vivo.

El Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena cuenta con una plataforma donde se provee a estudiantes y docentes de material educativo para el proceso de aprendizaje pero que podría limitar la interacción o el seguimiento constante entre docente y estudiantes, lo cual no es bueno para las intenciones de la universidad en términos de excelencia académica. Entonces ¿Cómo aumentar la interactividad de la información y mejorar la relación docente-estudiante y los procesos de aprendizaje del estudiantado del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena?

La carencia de una herramienta verdaderamente óptima, como lo sería la transmisión de servicios multimedia soportados en una infraestructura de red, tales como la transmisión de clases en vivo (streaming), clases en diferido (VoD), y presentación de diapositivas sincronizadas con la ponencia del docente sería un componente que justificaría la elaboración de una metodología para la implementación de una infraestructura de red que soporte servicios webcast para apoyo docente en el Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena que le permitiría luego al programa contar con estos servicios.

Este proyecto propone cambios y avances en la comunicación y la información, presenta retos y exigencias a la educación que se ofrece actualmente ya que promueve otras formas de aprender mediante la tecnología planteada, se redefinen las prácticas cognitivas al sugerir otro pensamiento, otra manera de organizar y construir el conocimiento, requeridos por el uso de nuevos recursos tecnológicos. De ahí la motivación para construir esta guía metodológica, desarrollada a través de una serie de pruebas en distintos escenarios soportados previamente por una investigación teórica, que oriente en la implementación de una infraestructura de red que soporte transmisión de servicios multimedia.

## 2.1 JUSTIFICACIÓN

Para poder generar conocimiento se necesita información y un método de aprendizaje para asimilar esta misma. El manejo y flujo de la información se han mejorado hoy en día gracias a la globalización que con la ayuda de los nuevos avances tecnológicos hacen más sencilla la transmisión de voz, dato y video.

Además, gracias a la existencia de portales web y el uso del internet, se ha mejorado la experiencia de adquirir conocimiento a través de métodos de aprendizaje más versátiles y fáciles de utilizar para cualquier persona. Estos métodos utilizan herramientas, que tienen como fin agilizar y mejorar la continuidad del proceso de aprendizaje, haciéndolo más sencillo e interactivo y además permiten que la información sea más accesible para todos. Ejemplo claro de estas herramientas son las innovadoras plataformas de apoyo a los docentes, las cuales se definen como una herramienta, en este caso web, en la que se puede subir material de estudio y contenidos temáticos, sobre algún ámbito o materia para que sea de utilidad a los estudiantes. Esto con el fin de distribuir información de manera más rápida y esté disponible para la mayoría de las personas sin necesidad de tan siquiera salir de sus casas.

La Universidad de Cartagena, carece de una infraestructura en la cual se puedan manejar procesos críticos como la transmisión de video y webcast. Al construir una metodología para la implementación de una infraestructura de red que soporte servicios webcast, se está brindando la posibilidad de contar con una gran herramienta de estudio y mejora en el proceso continuo de aprendizaje de los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia en la Universidad de Cartagena. Además, serviría como una herramienta de apoyo docente, ya que le brindaría a este, nuevas opciones para mejorar la interacción con el estudiante a través de servicios multimedia soportados en esta red, tales como la transmisión de clases en vivo (streaming), clases en diferido (VoD), presentación de diapositivas sincronizadas con la ponencia del docente, etc. Lo cual estaría generando nuevas formas de apoyar al docente en su intención de hacerle accesible la información al estudiante a distancia.

La utilidad que generaría el desarrollo de esta metodología desde el punto de vista de la institución y local se vería reflejada en el hecho de evidenciar una base bien documentada en la que se mostrarían los pasos a seguir para la implementación de una red que soporte servicios webcast, de manera que se le brinde la posibilidad a cualquier organización con fines educativos que desee implementar este proyecto, de tener un punto de referencia documental.

## 3. MARCO DE REFERENCIA

### 3.1 ESTADO DEL ARTE

Las infraestructuras de red para plataformas de servicios webcast son un tema de mucha aplicación en la actualidad, de hecho el término o la familiarización de este servicio se viene tratando desde inicios de esta década. Este servicio es de gran utilidad ya que da acceso a transmisiones críticas (video y audio) ya sea en directo o diferido a cualquier persona en el planeta que maneje una conexión a internet. Dado esto, diferentes tipos de organizaciones, ya sean empresas, organizaciones o instituciones, usan los recursos y ventajas que conlleva administrar una infraestructura de red sólida sobre la cual pueda ejecutarse una plataforma de webcast.

A pesar de la gran funcionalidad que ofrece el uso de plataformas webcast, pocas instituciones educativas hacen uso de estas herramientas, ya sea por falta de investigación en la temática o simplemente no manejan un gran número de estudiantes a distancia que justifique el desarrollo de la idea

Para mostrar la funcionalidad del uso de estas plataformas, se evidenció las diferentes aplicaciones que se le ha dado, tanto en el ámbito empresarial como educativo, haciendo énfasis en este último a nivel internacional, nacional y regional.

#### 3.1.1 Prospectiva educativa nivel internacional

Desde el punto de vista educativo, muchas organizaciones han usado esta tecnología para mejorar la comunicación docente-estudiante, esto permite eventos tales como el manejo clases online, guardar videos o diapositivas con audio, los cuales pueden ser accedidos por estudiantes de dicha institución.

Tal como el caso de la Universidad de Granada en España, donde se maneja una plataforma de apoyo a la docencia conocida como SWAD. Esta plataforma de webcast que corre sobre su propia infraestructura de red sólida no solo es conocida por su aplicación web sino que también está disponible para Smartphones o tablets. (UNIVERSIDAD DE GRANADA, 2013)

En la Universidad de Costa Rica, el centro de informática desarrolló una infraestructura de red multimedia que soporta webcast y por ende la transmisión de datos a través de streaming, además de esto brindan dicho servicio de manera pública, es decir, prestan su red multimedia para que otras entidades hagan uso de estas y puedan realizar transmisiones críticas con mayor facilidad. (UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 2013)

Otra organización educativa que hace uso de infraestructura de red para uso de estas plataformas es la universidad la Salle Cancún, en México. La cual tiene una

plataforma webcast donde se pueden visualizar videoconferencias, tener acceso a una plataforma educativa moodle y un calendario de eventos donde se notifica en fechas habrán transmisiones online. (UNIVERSIDAD LA SALLE CANCUN, 2013)

El San Antonio College ubicado en Texas, Estados Unidos, también hace uso de una plataforma de webcasting, que corre sobre una red multimedia, basada en la herramienta que ofrece la empresa mediasite que también se encarga de desarrollar aplicaciones para la creación de páginas que manejen contenido webcast. (SAN ANTONIO COLLEGE, 2013)

Además de las instituciones anteriormente mencionadas, existen muchas otras que utilizan los servicios brindados por la compañía desarrolladora de software conocida como Blackboard (BLACKBOARD LEARN, 2013). Esta compañía brinda servicio de plataforma webcast a más de 2200 instituciones en más de 60 países con el fin de implementar soluciones de e-learning en las instituciones educativas, esto ha sido posible gracias a que tienen una basta y rígida infraestructura de red propia que permite el flujo de transmisiones críticas garantizando un buen funcionamiento ya que esta creada bajo estrictas normas de calidad de servicio para creación de redes multimedia (QoS). Esta infraestructura de red tiene sus servidores ubicados en los Estados Unidos y desde allí prestan los servicios de streaming a los demás países. A nivel internacional, existen muchas instituciones educativas que usan los servicios de red multimedia y servidores de Blackboard, al igual que su plataforma web; entre estas están la Universidad del Pacífico en Perú, la Universidad de Puerto Rico y la Pontificia Universidad Javeriana.

En México, el cual es el país donde más años lleva funcionando el servicio de Blackboard, las universidades que cuentan con este recurso son. (UABC) Universidad Autónoma de Baja California, El Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad), ambas instituciones del Estado de Baja California, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad TECMilenio, la Universidad Tecnológica de México (UNITEC), la Universidad Iberoamericana, la Universidad Anáhuac, la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

### 3.1.2 Prospectiva educativa a nivel nacional

En Colombia, el uso de infraestructuras de red multimedia que soporten servicios webcast se ha vuelto de gran interés para muchas empresas y organizaciones educativas ya que el beneficio que conlleva usar esta tecnología es notable.

Ejemplo claro de una organización que usa este servicio es RENATA, la cual es una de las organizaciones precursoras del diseño de infraestructuras de red multimedia que permiten streaming, en Colombia es conocida como la red de tecnología avanzada que conecta, comunica y propicia la colaboración entre las instituciones académicas y científicas de Colombia con las redes académicas internacionales y los

centros de investigación más desarrollados del mundo. (RENATA, 2013)

En el ámbito educativo, a pesar de los múltiples beneficios y ventajas que conlleva usar tecnología streaming para realizar transmisiones críticas a muchos usuarios al tiempo, en este caso estudiantes, gran número de instituciones aun no cuentan con una infraestructura de red propia sobre la cual funcione una plataforma webcast de apoyo docente. Lo anteriormente expuesto no quiere decir que no se haya implementado dichas plataformas, ya que generalmente lo que realizan estas instituciones es tomar prestado los servicios de red de otras empresas como Blackboard o YouTube para el funcionamiento de sus plataformas o transmisiones de video debido a que poseen estructuras rígidas creadas bajo normas de calidad de servicio (QoS) , tal y como es el caso de organizaciones estudiantiles como la Universidad Nacional de Colombia (UNAL, 2013), la Universidad de los Andes (UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 2013) y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2013). Esto representa una limitante debido a que no hay administración de recursos propios y se crea dependencia siempre por parte de una entidad externa o un tercero. En el caso de que Blackboard tenga inconvenientes (ralentización del canal de internet, falla de un servidor, etc.) sobre su infraestructura de red ubicada en alguno de sus Data center en Estados Unidos, no solo se verá afectado el servicio de webcast para los usuarios de Blackboard sino que el soporte a este servicio queda por fuera de las capacidades de la entidad.

Por otro lado existen otras instituciones que si se han dado a la tarea de investigar para poder implementar sus propias redes multimedia que soporten streaming a gran escala, tal como es caso de la Universidad Abierta y a Distancia (UNAD, 2013), la Universidad autónoma de Bucaramanga (UNAB, 2013) que aunque usan el servicio de plataforma web de Blackboard no usan su infraestructura de red.

### 3.1.3 Prospectiva educativa a nivel regional

Actualmente ninguna institución educativa en la ciudad de Cartagena ha implementado la idea de una sólida infraestructura de red propia que soporte el envío de transmisiones críticas a muchos usuarios, sobre la cual pueda correr una plataforma de webcast. Muchas universidades han tomado la idea de usar una plataforma web de apoyo docente y usan la infraestructura de red de alguna empresa ya existente de manera indirecta.

Por ejemplo el caso de muchas universidades que tienen una plataforma moodle o SMA a la cual ingresan y pueden observar video que han sido cargados en páginas como YouTube o vimeo que manejan una infraestructura de red que soporte webcast, o escuchar audio de páginas como soundcloud o simplemente permiten la visión de diapositivas. O también está el caso del SENA quienes tienen una plataforma de apoyo docente pero corre sobre la red ofrecida por Blackboard. Lo cual conlleva a la limitante previamente mencionada en la prospectiva educativa a nivel nacional.

En resumen a nivel regional (Cartagena), la transmisión de datos con fines educativos de manera dinámica para instituciones aún no se implementa al 100%, aun no existe el uso de una infraestructura de red propia para cualquier organización educativa (universidad, colegio, instituto, etc.) sobre la cual pueda correr una plataforma de webcast de apoyo docente donde se puedan realizar transmisiones críticas a todos los estudiantes de dichas organizaciones.

## 3.2 MARCO TEORICO

### 3.2.1 Red de área local

Las redes de área local o LAN (del inglés, Local Área Network) son redes de comunicaciones de ámbito privado dentro de un máximo de unos pocos kilómetros de distancia (edificios, oficinas, etc.). Su uso principal es conectar ordenadores personales y equipamiento de trabajo para compartir información y recursos (impresoras, escáneres, etc.).

Las LAN pueden ser cableadas o inalámbricas (como las desarrolladas con el estándar IEEE 802.11, conocido como WiFi). En el caso de las LAN cableadas, que fueron las pioneras, las velocidades alcanzadas típicamente van desde los 10 hasta los 100 Mbps, aunque se está generalizando el acceso a 1Gbps en las últimas redes Ethernet (estándar IEEE 802.3). Además, se caracterizan por lograr transmisiones con muy pocos errores. (TANENBAUM, 2003)

#### **Ventajas**

En una empresa suelen existir muchos ordenadores, los cuales necesitan de su propia impresora para imprimir informes (redundancia de Hardware), los datos almacenados en uno de los equipos es muy probable que sean necesarios en otro de los equipos de la empresa, por lo que será necesario copiarlos en este, pudiéndose producir desfases entre los datos de dos usuarios, la ocupación de los recursos de Almacenamiento en disco se multiplican (redundancia de datos), los ordenadores que trabajen con los mismos datos tendrán que tener los mismos programas para manejar dichos datos (redundancia de Software), etc.

Las redes de área local solucionan este tipo de inconvenientes, estas permiten compartir Bases de datos (se elimina la redundancia de datos), Programas (se elimina la redundancia de Software) y Periféricos como puede ser un Módem, una Tarjeta RDSI, una Impresora, etc. (se elimina la redundancia de Hardware); poniendo a nuestra disposición otros medios de comunicación como pueden ser el Correo electrónico y el Chat. Permiten realizar un proceso distribuido, es decir, las tareas se pueden repartir en distintos nodos y permite la integración de los procesos y datos de cada uno de los usuarios en un sistema de trabajo corporativo. Tener la posibilidad de centralizar información o procedimientos facilita la administración y la

gestión de los equipos. (TANENBAUM, 2003)

Además una red de área local conlleva un importante ahorro, tanto de tiempo, ya que se logra gestión de la información y del trabajo, como de dinero, ya que no es preciso comprar muchos Periféricos, se consume menos papel, y en una conexión a Internet se puede utilizar una única Conexión telefónica o de Banda ancha compartida por varios ordenadores conectados en Red.

## **Componentes**

- **Servidor:** el servidor es aquel o aquellas computadoras que van a compartir sus recursos hardware y software con los demás equipos de la red. Sus características son potencia de cálculo, importancia de la información que almacena y conexión con recursos que se desean compartir.
- **Estación de trabajo:** las computadoras que toman el papel de estaciones de trabajo aprovechan o tienen a su disposición los recursos que ofrece la red así como los servicios que proporcionan los Servidores a los cuales pueden acceder.
- **Gateways o pasarelas:** es un hardware y software que permite las comunicaciones entre la red local y grandes computadoras (mainframes). El Gateway adapta los protocolos de comunicación del mainframe (X25, SNA, etc.) a los de la red, y viceversa.
- **Bridges o puentes:** es un hardware y software que permite que se conecten dos redes locales entre sí. Un puente interno es el que se instala en un servidor de la red, y un puente externo es el que se hace sobre una estación de trabajo de la misma red. Los puentes también pueden ser locales o remotos. Los puentes locales son los que conectan a redes de un mismo edificio, usando tanto conexiones internas como externas. Los puentes remotos conectan redes distintas entre sí, llevando a cabo la conexión a través de redes públicas, como la red telefónica, RDSI o red de conmutación de paquetes.
- **Tarjeta de red:** también se denominan NIC (*Network Interface Card*). Básicamente realiza la función de intermediario entre la computadora y la red de comunicación. En ella se encuentran grabados los protocolos de comunicación de la red. La comunicación con la computadora se realiza normalmente a través de las ranuras de expansión que éste dispone, ya sea ISA, PCI o PCMCIA. Aunque algunos equipos disponen de este adaptador integrado directamente en la placa base.

- **El medio:** constituido por el cableado y los conectores que enlazan los componentes de la red. Los medios físicos más utilizados son el cable, cable coaxial y la fibra óptica (cada vez en más uso esta última).

### 3.2.2 Topologías de red LAN

#### FÍSICAS

Las topologías más comúnmente usadas son las siguientes:

- Una **topología de bus** usa solo un cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone. Su funcionamiento es simple y es muy fácil de instalar, pero es muy sensible a problemas de tráfico, y un fallo o una rotura en el cable interrumpe todas las transmisiones.
- La **topología de anillo** conecta los nodos punto a punto, formando un anillo físico y consiste en conectar varios nodos a una red que tiene una serie de repetidores. Cuando un nodo transmite información a otro la información pasa por cada repetidor hasta llegar al nodo deseado. El problema principal de esta topología es que los repetidores son unidireccionales (siempre van en el mismo sentido). Después de pasar los datos enviados a otro nodo por dicho nodo, continua circulando por la red hasta llegar de nuevo al nodo de origen, donde es eliminado. Esta topología no tiene problemas por la congestión de tráfico, pero si hay una rotura de un enlace, se produciría un fallo general en la red.
- La **topología en estrella** conecta todos los nodos con un nodo central. El nodo central conecta directamente con los nodos, enviándoles la información del nodo de origen, constituyendo una red punto a punto. Si falla un nodo, la red sigue funcionando, excepto si falla el nodo central, que las transmisiones quedan interrumpidas.
- Una **topología en estrella extendida** conecta estrellas individuales entre sí mediante la conexión de HUBs o Switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red.

- Una **topología jerárquica** es similar a una estrella extendida. Pero en lugar de conectar los HUBs o Switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.
- La **topología de malla** se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de malla en los sistemas de control en red de una planta nuclear sería un ejemplo excelente. En esta topología, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts. Aunque Internet cuenta con múltiples rutas hacia cualquier ubicación, no adopta la topología de malla completa.
- La **topología de árbol** tiene varias terminales conectadas de forma que la red se ramifica desde un servidor base. Un fallo o rotura en el cable interrumpe las transmisiones.

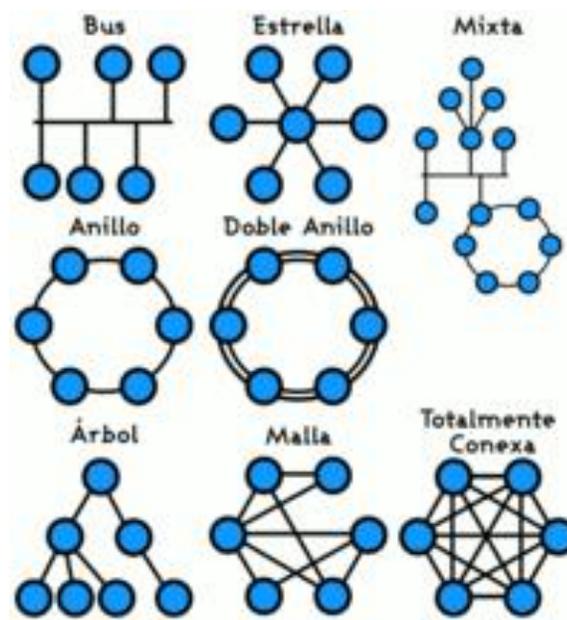


Ilustración 1. Topologías físicas de red LAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Imagen obtenida de [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Topolog%C3%ADa\\_de\\_red.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Topolog%C3%ADa_de_red.png)

## LÓGICAS

La topología lógica de una red es la forma en que los hosts se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión de tokens.

- La **topología broadcast** simplemente significa que cada host envía sus datos hacia todos los demás hosts del medio de red. No existe una orden que las estaciones deban seguir para utilizar la red. Es por orden de llegada, es como funciona Ethernet.
- La **topología transmisión de tokens** controla el acceso a la red mediante la transmisión de un token electrónico a cada host de forma secuencial. Cuando un host recibe el token, ese host puede enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, transmite el token al siguiente host y el proceso se vuelve a repetir. Dos ejemplos de redes que utilizan la transmisión de tokens son Token Ring y la Interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI). Arcnet es una variación de Token Ring y FDDI. Arcnet es la transmisión de tokens en una topología de bus.

### 3.2.3 Protocolo de red

Un **protocolo de red**, designa el conjunto de reglas que rigen el intercambio de información a través de una red de ordenadores.

El modelo OSI de capas establece una pila de protocolos especializados que debe ser idéntica en emisor y receptor. La mencionada pila OSI está ordenada desde el modelo físico de la red hasta niveles abstractos como el de aplicación o de presentación.

### 3.2.4 Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) tiene siete capas. Este artículo las describe y explica sus funciones, empezando por la más baja en la jerarquía (la física) y siguiendo hacia la más alta (la aplicación). (TCP y el modelo OSI, 2015)



Ilustración 2. Modelo OSI<sup>2</sup>

Las capas se apilan de esta forma:

### **Nivel físico**

La capa física, la más baja del modelo OSI, se encarga de la transmisión y recepción de una secuencia no estructurada de bits sin procesar a través de un medio físico. Describe las interfaces eléctrica/óptica, mecánica y funcional al medio físico, y lleva las señales hacia el resto de capas superiores. Proporciona:

- Codificación de datos: modifica el modelo de señal digital sencillo (1 y 0) que utiliza el equipo para acomodar mejor las características del medio físico y para ayudar a la sincronización entre bits y trama. Determina:
  - Qué estado de la señal representa un binario 1
  - Como sabe la estación receptora cuándo empieza un "momento bit"
  - Cómo delimita la estación receptora una trama

<sup>2</sup> Imagen obtenida de [http://img.webme.com/pic/m/modeloisoosi/modelo-osi\\_1.jpg](http://img.webme.com/pic/m/modeloisoosi/modelo-osi_1.jpg)

- Anexo al medio físico, con capacidad para varias posibilidades en el medio:
  - ¿Se utilizará un transceptor externo (MAU) para conectar con el medio?
  - ¿Cuántas patillas tienen los conectores y para qué se utiliza cada una de ellas?
- Técnica de la transmisión: determina si se van a transmitir los bits codificados por señalización de banda base (digital) o de banda ancha (analógica).
- Transmisión de medio físico: transmite bits como señales eléctricas u ópticas adecuadas para el medio físico y determina:
  - Qué opciones de medios físicos pueden utilizarse
  - Cuántos voltios/db se deben utilizar para representar un estado de señal en particular mediante un medio físico determinado

### ***Protocolos del nivel físico de OSI***

- ISDN: Servicios integrados de red digital.
- PDH: Jerarquía de Plesiochronous Digital.
  - E-Portador (E1, E3, etc.)
  - T-portador (T1, T3, etc.)
- RS-232, una línea interfaz serial desarrollado originalmente para conectar los módems y las terminales
- SDH Jerarquía síncrona Digital
- SONET Establecimiento de una red óptico síncrono

### **Nivel de Enlace**

La capa de vínculo de datos ofrece una transferencia sin errores de tramas de datos desde un nodo a otro a través de la capa física, permitiendo a las capas por encima asumir virtualmente la transmisión sin errores a través del vínculo. Para ello, la capa de vínculo de datos proporciona:

- Establecimiento y finalización de vínculos: establece y finaliza el vínculo lógico entre dos nodos.
- Control del tráfico de tramas: indica al nodo de transmisión que "dé marcha atrás" cuando no haya ningún búfer de trama disponible.
- Secuenciación de tramas: transmite y recibe tramas secuencialmente.
- Confirmación de trama: proporciona/espera confirmaciones de trama. Detecta errores y se recupera de ellos cuando se producen en la capa física mediante la retransmisión de tramas no confirmadas y el control de la recepción de tramas duplicadas.

- Delimitación de trama: crea y reconoce los límites de la trama.
- Comprobación de errores de trama: comprueba la integridad de las tramas recibidas.
- Administración de acceso al medio: determina si el nodo "tiene derecho" a utilizar el medio físico.

### ***Protocolos del nivel de enlace de OSI:***

- Arcnet.
- CDP: Protocolo de descubrimiento de Cisco.
- DCAP: Protocolo de acceso del cliente de la conmutación de la transmisión de datos.
- Econet.
- Ethernet.
- FDDI: Interfaz de distribución de datos en fibra.
- Frame Relay.
- HDLC
- L2F: Protocolo de la expedición de la capa 2.
- L2TP: Protocolo de túnel capa 2.
- LAPD: Procedimientos de acceso de acoplamiento en el canal D.
- LLDP: Protocolo del descubrimiento de la capa de acoplamiento.
- LLDP-MED: Protocolo del descubrimiento de la capa de acoplamiento-  
Descubrimiento del punto final de los medios.
- PPP: Protocolo Punto a Punto.
- PPTP: Protocolo túnel punto a punto.
- SLIP: Protocolo de internet de Línea serial (obsoleto).
- StarLan.
- STP: Protocolo del árbol esparcido.
- Token ring.
- VTP VLAN: Trunking virtual para LAN virtual.

### **Nivel de Red**

La capa de red controla el funcionamiento de la subred, decidiendo qué ruta de acceso física deberían tomar los datos en función de las condiciones de la red, la prioridad de servicio y otros factores. Proporciona:

- Enrutamiento: enruta tramas entre redes.
- Control de tráfico de subred: los enrutadores (sistemas intermedios de capa de red) pueden indicar a una estación emisora que "reduzca" su transmisión de tramas cuando el búfer del enrutador se llene.

- Fragmentación de trama: si determina que el tamaño de la unidad de transmisión máxima (MTU) que sigue en el enrutador es inferior al tamaño de la trama, un enrutador puede fragmentar una trama para la transmisión y volver a ensamblarla en la estación de destino.
- Asignación de direcciones lógico-físicas: traduce direcciones lógicas, o nombres, en direcciones físicas.
- Cuentas de uso de subred: dispone de funciones de contabilidad para realizar un seguimiento de las tramas reenviadas por sistemas intermedios de subred con el fin de producir información de facturación.

### ***Protocolos del nivel de red de OSI***

- ARP Protocolo de resolución de Direcciones
- GP protocolo de frontera de entrada
- EGP exterior de entrada de protocolo
- ICMP Internet de control del protocolo del mensaje
- IGMP Protocolo de la gerencia del grupo de Internet
- IPv4 Protocolo de internet versión 4
- IPv6 Protocolo de internet versión 6
- IPX Red interna del intercambio del paquete
- IS-IS Sistema intermedio a sistema intermedio
- MPLS Multiprotocolo de conmutación de etiquetas
- OSPF Abrir la trayectoria más corta primero
- RARP Protocolo de resolución de direcciones inverso

### ***Protocolos del nivel de enlace y red de OSI:***

- ATM Modo de Transferencia Asíncrona.
- MPLS Conmutación Multi-protocolo de la etiqueta.
- Señalando el sistema 7, también llamado SS7, C7 y CCIS7; un común PSTN control protocolo.

## **Nivel transporte**

La capa de transporte garantiza que los mensajes se entregan sin errores, en secuencia y sin pérdidas o duplicaciones. Libera a los protocolos de capas superiores de cualquier cuestión relacionada con la transferencia de datos entre ellos y sus pares.

El tamaño y la complejidad de un protocolo de transporte dependen del tipo de servicio que pueda obtener de la capa de transporte. Para tener una capa de transporte confiable con una capacidad de circuito virtual, se requiere una mínima capa de transporte. Si la capa de red no es confiable o solo admite datagramas, el protocolo de transporte debería incluir detección y recuperación de errores extensivos.

La capa de transporte proporciona:

- Segmentación de mensajes: acepta un mensaje de la capa (de sesión) que tiene por encima, lo divide en unidades más pequeñas (si no es aún lo suficientemente pequeño) y transmite las unidades más pequeñas a la capa de red. La capa de transporte en la estación de destino vuelve a ensamblar el mensaje.
- Confirmación de mensaje: proporciona una entrega de mensajes confiable de extremo a extremo con confirmaciones.
- Control del tráfico de mensajes: indica a la estación de transmisión que "dé marcha atrás" cuando no haya ningún búfer de mensaje disponible.
- Multiplexación de sesión: multiplexa varias secuencias de mensajes, o sesiones, en un vínculo lógico y realiza un seguimiento de qué mensajes pertenecen a qué sesiones (consulte la capa de sesiones).

Normalmente, la capa de transporte puede aceptar mensajes relativamente grandes, pero existen estrictas limitaciones de tamaño para los mensajes impuestas por la capa de red (o inferior). Como consecuencia, la capa de transporte debe dividir los mensajes en unidades más pequeñas, o tramas, anteponiendo un encabezado a cada una de ellas.

Así pues, la información del encabezado de la capa de transporte debe incluir información de control, como marcadores de inicio y fin de mensajes, para permitir a la capa de transporte del otro extremo reconocer los límites del mensaje. Además, si las capas inferiores no mantienen la secuencia, el encabezado de transporte debe contener información de secuencias para permitir a la capa de transporte en el extremo receptor recolocar las piezas en el orden correcto antes de enviar el mensaje recibido a la capa superior.

***Protocolos del nivel de transporte de OSI***

- IL Convertido originalmente como capa de transporte para 9P
- SPX Intercambio ordenado del paquete
- SCTP Protocolo de la transmisión del control de la corriente
- TCP Protocolo de la transmisión del control
- UDP Usuario del protocolo del datagrama
- Sinec H1 para el telecontrol

### ***Protocolos del nivel de red y transporte de OSI***

- Servicios de red de Xerox (XNS)

### **Nivel de Sesión**

La capa de sesión permite el establecimiento de sesiones entre procesos que se ejecutan en diferentes estaciones. Proporciona:

- Establecimiento, mantenimiento y finalización de sesiones: permite que dos procesos de aplicación en diferentes equipos establezcan, utilicen y finalicen una conexión, que se denomina sesión.
- Soporte de sesión: realiza las funciones que permiten a estos procesos comunicarse a través de una red, ejecutando la seguridad, el reconocimiento de nombres, el registro, etc.

### ***Protocolos del nivel de sesión de OSI***

- 9P distribuyó el protocolo del sistema de ficheros desarrollado originalmente como parte del plan 9
- NCP Protocolo de la base de NetWare
- NFS Red de sistema de ficheros
- SMB Bloque del mensaje del servidor (Internet común FileSystem del aka CIFS)
- Protocolo RCP (llamada a procedimiento remoto)
- SCP (protocolo de comunicación simple)
- ASP (Protocolo de sesión APPLE TALK)

### **Nivel de Presentación**

La capa de presentación da formato a los datos que deberán presentarse en la capa de aplicación. Se puede decir que es el traductor de la red. Esta capa puede traducir

datos de un formato utilizado por la capa de la aplicación a un formato común en la estación emisora y, a continuación, traducir el formato común a un formato conocido por la capa de la aplicación en la estación receptora.

La capa de presentación proporciona:

- Conversión de código de caracteres: por ejemplo, de ASCII a EBCDIC.
- Conversión de datos: orden de bits, CR-CR/LF, punto flotante entre enteros, etc.
- Compresión de datos: reduce el número de bits que es necesario transmitir en la red.
- Cifrado de datos: cifra los datos por motivos de seguridad. Por ejemplo, cifrado de contraseñas.

### ***Protocolos del nivel de Presentación de OSI***

- MP4
- MP3
- MPEG 1 y MPEG 2
- GIF

### **Nivel de Aplicación**

El nivel de aplicación actúa como ventana para los usuarios y los procesos de aplicaciones para tener acceso a servicios de red. Esta capa contiene varias funciones que se utilizan con frecuencia:

- Uso compartido de recursos y redirección de dispositivos
- Acceso a archivos remotos
- Acceso a la impresora remota
- Comunicación entre procesos
- Administración de la red
- Servicios de directorio
- Mensajería electrónica (como correo)
- Terminales virtuales de red

### ***Protocolos del nivel de Aplicación de OSI***

- FTP (*File Transfer Protocol* - Protocolo de transferencia de archivos) para transferencia de archivos.
- DNS (*Domain Name Service* - Servicio de nombres de dominio).

- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol* - Protocolo de configuración dinámica de anfitrión).
- HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) para acceso a páginas web.
- HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*) Protocolo seguro de transferencia de hipertexto.
- POP (*Post Office Protocol*) para recuperación de correo electrónico.
- SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*) para envío de correo electrónico.
- SSH (*Secure Shell*)
- TELNET para acceder a equipos remotos.
- TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*).
- LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*).
- XMPP, (*Extensible Messaging and Presence Protocol*) - Protocolo estándar para mensajería instantánea.

### 3.2.5 Protocolo TCP/IP

TCP/IP está basado en un modelo de referencia de cuatro niveles. Todos los protocolos que pertenecen al conjunto de protocolos TCP/IP se encuentran en los tres niveles superiores de este modelo.

Tal como se muestra en la siguiente ilustración, cada nivel del modelo TCP/IP corresponde a uno o más niveles del modelo de referencia Interconexión de sistemas abiertos (OSI, *Open Systems Interconnection*) de siete niveles, propuesto por la Organización internacional de normalización (ISO, *International Organization for Standardization*). (HUNT, 2002)

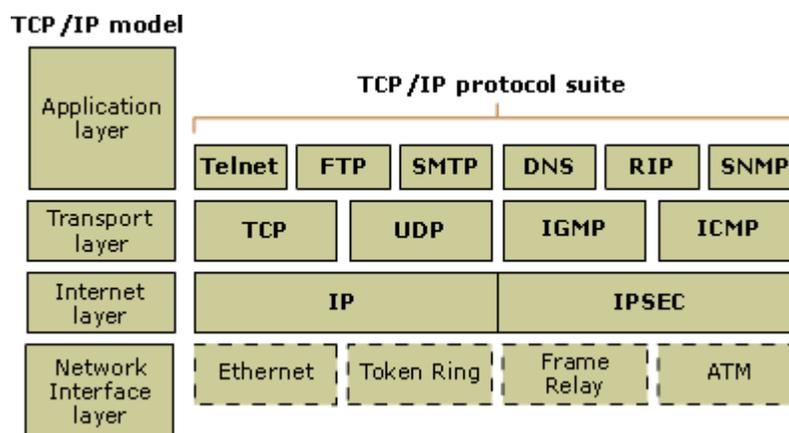


Ilustración 3. Modelo TCP/IP<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Imagen obtenida de <https://i-msdn.sec.s-msft.com/dynimg/IC197700.gif>

El modelo TCP/IP describe un conjunto de guías generales de diseño e implementación de protocolos de red específicos para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando como los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario. El modelo TCP/IP y los protocolos relacionados son mantenidos por la Internet Engineering Task Force (IETF).

Para conseguir un intercambio fiable de datos entre dos equipos, se deben llevar a cabo muchos procedimientos separados. El resultado es que el software de comunicaciones es complejo. Con un modelo en capas o niveles resulta más sencillo agrupar funciones relacionadas e implementar el software modular de comunicaciones.

Las capas están jerarquizadas. Cada capa se construye sobre su predecesora. El número de capas y, en cada una de ellas, sus servicios y funciones son variables con cada tipo de red. Sin embargo, en cualquier red, la misión de cada capa es proveer servicios a las capas superiores haciéndoles transparentes el modo en que esos servicios se llevan a cabo. De esta manera, cada capa debe ocuparse exclusivamente de su nivel inmediatamente inferior, a quien solicita servicios, y del nivel inmediatamente superior, a quien devuelve resultados. (ATELIN, Philippe y DORDOIGNE, José. 2007)

- **Capa 4 o capa de aplicación:** aplicación, asimilable a las capas: 5 (sesión), 6 (presentación) y 7 (aplicación), del modelo OSI. La capa de aplicación debía incluir los detalles de las capas de sesión y presentación OSI. Crearon una capa de aplicación que maneja aspectos de representación, codificación y control de diálogo.
- **Capa 3 o capa de transporte:** transporte, asimilable a la capa 4 (transporte) del modelo OSI.
- **Capa 2 o capa de internet:** Internet, asimilable a la capa 3 (red) del modelo OSI.
- **Capa 1 o capa de acceso al medio:** acceso al medio, asimilable a la capa 2 (enlace de datos) y a la capa 1 (física) del modelo OSI.

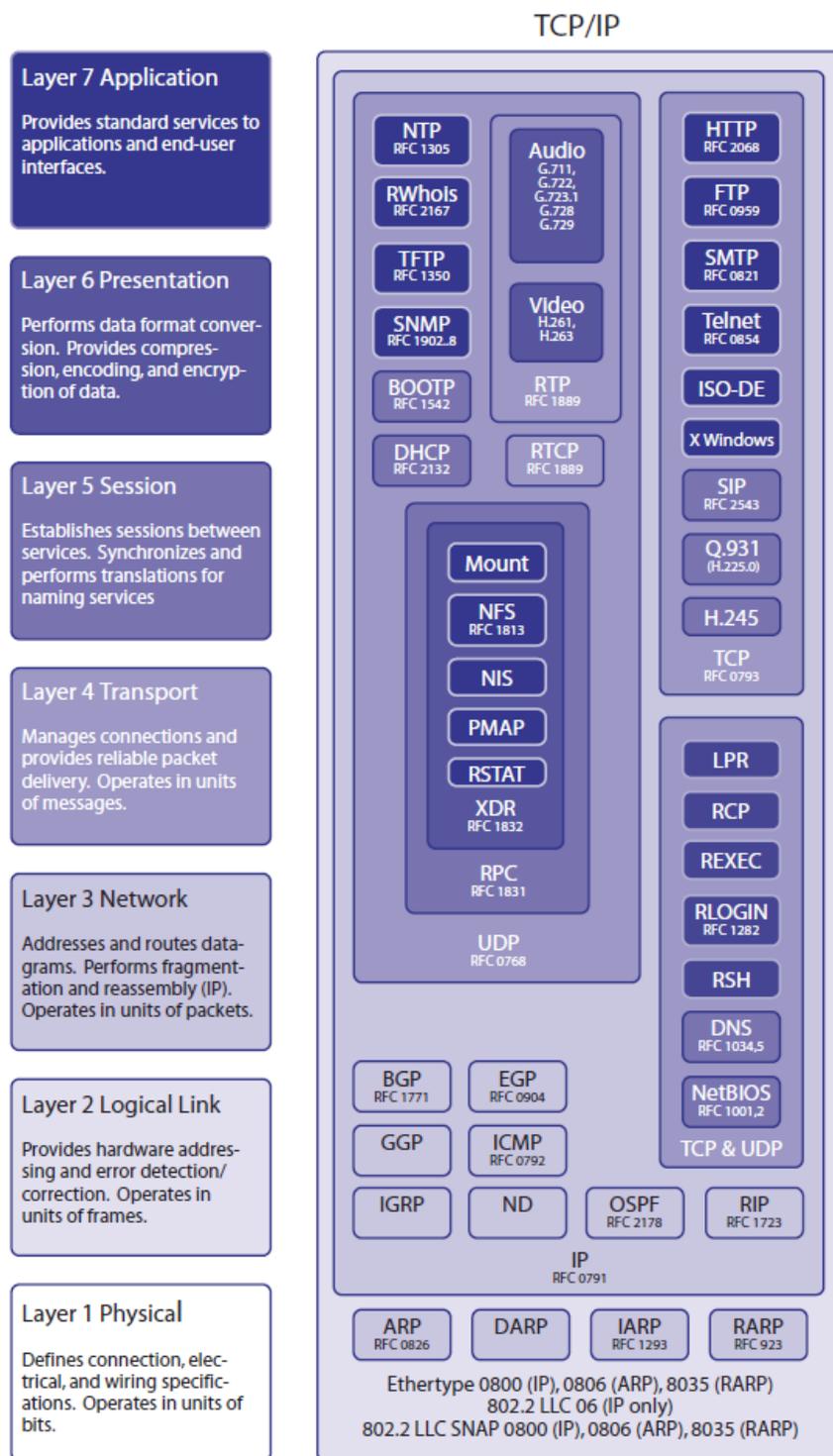


Ilustración 4. Orden Protocolos TCP/IP por capa OSI<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Imagen obtenida de [http://web.archive.org/web/20120916074315/http://www.wildpackets.com/elements/misc/WP\\_encapsul](http://web.archive.org/web/20120916074315/http://www.wildpackets.com/elements/misc/WP_encapsul)

## TCP

***Transmission Control Protocol (TCP)*** o **Protocolo de Control de Transmisión**, es uno de los protocolos fundamentales en Internet. Fue creado entre los años 1973 y 1974 por Vint Cerf y Robert Kahn.

Muchos programas dentro de una red de datos compuesta por computadoras, pueden usar TCP para crear “conexiones” entre sí a través de las cuales puede enviarse un flujo de datos. El protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. También proporciona un mecanismo para distinguir distintas aplicaciones dentro de una misma máquina, a través del concepto de puerto. (HUNT, 2002)

TCP da soporte a muchas de las aplicaciones más populares de Internet (navegadores, intercambio de ficheros, clientes FTP, etc.) y protocolos de aplicación HTTP, SMTP, SSH y FTP.

### ***Funciones***

En la pila de protocolos TCP/IP, TCP es la capa intermedia entre el protocolo de internet (IP) y la aplicación. Muchas veces las aplicaciones necesitan que la comunicación a través de la red sea confiable. Para ello se implementa el protocolo TCP que asegura que los datos que emite el cliente sean recibidos por el servidor sin errores y en el mismo orden que fueron emitidos, a pesar de trabajar con los servicios de la capa IP, la cual no es confiable. Es un protocolo orientado a la conexión, ya que el cliente y el servidor deben de anunciarse y aceptar la conexión antes de comenzar a transmitir los datos a ese usuario que debe recibirlos. (ATELIN, Philippe y DORDOIGNE, José. 2007)

### ***Características***

- Permite colocar los datagramas nuevamente en orden cuando vienen del protocolo IP.
- Permite el monitoreo del flujo de los datos y así evitar la saturación de la red.
- Permite que los datos se formen en segmentos de longitud variada para "entregarlos" al protocolo IP.
- Permite multiplexar los datos, es decir, que la información que viene de diferentes fuentes (por ejemplo, aplicaciones) en la misma línea pueda circular simultáneamente.
- Por último, permite comenzar y finalizar la comunicación amablemente.

## IP

**Internet Protocol** (en español 'Protocolo de Internet') o **IP** es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la Capa de Red según el modelo internacional OSI. (HUNT, 2002)

Su función principal es el uso bidireccional en origen o destino de comunicación para transmitir datos mediante un protocolo no orientado a conexión que transfiere paquetes conmutados a través de distintas redes físicas previamente enlazadas según la norma.

### **Dirección IP**

Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo de Internet (*Internet Protocol*), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. Dicho número no se ha de confundir con la dirección MAC que es un número físico que es asignado a la tarjeta o dispositivo de red (viene impuesta por el fabricante), mientras que la dirección IP se puede cambiar.

El usuario al conectarse desde su hogar a Internet utiliza una dirección IP. Esta dirección puede cambiar al reconectar. A la posibilidad de cambio de dirección de la IP se denomina *dirección IP dinámica*. Existe un protocolo para asignar direcciones IP dinámicas llamado DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*).

Los sitios de Internet que por su naturaleza necesitan estar permanentemente conectados, generalmente tienen una *dirección IP fija (IP fija o IP estática)*; es decir, no cambia con el tiempo. Los servidores de correo, dns, ftp públicos, servidores web, conviene que tengan una dirección IP fija o estática, ya que de esta forma se facilita su ubicación.

Las máquinas manipulan y jerarquizan la información de forma numérica, y son altamente eficientes para hacerlo y ubicar direcciones IP. Sin embargo, los seres humanos deben utilizar otra notación más fácil de recordar y utilizar, por ello las direcciones IP pueden utilizar un sinónimo, llamado nombre de dominio (Domain Name), para convertir los nombres de dominio en direcciones IP, se utiliza la resolución de nombres de dominio DNS.

### 3.2.6 Video Digital Comprimido

El video digital es un tipo de sistema de grabación de video que funciona usando una representación digital de la señal de vídeo, en vez de analógica. Este término genérico no debe confundirse con el nombre *DV*, que es un tipo específico de video digital enfocado al mercado de consumo. El video digital se graba a menudo en cinta, y después se distribuye en discos ópticos, normalmente DVD. Hay excepciones, como las cámaras de vídeo que graban directamente en DVD, las videocámaras de Digital8 que codifican el vídeo digital en cintas analógicas convencionales, y otras videocámaras que graban vídeo digital en discos duros o memoria flash. (LICERO, 2001)

Las películas fotográficas estándares como 16 mm y 35 mm graban a 24 imágenes por segundo. Para vídeo, hay dos estándares de imágenes por segundo: NTSC (que graba a 30/1.001, alrededor de 29.97, imágenes por segundo) y PAL (a 25 imágenes por segundo).

El vídeo digital puede copiarse sin degradación en la calidad. No importa cuántas generaciones se copia una fuente digital, será tan claro como el original de primera generación del material digital.

El vídeo digital se usa fuera de la creación de películas. La televisión digital (incluyendo la HDTV de calidad superior) comenzó a extenderse en la mayoría de los países desarrollados a principios de la década de 2000. El vídeo digital también se usa en teléfonos móviles modernos y sistemas de videoconferencia. El vídeo digital también se usa para la distribución en Internet de vídeo, incluyendo el vídeo streaming y la distribución de películas entre iguales.

Existen muchos tipos de compresión de vídeo para servir vídeo digital sobre Internet, y en DVD. Aunque el vídeo DV no está comprimido más allá de su propio códec mientras se edita, los tamaños de archivo que resultan no son prácticos para la entrega en discos ópticos o sobre Internet, con códecs como el formato Windows Media, MPEG2, MPEG4, Real Media, el más reciente H.264, y el códec de vídeo Sorenson. Probablemente los formatos más ampliamente usados para entregar vídeo sobre Internet son MPEG4 y Windows Media, mientras MPEG2 se usa casi exclusivamente para DVD, proporcionando una imagen excepcional en el mínimo tamaño pero resultando en un alto nivel de consumo de CPU para descomprimir.

A 2007, la resolución más alta demostrada para la generación de vídeo digital es 33 megapíxeles (7680 x 4320) a 60 imágenes por segundo ("UHDV"), aunque esto solo se ha demostrado en una configuración especial de laboratorio [1]. La velocidad más alta se consigue en cámaras de alta velocidad industriales y científicas que son capaces de filmar vídeo 1024x1024 a hasta 1 millón de imágenes por segundo durante breves periodos de grabación.

### 3.2.7 Sistema NTSC

*NTSC* fue el primer sistema de codificación y transmisión de televisión analógica en color que respetaba la doble compatibilidad con la televisión monocroma. En la actualidad, es utilizado en Norteamérica, en todos los países de Sudamérica excepto Brasil y Argentina, y en otros como Birmania, Corea del Sur, Taiwán, Japón, Filipinas y algunas islas del Pacífico. En el resto del mundo, los sistemas utilizados son el *PAL* y el *SECAM*, incompatibles entre sí y con el *NTSC*.

Sus siglas, National Television System Committee, también representan el nombre del organismo estadounidense de normalización establecido en 1940 por la Federal Communications Commission para solventar las rivalidades que habían nacido entre empresas por la introducción de un sistema analógico de escala nacional de televisión en EEUU. En 1941, dicho Comité publicó un sistema de codificación para la televisión en blanco y negro, el cual fue construido a partir de una recomendación hecha en 1936 por la Radio Manufacturers Association.

En 1950, el Comité fue reunido nuevamente para desarrollar un nuevo sistema de codificación, esta vez para la televisión en color. El requisito fundamental de este sistema era la compatibilidad con los televisores en blanco y negro ya existentes; nació así el sistema *NTSC* de color. (LICERO, 2001)

Aunque la FCC ya había aprobado en 1950 otro sistema de codificación del color diferente, este estándar era incompatible con los televisores en blanco y negro, por lo que fue rápidamente sustituido por el *NTSC* a partir de diciembre de 1953. La primera emisión a escala nacional con este sistema tuvo lugar un mes después, con la difusión del “*Tournament of Roses Parade*”, que sólo podía ser vista en receptores de color especiales. (LICERO, 2001)

Sin embargo, con la llegada de la televisión digital, las difusiones analógicas están siendo progresivamente retiradas y sustituidas por las digitales.

El *NTSC* consiste en la transmisión de 29.97 cuadros entrelazados de vídeo por segundo; cada cuadro se compone de 525 líneas horizontales, de las cuales 486 conforman la trama visible, con hasta 648 píxeles cada una. Utiliza una banda útil de 4.25 MHz, que se traduce en una resolución de unas 270 líneas verticales. Para garantizar la compatibilidad con el sistema en blanco y negro, el *NTSC* de color mantiene la señal monocromática de blanco y negro como componente de luminancia de la imagen en color.

En cuanto a sus inconvenientes, los problemas de transmisión e interferencia disminuyen la calidad de la imagen. Esto hace imprescindible incluir un control de tinte, que no es necesario en los sistemas *PAL* o *SECAM*. Otra de sus desventajas es su limitada resolución, la más baja de todos los sistemas de televisión, lo que da

lugar a una imagen de calidad inferior a la que es posible enviar en el mismo ancho de banda con otros sistemas.

En cuanto a dispositivos digitales, ya no hay diferencia entre sistemas, quedando el significado de *NTSC* reducido a 480 líneas horizontales con una tasa de refresco de 29,97 imágenes por segundo, o el doble en cuadros por segundo para imágenes entrelazadas.

### 3.2.8 Sistema PAL

Pal (Phase Alternating Line/ línea de fase alternada) es un sistema de codificación usado para transmitir señales de televisión analógica a color. Otros sistemas son el *NTSC* y el *SECAM*. El sistema PAL deriva del *NTSC*, aunque resultó mejor en comparación con este último sistema.

En PAL, también conocido por 576i, se utiliza un sistema de exploración de 625 líneas totales y 576 líneas activas, pues 49 líneas se utilizan para el borrado. En *NTSC*, también conocido por 480i, se utiliza un sistema de exploración de 525 líneas totales y 480 líneas activas (las que se restituyen en pantalla), pues 45 líneas, que no son visibles, se utilizan para el borrado. Debido a que el cerebro puede resolver menos información de la que existe realmente, se puede hablar de la "relación de utilización" o "factor de Kell", que se define como la razón entre la resolución subjetiva y la resolución objetiva. (LICERO, 2001) El factor de Kell para sistemas entrelazados como PAL y *NTSC* vale 0,7 (para sistemas progresivos vale 0,9). Entonces, tanto en PAL como *NTSC* se tiene que:

Resolución subjetiva / Resolución objetiva = 0,7

La resolución objetiva de PAL es 576 líneas, mientras que la de *NTSC* es de 480 líneas. De esta manera, en PAL se tiene una resolución subjetiva de 403,2 líneas; mientras que en *NTSC* se perciben 336 líneas. Por tanto, PAL ofrece una resolución subjetiva y objetiva de un 20% superior a *NTSC*

El nombre "phase alternating line" (en español línea alternada en fase) hace referencia al modo en que la información de crominancia (color) de la señal de vídeo es transmitida, siendo invertida en fase en cada línea, permitiendo la corrección automática de los posibles errores en fase al cancelarse entre sí. En la transmisión de datos por radiofrecuencia, los errores de fase son comunes y se deben a retardos de la señal en su llegada o procesado. Los errores de fase en la transmisión de vídeo analógico provocan un error en el tono del color, afectando negativamente a la calidad de la imagen.

El sistema PAL es analógico. Hubo un intento de fabricar equipos que digitalizasen la señal PAL en los años 80, pero no tuvo ningún éxito comercial y ahora son una rareza. En los dispositivos digitales, como televisión digital, videoconsolas modernas, computadoras, etc., se utilizan sistemas en componentes de color donde se transmiten por tres cables diferentes las señales R, G y B o bien Y (luminancia), R-Y y B-Y (diferencia de color). En estos casos sólo se tiene en cuenta el número de líneas 625 / 525 y la frecuencia de cuadros 25 / 30. Mención aparte merecen los sistemas basados en el estándar MPEG-2, como el DVD y la televisión por satélite, televisión por cable, o la televisión digital terrestre (TDT); pero es otro sistema de televisión que no tiene prácticamente nada que ver con el PAL.

### 3.2.9 Sistema SECAM

SECAM, SCAM también escrito, es un sistema de televisión en color analógica utilizado por primera vez en Francia. Un equipo liderado por Henri de France trabajan en Compagnie française de télévision inventó SECAM. Es, históricamente, el primer estándar europeo de televisión en color.

Al igual que con los otros colores estándar aprobadas para el uso de difusión en el mundo, SECAM es un estándar que permite que los receptores de televisión monocromo existentes anteriores a su introducción a seguir funcionando como televisores blanco y negro. Debido a este requisito de compatibilidad, los estándares de color añaden una segunda señal a la señal monocromática de base, que lleva la información de color. La información de color se llama crominancia o C para el cortocircuito, mientras que la información en blanco y negro se llama la luminancia o Y para abreviar. Receptores de televisión monocromo sólo muestran la luminancia, mientras que los receptores de color procesar ambas señales.

Además, la compatibilidad, se requiere no usar más ancho de banda que la señal de blanco y negro solo, la señal de color tiene que ser de alguna manera se inserta en la señal de blanco y negro, sin perturbarla. Esta inserción es posible debido a que el espectro de la señal de TV monocroma no es continuo, por lo tanto, existe espacio vacío que puede ser utilizado. Esta típica falta de continuidad de los resultados de la naturaleza discreta de la señal, que se divide en tramas y líneas. Sistemas analógicos de color difieren en la forma en que utiliza con poca frecuencia espacial en la banda de frecuencia de la señal se utiliza. En todos los casos, la señal de color se inserta en el extremo del espectro de la señal de blanco y negro, donde causa una menor distorsión visual en el caso poco común de que la señal de blanco y negro tenía componentes de frecuencia significativos superposición de la señal de color. (LICERO, 2001)

Con el fin de ser capaz de separar la señal de color de la que se monocromático en el receptor, se utiliza una subportadora de frecuencia fija, este sub portadora ser modulada por la señal de color.

El espacio de color es tridimensional por la naturaleza de la visión humana, por lo que después de restar la luminancia, que es transportada por la señal de base, la subportadora de color todavía tiene que llevar a una señal de dos dimensiones. Típicamente, el rojo y el azul de información se realizan debido a que su diferencia con la señal de luminancia es más fuerte que la de verde.

En primer lugar, SECAM utiliza modulación de frecuencia para codificar la información de crominancia en la subportadora.

En segundo lugar, en lugar de transmitir la información de color rojo y azul juntos, sólo se envía uno de ellos a la vez, y utiliza la información sobre el otro color de la línea precedente. Se utiliza una línea de retardo analógico, un dispositivo de memoria, para almacenar una línea de información de color. Esto justifica el "Con secuencial memoria" nombre.

Debido SECAM transmite solamente un color a la vez, que está libre de los artefactos presentes en NTSC y PAL de color resultantes de la transmisión combinada de ambas señales.

Esto significa que la resolución de color vertical se reduce a la mitad con respecto a NTSC. El sistema PAL más tarde también muestra la mitad de la resolución vertical de NTSC. Aunque PAL no elimina la mitad de la información de color verticales durante la codificación, que combina información de color de las líneas adyacentes en la etapa de decodificación, con el fin de compensar los errores de fase "sub portadora de color" que se producen durante la transmisión de la Amplitud/sub de color modulada en fase portador. Esto se hace normalmente con una línea de retardo, como en el SECAM, pero se puede lograr "visualmente" en televisión barata establece utilizando PAL-S decodificadores. Debido a la modulación FM del color sub portadora del SECAM es insensible a los errores de fase, los errores de fase no causan pérdida de la saturación del color en SECAM, aunque lo hacen en PAL. En NTSC, tales errores causan cambios de color. (LICERO, 2001)

Las señales de diferencia de color en SECAM se calculan realmente en el espacio de color YDbDr, que es una versión a escala del espacio de color YUV. Esta codificación se adapta mejor a la transmisión de una sola señal a la vez.

Aunque la mayor parte del patrón se retira de señales PAL y NTSC-codificados con un filtro de peine por pantallas modernas, algunos todavía se pueden dejar en ciertas partes de la imagen. Estas piezas suelen ser los bordes afilados en las imágenes, en color o el brillo repentino cambios a lo largo de la imagen o ciertos patrones repetitivos, como un tablero de ajedrez en la ropa. Patrones de rastreo de puntos se pueden extirpar completamente mediante la conexión de la pantalla de la fuente de señal a través de un formato de cable o una señal diferente a la de vídeo compuesto o un cable coaxial, como el S-video, que lleva la señal de croma en un grupo separado enteramente suyo, dejando la luma de usar toda su banda, incluyendo las partes generalmente vacías cuando son necesarios. FM SECAM es un espectro continuo, por lo que a diferencia de PAL y NTSC incluso una perfecta Filtro de peine

digital no podía Color SECAM totalmente independiente y luminancia. (LICERO, 2001)

La idea de reducir la resolución vertical de color viene de Henri de Francia, quien observó que la información de color es aproximadamente igual a dos líneas sucesivas. Debido a que la información del color fue diseñado para ser una adición barato, compatible hacia atrás para la señal de blanco y negro, la señal de color tiene un ancho de banda menor que la señal de luminancia, y por lo tanto menor resolución horizontal. Afortunadamente, el sistema visual humano es similar en diseño: percibe los cambios de luminancia a una resolución más alta que los cambios en la crominancia, por lo que esta asimetría tiene mínimo impacto visual. Por lo tanto, era lógico también para reducir la resolución de color vertical.

### 3.2.10 Digitalización

La conversión analógica-digital (CAD) o digitalización consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas. (LICERO, 2001)

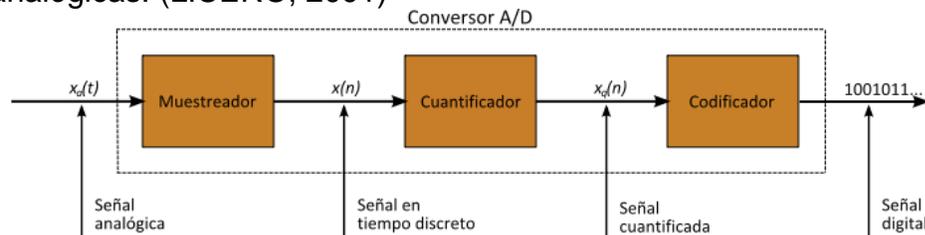


Ilustración 5. Proceso de digitalización<sup>5</sup>

La digitalización o conversión analógica-digital (conversión A/D) consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud (tensión) de una señal (por ejemplo, la que proviene de un micrófono si se trata de (retención) por un circuito de retención (hold), el tiempo suficiente para permitir evaluar su nivel (cuantificación). Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, y carece, por tanto, de modelo matemático.

- Cuantificación: en el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade, como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.
- Codificación: la codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código

<sup>5</sup> Imagen obtenida de <https://electronicaalalcance.files.wordpress.com/2011/09/conversor-a-d.jpg>

binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también son utilizados.

Durante el muestreo y la retención, la señal aún es analógica, puesto que aún puede tomar cualquier valor. No obstante, a partir de la cuantificación, cuando la señal ya toma valores finitos, la señal ya es digital. Los cuatro procesos tienen lugar en un conversor analógico-digital.

### 3.2.11 Compresión digital

La compresión consiste en la reducción de la cantidad de datos a transmitir o grabar, pues hay que tener en cuenta que la capacidad de almacenamiento de los soportes es finita, de igual modo que los equipos de transmisión pueden manejar sólo una determinada tasa de datos. (UDEA, 2015)

Para realizar la compresión de las señales se usan complejos algoritmos de compresión (fórmulas matemáticas).

Hay dos tipos de compresión:

- Compresión sin pérdidas: en esencia se transmite toda la información, pero eliminando la información repetida, agrupándola para que ocupe menos, etc.
- Compresión con pérdidas: se desprecia cierta información considerada irrelevante. Este tipo de compresión puede producir pérdida de *calidad* en el resultado final.

Las técnicas de compresión sin pérdidas se basan en algoritmos matemáticos que permiten la reducción de los bits que es necesario almacenar o transmitir. Como por ejemplo la llamada *codificación de longitud de secuencias*, muy utilizada en estilo código Morse).

Las técnicas de codificación mencionadas son de gran utilización en los sistemas de transmisión digital. Sin embargo, en lo que se refiere al tratamiento digital de imagen y sonido, dada la aleatoriedad de este tipo de señales, son poco efectivos en cuanto a la reducción del tamaño de los archivos resultantes. Por eso, la compresión del sonido y la imagen para Internet se basa más en el conocimiento del funcionamiento de los sentidos. Son técnicas que asumen pérdidas de información, de ahí su nombre de compresión con pérdidas, pero están diseñados de modo que las "pérdidas" no sean apenas percibidas por los seres humanos.

Como ejemplos clásicos de éstas, se puede citar:

*La compresión gráfica GIF.* Se basa en la utilización de una paleta de 256 colores estudiados cuidadosamente de acuerdo con la apreciación del color por ojo humano. Con esto se logra una razón de compresión de 1/3. Los 256 se pueden codificar con 8 bits, en vez de usar 24 bits para definir el color verdadero. La pérdida de información parece grande, pero ¿puede el ojo humano apreciar los matices de más de un millón de colores?

*La compresión gráfica JPEG.* En lugar de definir la imagen por sus tres colores básicos (G; R; B), utiliza la transformación de la información de color a la de luminancia (1 valor por muestra) y de crominancia (2 valores por muestra) de forma similar a como se emplea en la señal de televisión. Resulta que el ojo humano es más sensible a los cambios de brillo (luminancia) que de color (crominancia), por lo que estos códecs codifican la luminancia de todas las muestras o píxeles y un valor medio de cada una de los valores crominancias cada 4 píxeles. Para codificaciones de 8 bits por píxel, la cuenta de la razón de compresión es  $4 \times 8 + 8 + 8 = 48$ , en vez de  $4 \times 8 \times 3 = 96$  de la original.

## **COMPRESION MJPEG**

Motion JPEG (M-JPEG) es un nombre trivial para aquellos formatos multimedia donde cada fotograma o campo entrelazado de una secuencia de video digital es comprimida por separado como una imagen JPEG. Es frecuentemente usado en dispositivos portátiles tales como cámaras digitales.

El Motion JPEG utiliza tecnología de codificación intracuadro, que es muy similar en tecnología a la parte I-frame de los estándares de codificación como el MPEG-1 y el MPEG-2, sin emplear la predicción intercuadro. La ausencia del uso de la predicción intercuadro conlleva a una pérdida en la capacidad de compresión, pero facilitando la edición de video, dado que se pueden realizar ediciones simples en cualquier cuadro cuando todos estos son I-frames. Los formatos de codificación tales como el MPEG-2 pueden ser también utilizados basándose meramente en este principio para proveer capacidades similares de compresión y de edición. (CODECS, 2015)

Usando solamente compresión intracuadro hace además el grado de la capacidad de compresión independiente de la cantidad de movimiento en la escena, puesto que la predicción temporal no es usada (el usar la predicción temporal puede substancialmente mejorar la capacidad de compresión, haciendo no obstante el rendimiento de ésta dependiendo en qué tan bien se desempeña la compensación de movimiento para el contenido de la escena. Por esto, se utiliza en cámaras de vigilancia donde sólo se toma un cuadro por segundo, en el tiempo donde podría haber grandes cantidades de cambio.

Para los formatos Quicktime, Apple ha definido dos tipos de codificación: el MJPEG-A y el MJPEG-B. Como el segundo dejó de retener archivos de intercambio JPEG

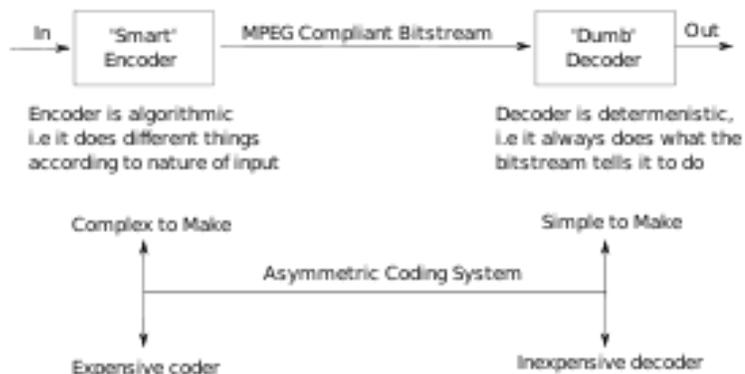
válidos, no es posible llevar un fotograma a un archivo JPEG sin modificar ligeramente las cabeceras. La tasa de bits cae entre los formatos sin comprimir (como el RGB, que tiene compresión 1:1, y el YCbCr, con compresión de 1:1.5 a 1:2.5 y el MPEG con 1:100. Las tasas de datos en el orden de los 29 Mb/s poseen altísima calidad, resultando no obstante en archivos de gran tamaño.

## **COMPRESION MPEG**

Este estándar de compresión fue desarrollado por Moving Picture Experts Group, o dicho de otra forma, expertos en imágenes en movimiento.

El método de compresión que utiliza es el de similitud de contenidos, si percibe una parte común a todo guarda un ejemplar eliminando el resto. De esta manera se consigue una reducción de espacio.

La metodología de compresión MPEG se considera “asimétrica” ya que el codificador es más complejo que el decodificador. El codificador tiene que ser algorítmico o adaptativo, mientras que el decodificador es 'tonto' y lleva a cabo acciones fijas. Esto se considera una ventaja en aplicaciones tales como la radiodifusión, donde el número de codificadores costosos y complejos es pequeño, pero el número de descodificadores simples y de bajo costo es grande. El enfoque de la estandarización de MPEG es novedoso, porque no es el codificador el que está estandarizado, pero si la forma que un decodificador interpreta la “cadena de bits”. Un decodificador que puede interpretar correctamente el flujo de bits se dice que es “compatible”. La ventaja de estandarizar el decodificador es que a través del tiempo los algoritmos de codificación pueden ser mejorados, y los decodificadores compatibles pueden seguir funcionando. El estándar MPEG da muy poca información concerniente a la estructura y funcionamiento del codificador y los implementadores pueden suministrar codificadores con algoritmos de software propietario. Esto da margen para la competencia entre los diferentes diseños del codificador, lo que significa que mejores diseños pueden evolucionar y los usuarios tienen más posibilidades de elección, ya que codificadores de diferentes niveles de costo y complejidad pueden existir, sin embargo, un decodificador compatible opera con todos ellos. (CODECS, 2015)



Source: p. 176 The MPEG handbook

Ilustración 6. Proceso Codificación Asíncrona <sup>6</sup>

MPEG también estandariza el protocolo y la sintaxis en las que es posible combinar o multiplexar datos de audio con los datos de vídeo para producir un equivalente digital de un programa de televisión. Muchos de estos programas se pueden multiplexar y MPEG define la forma en que estos se pueden crear y transportar. Las definiciones incluyen los Metadatos utilizados por los decodificadores para de multiplexar correctamente.

Este formato se clasifica en: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3 Y MPEG-4

## MPEG 1

Este formato de compresión de vídeo digital, surgió durante el año 1991. Su calidad se parece al del sistema VHS.

La principal finalidad de este tipo de formato de compresión fue el de poder colocar el vídeo digital en un soporte muy conocido para todos nosotros, el CD-ROM. Su tamaño es de 1,5 mega bits por segundo y se presentaba a una resolución de 352 x 240 píxeles NTFS o 352 x 288 en PAL. Actualmente este formato se utiliza bastante para visualizar vídeos por internet. (CODECS, 2015)

MPEG-1 está conformado por diferentes partes:

1. Sincronización y transmisión simultánea de vídeo y audio.

<sup>6</sup>Imagen obtenida de [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f6/MPEG\\_Compression\\_Overview.svg/945px-MPEG\\_Compression\\_Overview.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f6/MPEG_Compression_Overview.svg/945px-MPEG_Compression_Overview.svg.png)

2. Códec de compresión para señales de vídeo no entrelazadas (progresivas).
3. Códec de compresión para señales de audio con control sobre la tasa de compresión. El estándar define tres *capas* (layers en inglés), o niveles de complejidad de la codificación de audio MPEG.
  1. MP1 o MPEG-1 Parte 3 Capa 1 (MPEG-1 Audio Layer 1)
  2. MP2 o MPEG-1 Parte 3 Capa 2 (MPEG-1 Audio Layer 2)
  3. MP3 o MPEG-1 Parte 3 Capa 3 (MPEG-1 Audio Layer 3)
4. Procedimientos para verificar la conformidad.
5. Software de referencia.

### Compresión de Audio en MPEG-1/2

1. Usa filtros para dividir la señal de audio (ej: 20 Hz a 20 KHz) en 32 bandas de frecuencia. (*filtrado de sub-bandas*).
2. Determina el nivel de enmascaramiento que hay entre unas bandas y otras usando el modelo *psycho-acoustic*.
3. Determinar el número de bits necesarios para representar el coeficiente, de tal manera que el ruido introducido por la cuantificación esté por debajo del efecto de enmascaramiento.
4. Forma el Bitstream.

MPEG-1 tiene un factor de compresión de 2.7 a 24. Con un factor de compresión de 6:1, y unas condiciones de escucha optimas, incluso los expertos pueden no distinguir la diferencia entre el audio comprimido y el audio original. MPEG-1 soporta frecuencias de muestreo de 32, 44.1 y 48 KHz. Soporta uno o dos canales en uno de estos 4 modos.

1. Monofónico. canal de audio simple.
2. Monofónico Dual. Dos canales independientes, como por ejemplo español y alemán.
3. Estéreo.
4. Estéreo Conjunto. Toma correlaciones entre canales estéreo.

### **MPEG2**

Moving Picture Experts Group 2 (MPEG-2) es la designación para un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo acordado por MPEG (grupo de expertos en imágenes en movimiento), y publicados como estándar ISO 13818. MPEG-2 es por lo general usado para codificar audio y vídeo para señales de transmisión, que incluyen Televisión digital terrestre, por satélite o cable. MPEG-2. Con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos SVCD y DVD comerciales de películas. (CODECS, 2015)

MPEG-2 es similar a MPEG-1, pero también proporciona soporte para vídeo entrelazado (el formato utilizado por las televisiones.) MPEG-2 vídeo no está

optimizado para bajas tasas de bits (menores que 1 Mbit/s), pero supera en desempeño a MPEG-1 a 3 Mbit/s y superiores. El MPEG2 aparece en 1994 y es uno de los formatos de compresión que ofrece mayor calidad de imagen, alcanza a su vez una velocidad en la transmisión de datos de 3 a 10 Mbits de ancho de banda.

Este formato ofrece la transmisión de ficheros de vídeo digital a pantalla completa o broadcast. El MPEG2, es el utilizado por la televisión digital y para la codificación del DVD de vídeo. Trabaja con resoluciones desde 352 x 480 y 1920 x 1080 píxeles o 720x576 (PAL) y 720x480 (NTSC).

MPEG-2 introduce y define Flujos de Transporte, los cuales son diseñados para transportar vídeo y audio digital a través de medios impredecibles e inestables, y son utilizados en transmisiones televisivas. Con algunas mejoras, MPEG-2 es también el estándar actual de las transmisiones en HDTV. Un descodificador que cumple con el estándar MPEG-2 deberá ser capaz de reproducir MPEG-1.

MPEG-2 audio, definido en la Parte 3 del estándar, mejora a MPEG-1 audio al alojar la codificación de programas de audio con más de dos canales. La parte 3 del estándar admite que sea hecho retro-compatible, permitiendo que descodificadores MPEG-1 audio puedan descodificar la componente estéreo de los dos canales maestros, o en una manera no retro-compatible, la cual permite a los codificadores hacer un mejor uso del ancho de banda disponible. MPEG-2 soporta varios formatos de audio, incluyendo MPEG-2 AAC.

## **MPEG4**

MPEG-4 es un método para la compresión digital de audio y vídeo. Fue introducido a finales de 1998 y designado como un estándar para un grupo de formatos de codificación de audio, video y las tecnologías relacionadas acordadas por la ISO / IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) (ISO / IEC JTC1 / SC29/WG11), formalmente estándar ISO/IEC 14496 – *Codificación de objetos audiovisuales*. Los usos de MPEG-4 incluyen la compresión de datos de audiovisuales para la web, (streaming) y distribución de CD, voz (teléfono, videoconferencia) y difusión de aplicaciones de televisión. (MPEG4, 2015)

Uno de los códecs utilizados en este formato son los famosos, DivX y XviD. Una de las grandes ventajas que ofrece este formato es una muy buena calidad, muy parecida al del formato DVD, a cambio de un factor de compresión mucho más elevado que otros formatos, dando como resultado archivos o ficheros más comprimidos que otros e ideales para poder transmitir los datos a través de Internet. Utiliza una resolución de 176 x 144 píxeles.

## WMV

Windows Media Video hace parte de otro formato de compresión que está tomando vigencia sobre los actuales servicios de streaming, Webcast e IPTV, este formato fue diseñado por la empresa Microsoft con la finalidad de ser utilizado en aplicaciones streaming en internet, pero gracias a sus diferentes mejoras en cuanto a la codificación y transmisión de archivos se está comenzando a implementar en contenidos de videos de alta definición. La primera versión de este tipo de formato fue el WMV 7 cuya estructura fue diseñada en base al estándar MPEG-4 v2. Después surgieron otros estándares (WMV 8 y WMV 9) con la finalidad de optimizar su nivel de codificación y tasa de transmisión de video en alta definición. (WMV, 2015)

WMV 9 es su formato más reciente, este a diferencia de sus predecesores tiene soporte para videos entrelazados e interpolación de cuadros. El códec fue estandarizado por la SMPET (Sociedad de Ingenieros de Películas y Televisión) a este le dieron el nombre de SMPET 421M pero hoy en día es conocido popularmente como VC-1 entre las principales características este estándar se puede encontrar lo siguiente:

- Desarrollado para múltiples aplicaciones por ejemplo soporte para reproductores de DVD, equipos móviles, dispositivos de streaming entre otros.
- Soporte de tres diferentes perfiles (sencillo, medio y alto) que determinan la aplicación y el nivel de aplicación que se realizara
- Capacidad de codificar archivos con extensión WMV y AVI además soporte para ser incorporado en contenedores ASF (Sistema de Avanzado Formato)

Numero de niveles	Resolución (PX)	Velocidad de fotogramas (HZ)	Tasa de bits
1	128*96	30	128 Kbps
	176*144	15	
1.1	176*144	30	192 Kbps
	320*240	10	
1.2	352*288	7	384 Kbps
	320*240	20	
2	352*288	15	768 Kbps
	320*240	36	
2.1	352*288	30	2 Mbps
	352*480	25	
2.2	352*480	32	4 Mbps
	352*576	27	
	720*480	15	
	720*576	13	
3	352*480	61	10 Mbps
	352*576	51	
	720*480	30	
	720*576	25	
3.1	720*480	80	14 Mbps
	720*576	67	
3.2	1280*720	30	20 Mbps
	1280*720	60	
	1280*1024	42	
	1280*720	68	
4	1920*1088	30	50 Mbps
	2048*1024	30	
	1920*1088	30	
	2048*1088	60	
5	1920*1088	72	135 Mbps
	2048*1024	72	
	2560*1920	30	
	3680*1536	26	

Ilustración 7. Variación de la tasa de bits para videos de diferentes resoluciones usando el códec MPEG4<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Imagen obtenida de [http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/914/1/digital\\_19595.pdf](http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/914/1/digital_19595.pdf) página 17

### 3.2.12 Ambientes cliente/servidor

#### **Antecedentes**

Existen distintas maneras de manipular la información, pero es claro que muchas de ellas no son las más eficientes, motivo por el cual se presentó la necesidad de crear un modelo que permitiera manejar grandes volúmenes de información de manera interactiva, rápida y segura otorgando acceso a varios usuarios al mismo tiempo y garantizando eficacia en todas las operaciones realizadas.

Desde hace algunos años atrás, la evolución hacia aplicaciones cliente/servidor fue inevitable debido a que es más eficiente que el procesamiento de datos sea centralizado. Tal situación fue bien aprovechada porque ya había servidores eficientes y confiables. Existía tecnología para el desarrollo de la arquitectura cliente/servidor desde hacía ya bastantes años, pero no era aprovechada al máximo. En la arquitectura cliente/servidor, es esencial el tránsito en la red. Un esquema cliente/servidor es óptimo en la medida en que el tránsito en la red sea mínimo, porque utiliza la mínima potencia de máquina posible.

El esquema de aplicación cliente/servidor más utilizado es aquel en que la aplicación se divide en dos partes (Two Tier Architecture), una que reside en la estación de trabajo cliente y una que reside en el servidor de base de datos.

La parte residente en el cliente resuelve tanto los problemas de diálogo con el usuario, como los de lógica (consistencias, cálculos, etc.) e incluso, determina los accesos a la base de datos, mientras que en el servidor se ejecutan, simplemente, los comandos SQL determinados por la otra parte.

Para el envío de solicitudes y respuestas entre clientes y servidores, se ha establecido un estándar que permite comunicarse con cualquier base de datos a través de una interfaz común llamada ODBC; este manejador posee un código que contiene los aspectos específicos de una base de datos en particular y proporciona acceso a ella mediante un conjunto estándares de llamadas API.

Microsoft introdujo la especificación del ODBC con el fin de que los programas fueran totalmente independientes del servidor de base de datos y que, luego, en tiempo de ejecución, una DLL genérica resolviera automáticamente todas las conversiones necesarias (CLIENTE-SERVIDOR, 2015).

#### **Definición**

El Cliente-Servidor es un sistema distribuido entre múltiples Procesadores donde hay clientes que solicitan servicios y servidores que los proporcionan. La Tecnología Cliente/Servidor, es un modelo que implica productos y servicios enmarcados en el uso de la Tecnología de punta, y que permite la distribución de la información en forma ágil y eficaz a las diversas áreas de una organización (empresa o institución pública o privada), así como también fuera de ella. (CLIENTE-SERVIDOR, 2015).

## Características

- **Protocolos asimétricos:** hay una relación muchos a uno entre los clientes y un servidor. Los Clientes siempre inician un diálogo mediante la solicitud de un servicio. Los Servidores esperan pasivamente por las solicitudes de los clientes.
- **Encapsulación de servicios:** El servidor es un especialista, cuando se le entrega un mensaje solicitando un servicio, él determina cómo conseguir hacer el trabajo. Los servidores se pueden actualizar sin afectar a los clientes en tanto que la interfaz pública de mensajes que se utilice por ambos lados, permanezca sin cambiar
- **Integridad:** el código y los datos de un servidor se mantienen centralizados, lo que origina que el mantenimiento sea más barato y la protección de la integridad de datos compartidos. Al mismo tiempo, los clientes mantienen su independencia y “personalidad”
- **Transparencia de localización:** el servidor es un proceso que puede residir en la misma máquina que el cliente u otra una máquina diferente de la red. El software cliente/servidor (middleware) habitualmente oculta la localización de un servidor a los clientes mediante la redirección de servicios. Un programa puede actuar tanto como cliente, como servidor o como cliente y servidor simultáneamente
- **Intercambios basados en mensajes:** Los clientes y servidores son procesos débilmente acoplados que pueden intercambiar solicitudes de servicios y respuestas utilizando mensajes (EL MODELO CLIENTE SERVIDOR, 2015).

### 3.2.13 Arquitectura

#### ARQUITECTURA EN 2 NIVELES

La arquitectura en 2 niveles se utiliza para describir los sistemas cliente/servidor en donde el cliente solicita recursos y el servidor responde directamente a la solicitud, con sus propios recursos. Esto significa que el servidor no requiere otra aplicación para proporcionar parte del servicio. (LICERO, 2001).

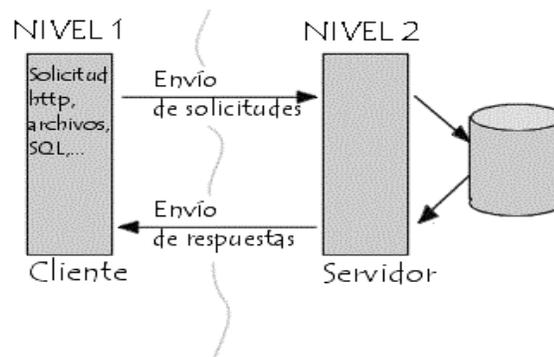


Ilustración 8. Arquitectura cliente/servidor en 2 niveles<sup>8</sup>

### ARQUITECTURA EN 3 NIVELES

En la arquitectura en 3 niveles, existe un nivel intermediario. Esto significa que la arquitectura generalmente está compartida por:

- Un cliente, es decir, el equipo que solicita los recursos, equipado con una interfaz de usuario (generalmente un navegador Web) para la presentación
- El servidor de aplicaciones (también denominado software intermedio), cuya tarea es proporcionar los recursos solicitados, pero que requiere de otro servidor para hacerlo
- El servidor de datos, que proporciona al servidor de aplicaciones los datos que requiere

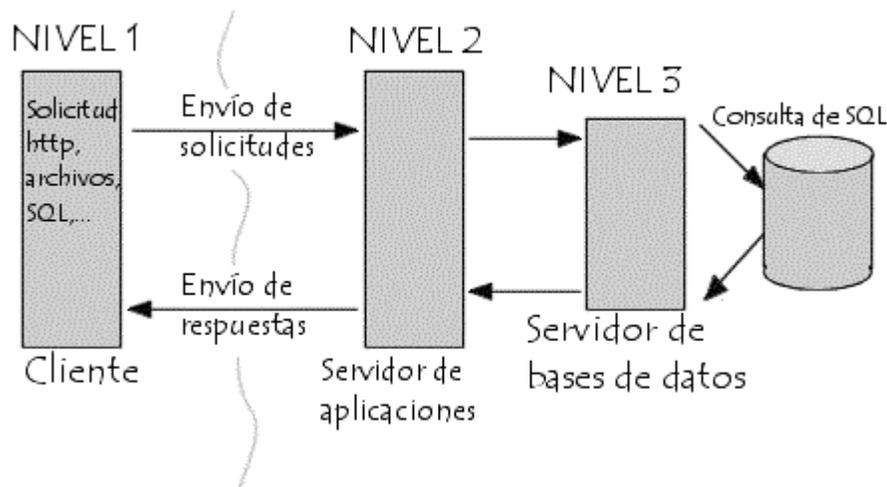


Ilustración 9. Arquitectura cliente/servidor en 3 niveles<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Imagen obtenida de <http://static.commentcamarche.net/es.kioskea.net/pictures/cs-images-2-tier.gif>

<sup>9</sup> Imagen obtenida de <http://static.commentcamarche.net/es.kioskea.net/pictures/cs-images-3-tier.gif>

## **COMPARACIÓN ENTRE AMBOS TIPOS DE ARQUITECTURAS**

La arquitectura en 2 niveles es, por lo tanto, una arquitectura cliente/servidor en la que el servidor es polivalente, es decir, puede responder directamente a todas las solicitudes de recursos del cliente.

Sin embargo, en la arquitectura en 3 niveles, las aplicaciones al nivel del servidor son descentralizadas de uno a otro, es decir, cada servidor se especializa en una determinada tarea, (por ejemplo: servidor web/servidor de bases de datos). La arquitectura en 3 niveles permite:

- Un mayor grado de flexibilidad
- Mayor seguridad, ya que la seguridad se puede definir independientemente para cada servicio y en cada nivel
- Mejor rendimiento, ya que las tareas se comparten entre servidores

## **4. OBJETIVOS Y ALCANCES**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una metodología para la implementación de una infraestructura de red que soporte servicios webcast para apoyo docente que optimice el aprendizaje de los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los requerimientos del sistema de infraestructura de red a diseñar para el desarrollo y funcionalidad del proyecto.
- Elaborar y analizar el correspondiente estudio de tráfico de información, en la población de estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena.
- Realizar la metodología para la implementación de la infraestructura de red de servicios webcast bajo normas de QoS que tengan en cuenta variables como priorización de tráfico y la garantía de un ancho de banda mínimo, basándose en los datos recolectados, requerimientos y estudios realizados.
- Programar las actividades que permitan la evaluación de los resultados de la metodología.

### **4.3 ALCANCE**

La metodología para la implementación de la red que soporta servicios webcast, estuvo enfocada en la población de los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena, ya que todos los procesos definidos en esta investigación están enfocados a este ambiente.

## 5. METODOLOGIA

En el desarrollo de la metodología se tuvieron en cuenta varios aspectos para la realización de la investigación.

Esta investigación es de tipo mixta, debido a que inicialmente se llevó a cabo un estudio teórico (obtenido de libros, artículos virtuales, páginas web, etc.) detallado de la tecnología de streaming en cuanto a su infraestructura y la calidad de servicio (QoS), dicho estudio se plasmó dentro del marco teórico de esta tesis final. Además, se realizó una investigación de campo en diferentes escenarios de prueba que permitieron recolectar y analizar los datos y parámetros que conforman la infraestructura de un servicio de streaming incluyendo los relacionados con la calidad del video, tales como, flujo y priorización de tráfico RTP, análisis de pérdida de paquetes, jitter y delay en las transmisiones, etc.

El diseño de la investigación se puede denominar como experimental, debido a que al identificarse las variables estudiadas, anteriormente mencionadas, se realizó uso y control de estas para llevar a cabo la realización de los escenarios de infraestructura de red como se indica detalladamente en la metodología de la tesis.

Luego de especificar lo anterior, se realizó un análisis y comparación de variables y herramientas utilizadas en proyectos relacionados con la transmisión de servicios críticos para dar soporte al desarrollo de las fases que constituyen el procedimiento metodológico a implementar. Dicho análisis se ve evidenciado más adelante en este documento en la sección de resultados y discusiones.

## 5.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS

Luego de haber determinado, comparado, y analizado las variables establecidas tal y como se muestra en el “análisis de variables de fuentes secundarias” ubicado en los resultados y discusiones en este documento, se aporta solución a este proyecto construyendo una metodología segmentada en fases que demuestran el cumplimiento de los objetivos propuestos.

El desarrollo de la metodología consta principalmente de cinco fases, las cuales indican de manera secuencial los procedimientos. Dichas fases son:

### 5.1.1 FASE 1: Recolección de datos

Inicialmente se realizó la respectiva recolección de información la cual se dividió en 2 etapas:

- Recolección de datos de la población estudiada:

Para esto se solicitó la información al Ingeniero Amaury Cabarcas, Coordinador del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia en la Universidad de Cartagena, sobre la cantidad de estudiantes que componen esta modalidad para cada uno de los centros de aprendizaje (Anexo B).

Esta información es necesaria ya que con base a esta se realizó la estimación del cálculo de ancho de banda necesario para las pruebas de transmisión y así poder dimensionar el tamaño del canal de internet disponible con el que debe contar la institución para la implementación de este sistema.

- Recolección de datos sobre el estado del arte actual de la infraestructura:

Para esto inicialmente se redactó una carta avalada (Anexo D) por el jefe del programa de Ingeniería de Sistemas (para garantizar la fiabilidad de la misma) a la división de sistemas de la universidad, en la cual se solicitaba información sobre el estado actual de la infraestructura de red, de esta manera se realizó una entrevista al Ingeniero Javier Pinedo (Anexo C), encargado de la División de Sistemas de la Universidad de Cartagena para ese entonces. En la entrevista se cuestiona sobre los recursos de hardware y software a nivel de red que maneja la institución actualmente. Con esta información se determinaron a nivel de hardware, red y software los requerimientos del sistema.

### 5.1.2 FASE 2: Diseño y estudio del sistema para identificación de requerimientos

Para esta fase se realizó a profundidad una documentación correspondiente a los temas abarcados en este documento, la cual se ve referenciada en mayor parte en el marco teórico. Dicha información facilita la comprensión de esta tecnología para proponer la solución planteada, entender en mejor manera cómo funcionan las variables manejadas en los escenarios probados y facilitar la selección de las herramientas utilizadas. En términos generales para esta fase se diseñaron los diagramas del sistema y los requerimientos necesarios para implementar la solución en base a las comparaciones estudiadas previamente teniendo en cuenta las variables: Tecnología de streaming a utilizar, arquitectura de la implementación y metodología de diseño de la solución.

#### **DIAGRAMAS DEL SISTEMA**

Para lograr una mayor comprensión del sistema se diagramaron las diferentes etapas del sistema, empezando por la relación de este con su entorno y continuando su desarrollo de lo general a lo específico, determinando los diferentes procesos necesarios para su funcionamiento y mostrando el flujo de información entre ellos, finalizando con la relación física de los usuarios con el sistema. (LICERO, 2001)

En esta etapa del diseño del sistema se implementó el uso de los diagramas de flujo de datos mediante la notación Yourdon, desarrollado por Yourdon Inc., compañía de consultoría y desarrollo profesional. Estos diagramas constan de 4 elementos básicos para la descripción de los elementos del diagrama y la relación entre ellos:

- **Flujo de datos:** Simboliza el movimiento de datos dentro del proceso en determinada dirección, se representa con una flecha desde un origen a un destino en forma de documentos, cartas, llamadas telefónicas, etc.; al flujo de datos se le conoce también como paquete de datos. Los flujos de datos se nombran preferiblemente con adjetivos que identifican el paquete de datos que se maneja a través de estos.
- **Procesos:** Representan las personas, procedimientos o dispositivos que utilizan, transforman o producen datos, se nombran mediante verbos y no representan la fuente física de los datos, solo su tratamiento. La representación de los procesos se grafica mediante una circunferencia con una identificación del proceso en su parte superior y con la acción que efectúa en su parte central
- **Entidades:** Conocidas también como la fuente o destino de datos, representan al origen de los datos que circulan en el sistema, ya sea personas, otros programas u organizaciones que interactúan con el sistema pero se encuentran fuera de su entorno. La representación gráfica de las entidades es un cuadro o rectángulo con el nombre de la entidad que representa.

- **Almacenes de datos:** Es el lugar donde el sistema guarda los datos o a los que hacen referencia los procesos del sistema. El almacén de datos puede representar tantos dispositivos físicos por ejemplo un archivador, como base de datos en una computadora. Se representan gráficamente mediante un rectángulo con sus paredes laterales abiertas.

La primera representación lógica del sistema debe ser la relación de este con su entorno y consta de 5 elementos básicos: un proceso, dos entidades y dos almacenes de datos como se observa en el diagrama de contexto en la ilustración 10.

La entrada principal de datos del sistema proviene del administrador que es el encargado de alimentar el sistema suministrando el material audiovisual y sus respectivos descriptores. Los archivos de medios provendrán de la captura o digitalización del material y serán almacenados en un dispositivo llamado Disco de Video. Sus detalles o Metadatos son procesados y almacenados en la Base de datos.

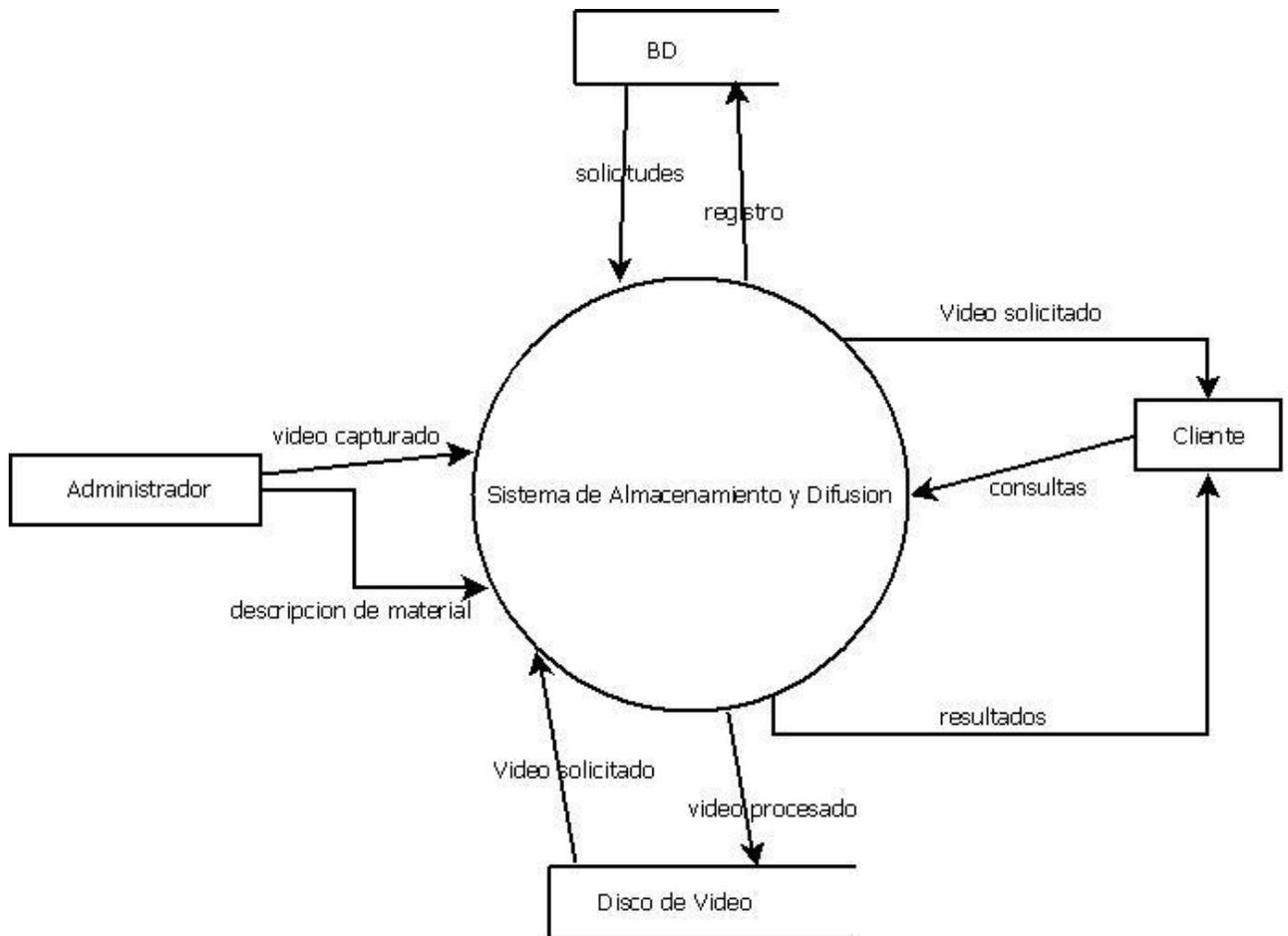


Ilustración 10. Diagrama de Contexto

En la ilustración 10 se aprecian los diferentes flujos que llevan la información solicitada por un cliente a través de una consulta. Uno de estos flujos contiene los resultados de queries y el otro flujo hace referencia a un material de video específico.

En la ilustración 11 se representa un mayor nivel de detalle del diagrama de contexto. Se observa la diferencia entre la parte que realiza la administración y la parte que recibe el servicio. Su representación se aprecia claramente en la forma de 2 procesos independientes.

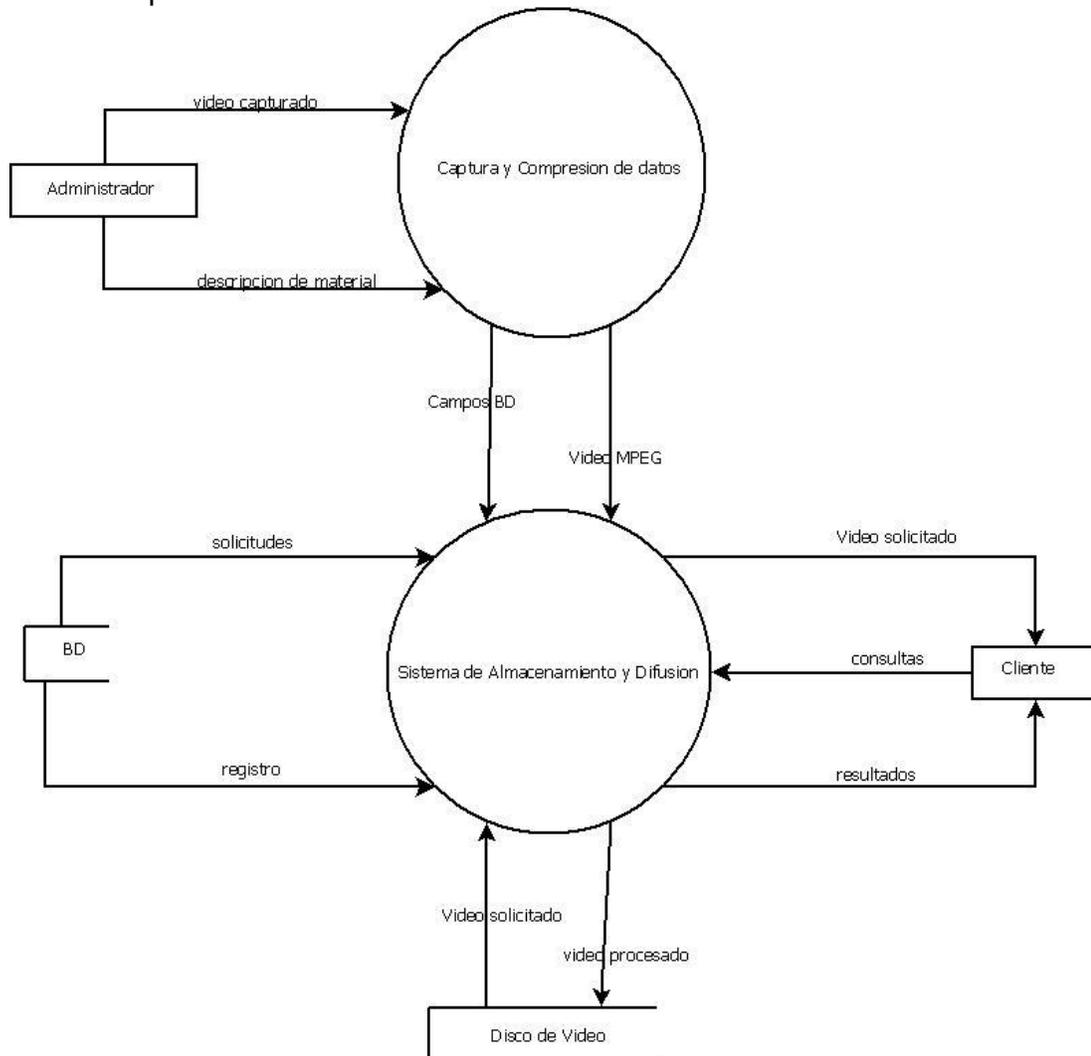


Ilustración 11. Diagrama de primer nivel del sistema.

En el proceso de captura y compresión de datos que se muestra en la ilustración 12, se distingue al Administrador como la única entidad con privilegios para la captura del material audiovisual y su compresión a MPEG, al tiempo que viaja al proceso2.0 donde se realiza el almacenamiento en el Disco de Video. La adquisición de los descriptores o información específica que acompaña siempre al clip, es también

suministrada por la entidad administrador y es enviada al DBMS que contiene la base de datos donde se insertan a través de instrucciones SQL.

El proceso sistema de almacenamiento y difusión, es el que a solicitud del cliente entrega los resultados correspondientes según los criterios de búsqueda. Este proceso es el único autorizado para tener acceso a los contenidos de la base de datos del sistema y el dispositivo de almacenamiento.

Para entender el sistema en forma más detallada, se muestra el segundo nivel del diagrama del sistema. Así aparecen 6 procesos que particularizan la transformación de la información. El primero de ellos identificado **como conversión A/D**, es el encargado de la codificación en bits de una señal analógica de audio y/o video. Esta tarea es llevada a cabo en el ámbito de hardware por una tarjeta digitalizadora de video y por otra, de sonido. Esta primera digitalización no es suficiente para el sistema objeto de estudio, puesto que el ancho de banda requerido (del orden de los cientos de millones de bits por segundo) para transmitir esta información no es soportado por las redes comunes. De ahí el siguiente proceso toma el flujo de **video digitalizado sin comprimir** y aplica esquemas de compresión que resultan en archivos con una tasa de bits del orden de cientos de miles por segundo. Tales algoritmos son implementados en tiempo real o en forma diferida, vía el software que reside en el equipo de administrador.

Toda esta información, que de ahora en adelante se conocerá como **Video MPEG**, es enviada al **Disco de Video**. Este dispositivo de almacenamiento es un disco duro físico con algunas características de operación especiales, que se ha dedicado solo para este fin; no interviene con las tareas habituales de la máquina y utiliza un canal de comunicación independiente dentro del pc.

Paralelamente a los procedimientos anteriores, el **Administrador** suministra los datos que describen cada uno de los programas audiovisuales en la **toma de datos**. Aquí son capturados valores como Nombre, descripción, tema, categoría y otras variables similares. Esta información permite en la **Inserción** alimentar los campos en la **Base de Datos**, clasificando y facilitando su posterior acceso por medio de métodos de búsqueda.

Hasta ahora se han descrito las tareas llevadas a cabo por el **Administrador**, y que dan disponibilidad al servicio, pues si no hay información almacenada, el **cliente** no obtendrá respuestas a sus solicitudes.

A partir de este momento, el **cliente** puede hacer una **Solicitud de consulta**, ya sea para iniciar un proceso de **Búsqueda** o si ya conoce el nombre del documento, hacer la recuperación del **Programa escogido**.

Cuando un usuario del servicio desea acceder a un programa, utilizando la modalidad de **búsqueda**, este proceso recibe la consulta del cliente y conforme a los

criterios especificados, se comparan los campos de la **Base de Datos** y se envía un **Resultado al Cliente**.

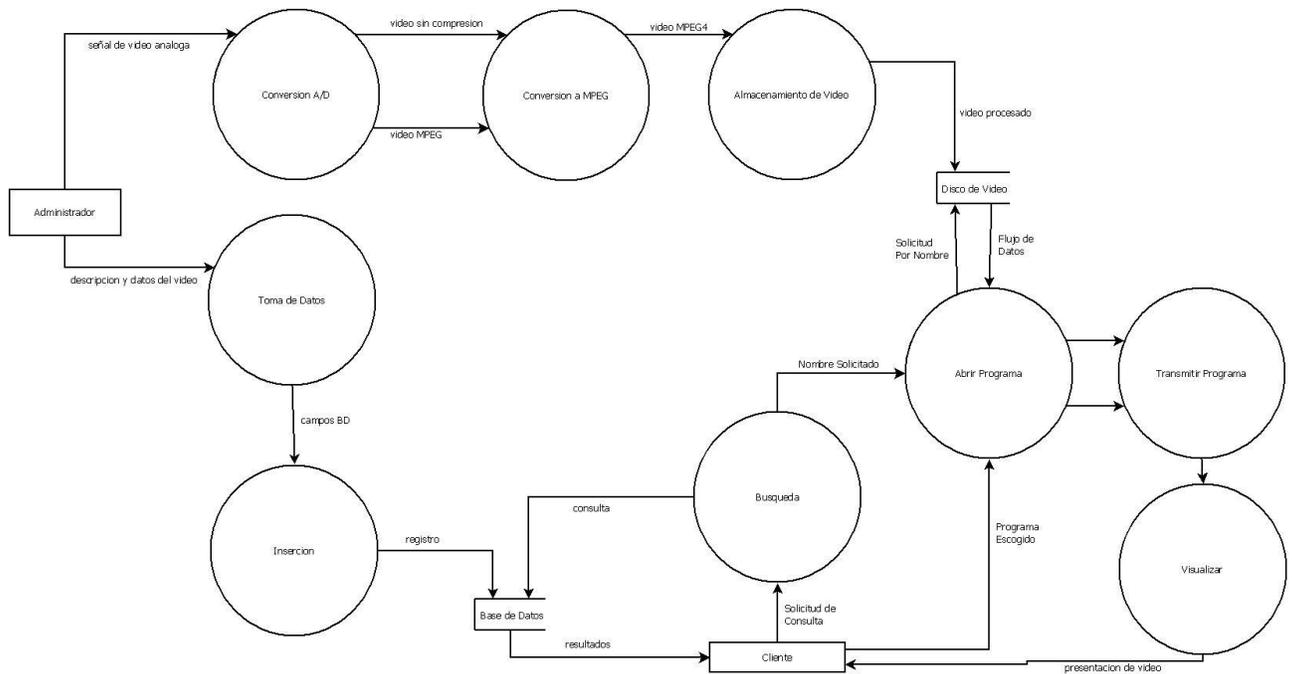


Ilustración 12. Diagrama de primer nivel del sistema.

Una vez el cliente está de acuerdo con alguna de las posibilidades ofrecidas (si las hay), se envía la selección a través del **Nombre Solicitado** al proceso abrir programa (ver ilustración 16), que es el encargado de solicitarlo al **Disco de Video** donde previamente se ha almacenado. El mismo proceso transmite el **Flujo de Video** al proceso **Transmitir Programa**, donde según criterio de difusión escogido, este viaja por unidifusión o multidifusión a través de la red, para ser desplegado en la computadora de un usuario final.

## DISEÑO DEL HARDWARE DE ADQUISICION

### **Conexiones necesarias para realizar streaming**

Básicamente existen conexiones fijas que pueden ser por DSL, por cable, por fibra, etc. y conexiones celulares. Obviamente una conexión fija es la más ideal, porque generalmente es mucho más estable. Una conexión fija presenta menos problemas en términos de saturación en la señal porque este tipo de conexiones son mucho más rápidas y tienen muchas más potencia que las conexiones celulares. Ahora, algo también importante ¿utilizar alguna conexión inalámbrica o alámbrica hacia el equipo con el que se lleve a cabo el streaming? Siempre que se pueda usar

cableado es mejor, porque el cable no es propenso a la interferencia como las señales inalámbricas aunque hayan mejorado mucho. En una zona donde hay demasiadas redes wi-fi, teléfonos inalámbricos de 2.4 GHz o 5 GHz, estos operan sobre las mismas frecuencias que las redes wi-fi, entonces esto puede provocar interferencia y es algo que se debe tener muy en cuenta.

El 99% de las conexiones en internet son asimétricas es decir se tiene más velocidad de bajada que de subida y para streaming lo que importa no es la velocidad de bajada sino la de subida, la velocidad de subida tiene que ser lo suficientemente amplia como para poder lograr que esta señal de video se transmita de forma adecuada. Para referencia por ejemplo una conexión promedio de 10 MB de bajada si acaso llega a tener 1 MB de subida, una conexión de 100 MB de bajada cuando mucho llega a tener 8 MB de subida. Entonces esto es algo que hay que considerar en el momento en que se verifique el tipo de conexión que se usará para realizar el streaming.

En términos de transmisión y calidad, hay que considerar primero quien la va a ver y la velocidad de conexión de internet de las personas que la van a ver y obviamente nuestra velocidad de subida. A lo mejor el hacer un streaming full HD puede ser muy atractivo sin embargo si la gente no va a tener la velocidad para hacer ese streaming full HD obviamente no tiene mucho sentido.

El tamaño estándar de un video es de 640X360 y para poder transmitir a esta calidad la velocidad que se recomienda de subida es de por lo menos 750 kbps constantes. Si se utiliza una resolución de 480p se necesita 1 Mbps y en 720p se necesitan 2.5 Mbps.

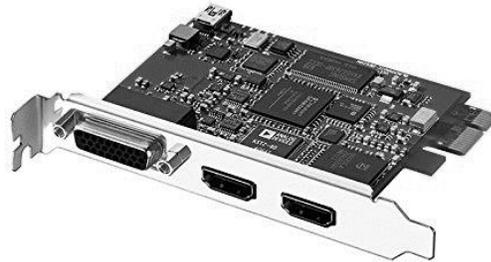
Entonces, ¿qué se debe tener en cuenta? si se desea transmitir en 720p que requiere 2.5 Mb de subida, por lo menos se recomienda contar con 5 Mb constantes de subida, ya que por el tema de que las conexiones se comparten puede que la señal disminuya, es decir, si se cuenta con 5 Mb y disminuye a 4 Mb o 3.5 Mb y solo se necesitan 2.5 Mb para transmitir en 720p no existe ningún problema. Pero si cuenta con 2.5 Mb de subida y disminuye por cualquier motivo, la señal se va a cortar. Porque una vez que el codificador se configura a cierta velocidad de stream esa velocidad no se va ajustando del lado del servidor, la que se ajusta es la del lado del usuario.

### **Tarjetas de captura para realizar streaming**

El video es el componente fundamental en la suma de partes que integran este sistema, por lo que la tarea de adquirirlo no debe tomarse a la ligera. Aunque existe un sin número de soluciones modelo de estas tarjetas, y con precios variables, su escogencia debe estar basada en el equilibrio de la relación costo-beneficio. Básicamente existen dos tipos de tarjetas de captura de video, internas y externas.

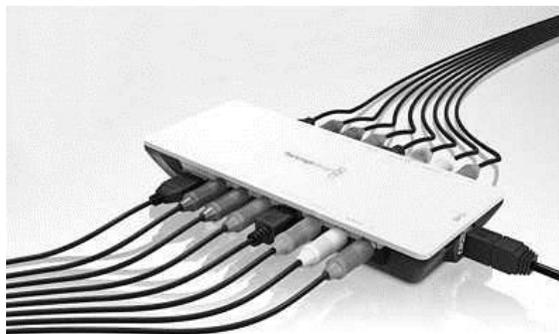
En el caso de las internas son dispositivos PCI, y las externas, pueden ser conectadas vía dos interfaces, USB 3.0 (ofrece la velocidad de conexión necesaria

como para poder realizar la captura de video en HD.) O thunderbolt.  
La alternativa más económica en PCI se llama **Blackmagic Design Intensity Pro**, es una tarjeta muy económica que permite capturar HDMI, componente o compuesto sin ningún problema.



*Ilustración 13. Tarjeta Capturadora de Video PCI <sup>10</sup>*

En el caso de conexiones USB 3.0, una de las opciones más económicas es **Blackmagic Design Intensity Shuttle USB 3.0**. Permite insertar señal HDMI, componente y compuesto.



*Ilustración 14. Tarjeta Captura de Video USB 3.0 <sup>11</sup>*

En el caso de conexiones thunderbolt, **Blackmagic Design Mini Recorder** tiene entradas tanto HDMI como SDI. Es económica porque solo sirve para insertar señal, no tiene ninguna otra función.

---

<sup>10</sup> Imagen obtenida de <https://images.blackmagicdesign.com/media/products/intensity/landing/intensitypro1.jpg>

<sup>11</sup> Imagen obtenida de [http://www.floridamusicco.com/images/product%20pics/smallwide/tnl\\_intensity\\_shuttle.jpg](http://www.floridamusicco.com/images/product%20pics/smallwide/tnl_intensity_shuttle.jpg)



Ilustración 15. Tarjeta Capturadora de Video SDI <sup>12</sup>

## **DISEÑO DEL ESQUEMA TRANSMISION**

Gracias a la transmisión por secuencias de datos, cada cliente puede procesar el contenido tal como lo recibe a través de la red sin que sea necesario descargarlo primero. Las secuencias reducen significativamente el tiempo de espera y los requisitos de almacenamiento en el cliente. También permiten realizar presentaciones de una duración ilimitada, así como retransmisiones en directo.

Esta sección introduce los conceptos clave para entender el diseño del esquema de transmisión de este proyecto y las formas en que se entregan y reproducen secuencias multimedia. Este trabajo utiliza los términos de unidifusión y multidifusión para describir como reciben los clientes los paquetes de datos procedentes del servidor del sistema

### **Streaming**

Bajo el término “streaming”, se engloban un conjunto de productos y técnicas cuyo objetivo es la difusión de contenidos multimedia tales como audio y video. Este sistema de distribución se caracteriza por la visualización de los contenidos en el cliente sin la necesidad de esperar la descarga completa de un fichero.

Su orientación está dirigida absolutamente para su utilización en Internet, ya que a pesar de que este formato puede ser reproducido desde el propio disco duro, será de mayor utilidad cuando sea reproducido en un ordenador y el contenido del archivo en cuestión se encuentre en un ordenador a muchos kilómetros de distancia conectado a través de una red LAN, WAN o la misma Internet. (STREAMING, 2015).

Técnicamente así sería una sesión de video-streaming usuario-servidor usando protocolos RTP y RTSP:

- ✓ El usuario obtiene el URI (Uniform Resource Identifier) de un contenido. Este URI, que se puede obtener de diversas formas (mediante navegación http, WAP, teclado por el usuario, etc.), especifica un servidor de streaming y la

---

<sup>12</sup> Imagen obtenida de [http://images17.newegg.com/is/image/newegg/15-710-057-TS?\\$\\$300\\$](http://images17.newegg.com/is/image/newegg/15-710-057-TS?$$300$)

- dirección del contenido.
- ✓ El cliente obtiene el archivo SDP mediante el mensaje DESCRIBE de RTSP.
  - ✓ En el terminal del cliente debe existir una aplicación (normalmente el reproductor de streaming) que entienda los archivos del protocolo SDP.
  - ✓ El establecimiento de la sesión se realiza mediante el envío de un mensaje «RTSP SETUP» por cada flujo que el cliente quiera recibir, respondiendo el servidor con los puertos que se van a usar a lo largo de la sesión.
  - ✓ Tras esto, el cliente ya puede realizar el streaming, controlado por el protocolo RTSP («play», «pause», etc.).
  - ✓ RTP es el encargado de transportar el flujo multimedia y RTCP de monitorear la calidad de servicio.
  - ✓ El cliente puede finalizar la sesión en el momento que desee mediante el mensaje TEARDOWN de RTSP

## Archivos ASF

ASF se utiliza para ordenar, organizar y sincronizar los datos multimedia que se transmitirán por las redes. ASF es un formato de archivo; sin embargo, también puede utilizarse para especificar el formato de las presentaciones en directo como se explicara más adelante. Aunque ASF está optimizado para enviar secuencias multimedia a través de una red, es igualmente adecuado para la reproducción local. Algo que ha agradado a los autores, es que es posible utilizar cualquier algoritmo de compresión y descompresión para codificar las secuencias ASF y no restringirse al estándar MPEG-4. La información almacenada en la secuencia ASF puede utilizarse para ayudar al cliente a determinar que códec se necesita para descomprimir la secuencia. Además, las secuencias ASF pueden transferir utilizando cualquier protocolo de transmisión de red subyacente. (LICERO, 2001).

## Unidifusión

Una unidifusión es una conexión punto a punto entre el cliente y el servidor. Punto a punto significa que cada cliente recibe una secuencia distinta del servidor. Las secuencias de unidifusión solo se envían a los clientes que las solicitan. Pueden distribuirse al cliente de dos maneras: A petición (o en demanda, de ahí el termino video en demanda) y por difusión. Una transmisión a petición permite al usuario controlar de forma activa la reproducción, mientras que el usuario recibe la transmisión por difusión de manera pasiva.

- ***Unidifusión a petición (en demanda)***

A petición es una de las formas en que el usuario recibe la información de secuencias desde el servidor de video. Una conexión a petición es una conexión activa entre el cliente y el servidor. En este tipo de conexión, el usuario inicia la conexión del cliente al servidor al seleccionar el elemento del contenido. El contenido se transmite desde el servidor al cliente. Si el archivo

esta indizado, el usuario puede iniciar, detener, retroceder, avanzar rápido o pausar la secuencia. Pero pueden consumir rápidamente el ancho de banda de una red porque cada cliente tiene su propia conexión con el servidor.

- ***Unidifusión por difusión***

En la transmisión por difusión el usuario recibe una secuencia de manera pasiva. Durante una transmisión por difusión, el cliente recibe la secuencia, pero no puede controlarla. Por ejemplo, el usuario no puede pasar ni avanzar o retroceder rápidamente la secuencia. En una unidifusión por difusión el cliente tiene acceso a la secuencia desde un alias en un punto de publicación. Así por ejemplo, el usuario puede hacer clic en un vínculo de una página web o se le proporciona de otra forma la dirección URL del alias y se conecta a la secuencia. Cada usuario que se conecta a la secuencia tiene su propia conexión y secuencia de datos que viene del servidor consumiendo anchos de bandas individuales.

## **Multidifusión**

Existe otro tipo de transmisión por difusión, la multidifusión, que también es pasiva. Una multidifusión es una secuencia de contenido entregada a través de una red habilitada para multidifusión, en la cual todos los clientes comparten la misma secuencia. La mayor ventaja de estas secuencias de contenido es que se ahorra ancho de banda en la red. En una multidifusión el cliente pasivo recibe una secuencia de multidifusión al supervisar una dirección IP específica. Sin embargo, la ventaja de una multidifusión es que una sola secuencia puede proporcionar datos a muchos clientes de la red. Esto respeta el ancho de banda y puede ser extremadamente útil para redes de área local (LAN) de ancho de banda reducido

## **Protocolos de transmisión**

- ***Protocolos MMS***

El protocolo MMS se utiliza para tener acceso a contenido de unidifusión desde un punto de publicación de servicios de video. MMS es el método predeterminado para conectarse con el servicio de unidifusión en Windows. Cuando se conecta con un punto de publicación en el servidor del proyecto mediante el protocolo MMS, se realiza una conversión de protocolos para obtener la mejor conexión. La conversión de protocolos se inicia tratando de conectar el cliente con el servidor mediante MMSU. MMSU es el protocolo MMS combinado con el transporte de datos UDP. Si la conexión MMSU no se establece correctamente, el servidor intentara utilizar el protocolo MMST. MMST es el protocolo MMS combinado con el transporte de datos TCP. (LICERO, 2001).

- **Protocolo RTSP**

Es un protocolo no orientado a conexión, en lugar de esto el servidor mantiene una sesión asociada a un identificador, en la mayoría de los casos RTSP usa TCP para datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y vídeo aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario. En el transcurso de una sesión RTSP, un cliente puede abrir y cerrar varias conexiones de transporte hacia el servidor por tal de satisfacer las necesidades del protocolo.

De forma intencionada, el protocolo es similar en sintaxis y operación a HTTP de forma que los mecanismos de expansión añadidos a HTTP pueden, en muchos casos, añadirse a RTSP. Sin embargo, RTSP difiere de HTTP en un número significativo de aspectos:

- ✓ RTSP introduce nuevos métodos y tiene un identificador de protocolo diferente.
- ✓ Un servidor RTSP necesita mantener el estado de la conexión al contrario de HTTP
- ✓ Tanto el servidor como el cliente pueden lanzar peticiones.
- ✓ Los datos son transportados por un protocolo diferente

- **Protocolo RTP**

El protocolo RTP se establece en el espacio de usuario y se ejecuta, por lo general, sobre UDP, ya que posee menor retardo que TCP. Por tanto con UDP se gana velocidad a cambio de sacrificar la confiabilidad que TCP ofrece. Debido a esto, RTP no garantiza la entrega de todos los paquetes, ni la llegada de éstos en el instante adecuado.

La función básica de RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes UDP, pudiéndose enviar tanto a un solo destino (Unicast) o múltiples destinos (Multicast). Los paquetes son numerados de la siguiente manera: se le asigna a cada paquete un número mayor que su antecesor. Esto será útil para que la aplicación conozca si ha fallado algún paquete o no en la transmisión. Si ha fallado, al no tener un control de flujo, de errores, de confirmaciones de recepción ni de solicitud de transmisión, la mejor opción es la interpolación de los datos. (RTP, 2015)

- **Protocolo RTCP**

El protocolo RTCP es complementario a RTP y le brinda a éste un mecanismo de control.

Utiliza UDP por el puerto adyacente siguiente al puerto que se utiliza para

RTP. El protocolo RTCP se basa en la periódica transmisión de paquetes de control a todos los participantes en sesión ofreciéndole información sobre la calidad de los datos distribuidos por la fuente. El protocolo subyacente debe proveer de la Multiplexación de los datos y de los paquetes del control. Por tanto, la función primordial de RTCP es la de proveer una realimentación de la calidad de servicio. (GIL, 2015).

## **REQUERIMIENTOS**

La implementación de este sistema tiene como requerimiento básico una red de computadores que maneje el protocolo TCP/IP. Esto sugiere que cada PC en la red debe tener asignada al menos una dirección IP de acuerdo a la versión 4.0 o superior. En suma deben cumplirse otros requisitos descritos a continuación.

### **Requerimientos de Hardware**

- ***Requerimientos físicos de servidor (óptimos)***
  - ✓ Procesadores Intel de un socket y doble núcleo o núcleo cuádruple Hasta 4 discos duros 6 ranuras DIMM DDR3. Funciones avanzadas opcionales de gestión de sistemas Opciones de redundancia disponibles
  - ✓ Procesador Intel® Xeon® serie 3400 de un socket y núcleo cuádruple.
  - ✓ Hasta 32 GB (6 ranuras DIMM): DDR3 de 1 GB/2 GB/ 4 GB/8 GB de hasta 1333 MHz.
  - ✓ 2 ranuras PCIe
  - ✓ 2 Tarjetas de red LOM GbE integradas sin TOE.
  - ✓ Memoria ECC DDR3, discos duros intercambiables en caliente, fuentes de alimentación redundantes.
  - ✓ Disco duro de 1Tbyte con 11 ms de acceso y 5100 rpm
  
- ***Requerimientos del administrador (óptimos)***
  - ✓ Tarjeta de audio PCI
  - ✓ Tarjeta Aceleradora grafica de 2GB
  - ✓ Tarjeta de captura de video MPEG en tiempo real
  - ✓ Procesador Intel core i7
  - ✓ Disco duro de 500 MB
  - ✓ Tarjeta de red PCI

- **Requerimientos de los clientes (óptimos)**

- ✓ Procesador cualquier marca al menos 2Ghz con tecnología MMX.
- ✓ Mínimo 2 Gb de RAM
- ✓ Tarjeta gráfica de al menos 1Gb PCI
- ✓ Tarjeta de sonido Integrada
- ✓ Tarjeta de Red

## **Requerimientos de Software**

Según el equipo escogido para cumplir las tareas como cliente, administrador o servidor, así serán los requerimientos especificados:

- **Requerimientos del servidor**

El equipo servidor debe tener instalado el S.O Microsoft Windows Server 2008 y el paquete WMS (Windows Media Service), explorador web ya sea google Chrome, o internet Explorer 10. Junto a esto la máquina debe tener instalado el gestor de base de datos Microsoft SQL Server 2008 en adelante para la futura implementación de una plataforma web de transmisión webcast.

- **Requerimientos del administrador**

El PC administrador debe tener instalado el S.O Windows 7 u 8 y el software de codificación para streaming WME (Windows Media Encoder) en su versión 9.

- **Requerimientos de los clientes**

Debe tener S.O Windows 7 u 8 con la instalación versión cliente de la plataforma escogida para el administrador y las actualizaciones de DirectX 12 o superior junto al reproductor de Windows Media 9.

## **Requerimientos de red**

El requisito básico es una red tipo Ethernet basada en la norma IEEE 802.3; la red de área local de la institución esta montadas sobre este esquema que maneja el modelo de protocolos TCP/IP. Adicionalmente el cableado debe cumplir los estándares de fabricación de par trenzados categoría 6 o en adelante según normas vigentes.

## **Calculo del ancho de banda para la transmisión de video**

El ancho de banda representa la velocidad de un canal de transmisión, sin embargo es realmente la cantidad de información que se puede transmitir en un segundo de tiempo por ese canal de comunicación. Esto depende de la capacidad de manejar los bits (unos y ceros) y de la velocidad de los circuitos electrónicos para administrar la información de una forma organizada y segura. (CORTES, 2015)

Teóricamente se considera que un canal de 2MHertz (medida de frecuencia en el espectro electromagnético) tiene un ancho de banda de 2Mbps, pero eso no es necesariamente cierto. Además depende de la pericia del hardware, firmware y software, para administrar mejor la información. Hoy en día, casi siempre los algoritmos de transmisión por un lado y los caracteres de control del protocolo a usar, restan y suman bits y entonces no es directa la proporción entre la frecuencia de la onda portadora o del reloj básico y el ancho de banda. (CORTES, 2015)

A continuación se definen dos tipos de velocidades de los canales de transmisión de datos:

### 1. La *Nominal*:

- Siempre es mayor que la *Efectiva*
- Determina la máxima velocidad
- Mantiene asociados caracteres de control que no aportan nada real para el mensaje
- Puede manejar colisiones, fallas, errores y pérdidas que reducen sustancialmente la velocidad

### 2. La *Efectiva*:

- Determina la *cantidad real* de datos que el canal está transmitiendo.

No hay una fórmula para determinar la velocidad efectiva de la nominal, sin embargo para la transmisión de video se puede asumir que la velocidad efectiva es solo un 40% de la velocidad nominal en la gran mayoría de casos en redes de datos tipo LAN/WAN. (CORTES, 2015)

Por ejemplo cuando alguien dice que la red local (LAN) de nuestra oficina es 100BaseT, quiere indicar que está basada en par trenzado o cable UTP y que la velocidad nominal de la red es de 100Mbps. Por esa parte no se puede esperar que realmente viajen más de  $100 \times 40\% = 40$  Mbps.

Si por ejemplo se ha determinado que una transmisión por decodificador requiere 0.512 Mbps, no se podrá colocar en esa red más de:  $40\text{Mbps} / 0.512 \text{ Mbps} = 78.13$  clientes reproduciendo el video. De igual manera si la velocidad de un enlace a internet es de 20Mbps nominal, entonces se tienen  $20 \times 40\% = 8$  Mbps, por lo tanto ese enlace alcanza para un total de 16 clientes en simultáneo aproximadamente.

Se debe diseñar y trabajar de esta manera (escenarios y situaciones más críticas), para garantizar que siempre se podrá transmitir por el medio de comunicación mencionado, esa señal de video y así nunca sufrirá retrasos, bajas de calidad o disminución en la velocidad (cuadros por segundo).

Para calcular el ancho de banda necesario se usa la siguiente ecuación:

***BW = Velocidad x Tamaño de cada imagen en promedio x % de actividad x 8***

Donde:

- **Velocidad de transmisión:** Es la cantidad de cuadros y se expresa en frames por segundo (FPS). Esto significa el número de cuadros que deseo transmitir para ver en el sitio remoto. El estándar americano NTSC definió este valor en 30 FPS
- **Tamaño de cada imagen:** Se expresa en Bytes. El tamaño depende del fabricante del dispositivo que envía las señales por la red, que puede ser un DVR o NVR, un encoder, un video server o una cámara de red, entre otros. Depende del algoritmo de compresión que se esté usando y de la resolución estática de la imagen de video que se desea enviar, así como también de la escena que se esté observando.
- **% de actividad:** Es un parámetro expresado en un Porcentaje (%) que determina que tanto cambian las imágenes de un cuadro (frame) a otro, y que tanto movimiento existe realmente en la escena

Sabiendo esto y conociendo la información del Anexo B de la fase 1, se utiliza una de las tantas herramientas web que permiten calcular ancho de banda para determinar cuál es la capacidad necesaria de este para una transmisión a una velocidad de 512 kbps (30 fps) para un estimado de 30 clientes (promedio de estudiantes por clase). La herramienta utilizada puede encontrarse en internet en la página web: <http://www.ecuastreaming.net/calculator.php>

### Calculadora de Oyentes 1

Source Bitrate:

Stream Bandwith Limit:

Usuarios Conectados:

Los Usuarios siempre estaran conectados escuchando las Radio las 24 horas por 30 días.  
1Mbps equivale aproximadamente a 300GB  
Si desea contratar GB por horas pulse [AQUÍ](#)

### Calculadora / Transferencia 2

Source Bitrate:

Required Listeners:

**Cuota** mínima que debería contratar:  
  
GBytes 8 horas diarias cada mes

La transferencia esta calculada sobre 8 horas diarias de consumo por 30 días.  
Para calcular las 24 horas multiplicar el resultado (Cuota) por 3.  
Si desea contratar GB por horas pulse [AQUÍ](#)

Ud. puede usar la calculadora de abajo para seleccionar la cantidad de Megabits (Mbps) necesarios de acuerdo a los usuarios conectados y la calidad (bitrate) que Ud. transmita.

Ingrese el numero de Usuarios conectados	Kbps	Mbps
30	128	3.84
	256	7.68
	512	15.36
	1024	30.72
	2048	61.44
	5096	152.88
	0	0
	0	0
	0	0

El cálculo de transferencia considera una conexion de 24 horas por 30 días en un mes

Powered by EcuaiDeas.com

*Ilustración 16. Calculo de ancho de Banda requerido para Streaming a 30 clientes*

### 5.1.3 FASE 3: Montaje de los escenarios de prueba del servicio de streaming para estudio de las herramientas y variables implicadas.

Para el desarrollo de esta fase, inicialmente se determinó que herramientas serían utilizadas para el montaje de los escenarios probados. Los diagramas de sistema diseñados en la fase anterior indican que es necesaria la implementación de herramientas que permitan la gestión de los recursos a nivel de administrador-servidor-cliente.

En términos generales para esta fase se realizaron varios escenarios de prueba con el objetivo de determinar la viabilidad de la implementación de la infraestructura desde una escala muy básica (configuración del ambiente solo con infraestructura cliente – servidor a través de VLC) hasta una configuración más compleja (configuración del ambiente con infraestructura administrador-servidor-cliente a través de los servicios de Windows Media) teniendo en cuenta variables como la herramienta de streaming a utilizar (WMS) y el códec compresión a probar (WMV).

## **ARQUITECTURA DE LOS ESCENARIOS PROBADOS**

Se inicia con este escenario ya que a nivel de infraestructura es el más básico. Este tiene como objetivo medir las capacidades de hardware y software con las que se cuenta hoy en día para realizar streaming sin mayor complejidad y entender en la práctica el funcionamiento de esta tecnología.

### **Transmisión de datos multimedia por difusión en una red LAN a través de VLC**

Para este escenario se utilizaron varios dispositivos con distintos S.O en el cual se encontraba una versión gratuita del software VLC para la transmisión y recepción de datos. En detalle la arquitectura está conformada por:

- 1 Máquina servidor, con S.O Windows 8 la cual transmite a través de un cliente de VLC el archivo multimedia.
- 2 máquinas clientes con S.O Windows7 la cuales recibían la transmisión enviada por la máquina servidor.
- 1 Switch ENCORE ENH916P-NWY de 16 puertos al cual van conectados las máquinas previamente mencionadas.
- 1 Modem THOMSON DWG849 que recibe por cable coaxial conectividad a un canal de internet de 5Mb de ancho de banda de bajada y que brinda internet al switch.
- 1 Canal de internet asimétrico de 5MB de ancho de banda ISP Claro

Para este escenario se instaló el VLC Client a cada uno de los computadores (tanto Servidor como cliente) y desde la máquina servidor a través de la opción emitir del VLC se reprodujo un archivo de video compreso en formato ASF/WMV el cual es enviado por protocolo HTTP a los clientes donde se reproduce este archivo abriéndolo desde la ubicación en red del servidor.

### ***Configuraciones en el equipo Emisor***

Se ejecuta el aplicativo y se hace clic en el apartado “medio” para seleccionar “Emitir”



Ilustración 17. Emisión de archivo multimedia a través de VLC en la máquina servidor.

Se hace clic en el botón “Añadir”, situado en la parte superior derecha del cuadro de dialogo de la ventana y se selecciona el archivo que se desea transmitir

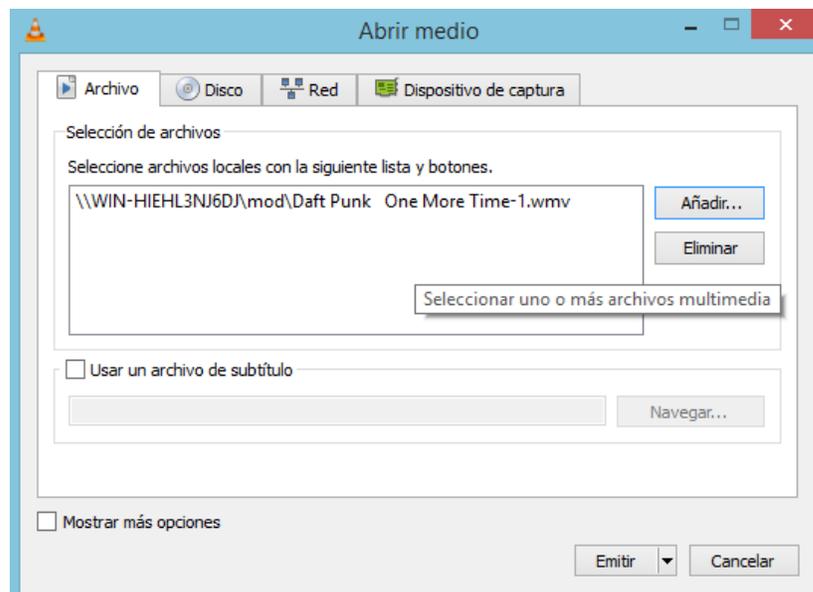


Ilustración 18. Selección de archivo de video a transmitir en la máquina servidor

En este momento se despliegan los métodos de emisión disponibles. Se verifica que esté activada la casilla de mostrar en local, si se desea reproducir el archivo del ordenador que se configura.

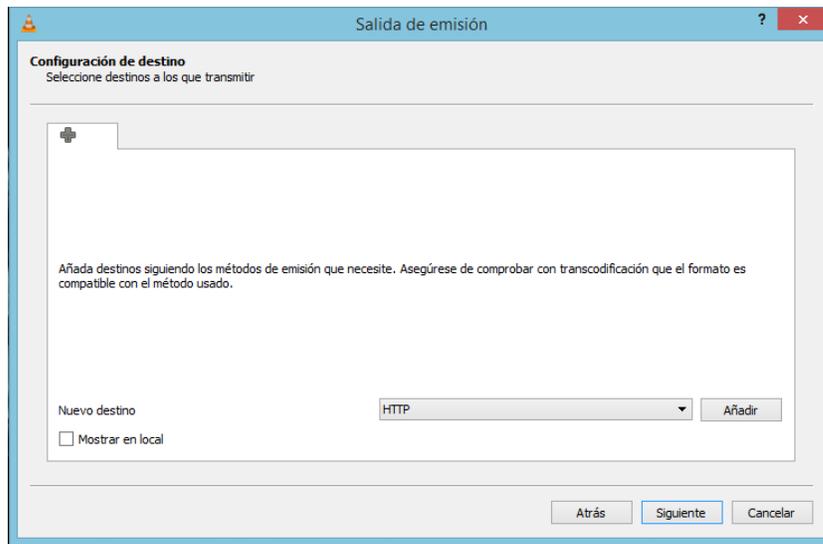


Ilustración 19. Selección del modo de transmisión de datos en el servidor

Se selecciona el método de encapsulamiento, que en este caso fue ASF/WMV. De igual manera se procede a configurar los códec tanto de audio y video, o en su defecto, se conserva de manera predeterminada según la fuente original.

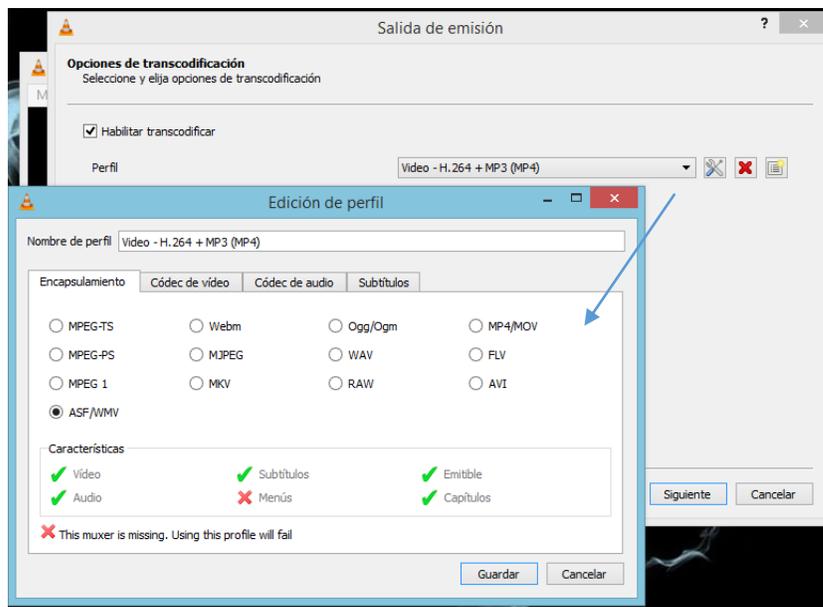


Ilustración 20. Selección de la extensión del archivo encapsulado (estándar de compresión)

En la última ventana se activa la casilla “Emitir todas las emisiones elementales”. Se despliega un cuadro de texto donde se muestra una cadena de salida con los parámetros establecidos.

En cuanto se presione Emitir, comenzará la emisión del flujo de datos. Ya solo quedaría que los clientes se conectaran al servidor, bien por un reproductor multimedia o un reproductor de vídeo en la web.

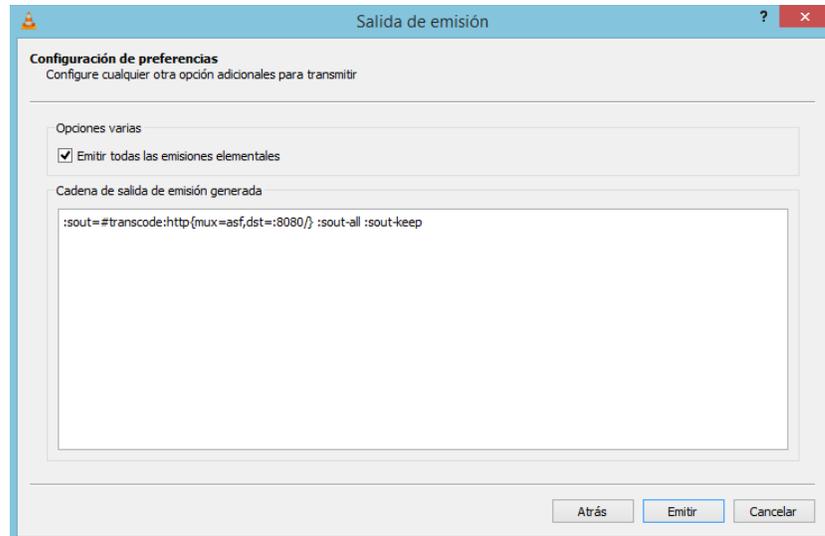


Ilustración 21. Finalización de la configuración de la transmisión

### **Configuraciones en el equipo Receptor**

Para abrir la transmisión en el equipo receptor, se ejecuta el reproductor multimedia VLC y se selecciona una ubicación de red para referenciar la IP o dominio del servidor que está emitiendo con el puerto 8080 (Protocolo HTTP).

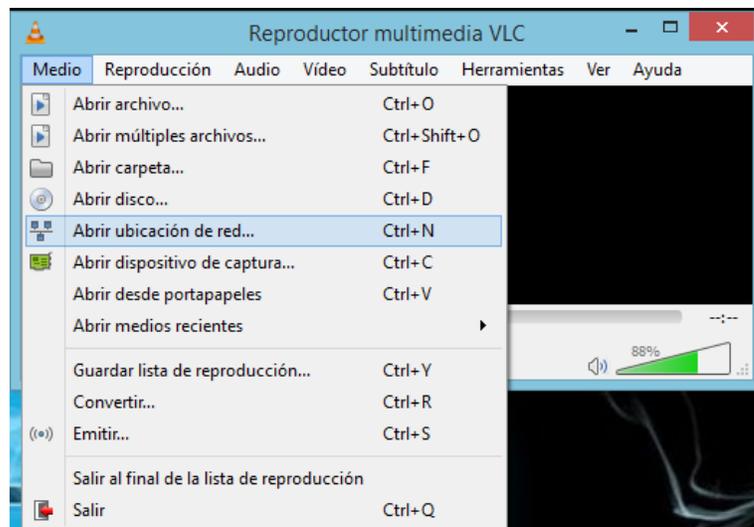


Ilustración 22. Opción Abrir ubicación de Red en VLC de la máquina cliente

En este cuadro de diálogo está la posibilidad de ingresar la URL según el protocolo que se ha establecido. VLC dispone de URLs a manera de ejemplos para guiar el proceso

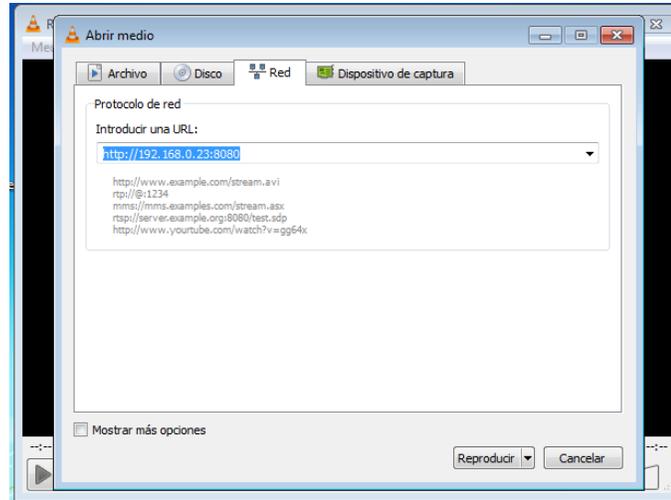


Ilustración 23. Selección de la dirección web de la transmisión en el cliente

VLC permite obtener información acerca de que está hecho el medio, muestra el muxer, los códecs de audio y video.

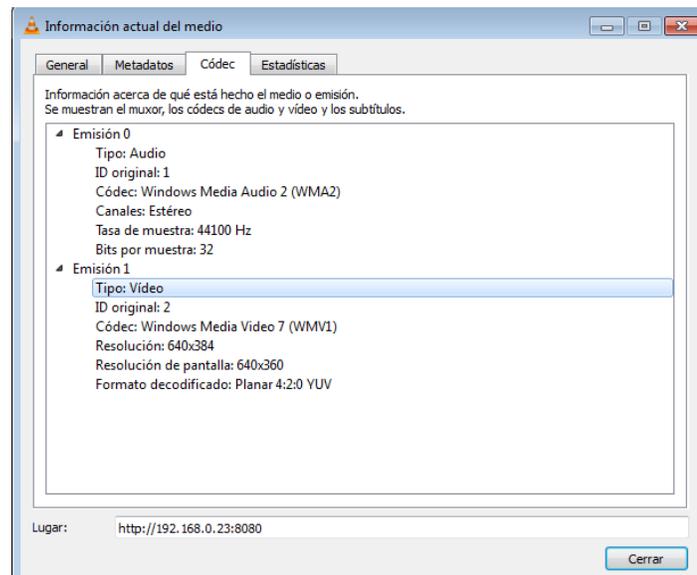


Ilustración 24. Información de códecs de la transmisión en el cliente

Además se pueden obtener estadísticas y medición de las conexiones hechas a su servicio de audio y video streaming tales como los paquetes de video o audio perdidos durante la transmisión, la tasa de bits de entrada o salida, etc.

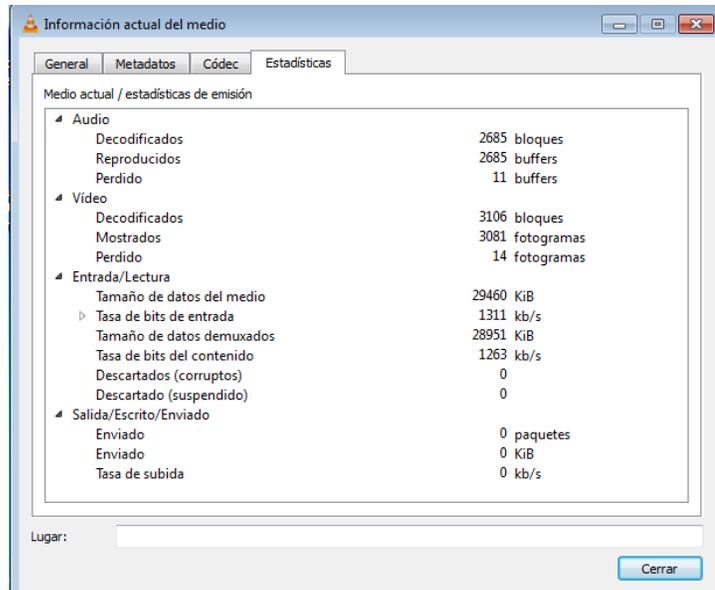


Ilustración 25. Estadísticas de la transmisión en el cliente

## **ESCENARIOS ESTUDIADOS EN AMBIENTE NO AGRESIVO**

Para este escenario se aumentó la complejidad a nivel de infraestructura ya que en este se maneja una arquitectura de 3 niveles (administrador-servidor-cliente), con el objetivo de entender y/o controlar las operaciones que ocurren “detrás” de un servicio de streaming ya que en este caso se interactuó directamente con un servidor propio configurado con servicios para transmisión en vivo y por demanda.

### **Transmisión de datos multimedia por difusión en una red LAN residencial a través de Servidor de Streaming**

#### ***LiveStreaming***

Para este escenario se utilizaron varios dispositivos con distintos S.O en el cual se encontraban las siguientes herramientas respectivamente:

- 1 Máquina emisora, con S.O Windows 8 la cual transmite a través de un cliente del Windows Media Encoder (WME) la señal en vivo encriptada sobre algún estándar de compresión con los respectivos códecs para audio y video.
- 1 Máquina servidor, con S.O Windows Server 2008 R2 la cual tiene la función de difundir el video haciendo uso de la herramienta Windows Media Service (WMS).

- 2 máquinas clientes con S.O Windows7 la cuales tienen instalado el Reproductor de Windows 9 que reproducirán la transmisión difundida por la máquina servidor en un explorador web.
- 1 Switch ENCORE ENH916P-NWY de 16 puertos al cual van conectados las máquinas previamente mencionadas.
- 1 Modem THOMSON DWG849 que recibe por cable coaxial conectividad a un canal de internet de 5Mb de ancho de banda de bajada y que brinda internet al switch.
- 1 Canal de internet asimétrico de 5MB de ancho de banda con ISP Claro

Para este escenario se instaló WME en la máquina emisora que permite codificar el video el cual será recibido por el servidor luego que este inicie la conexión con la máquina emisora a través del método “pull”, luego el servidor retransmitirá a través del servicio WMS el contenido para que pueda ser reproducido mediante una interfaz web del cliente que tenga instalado el reproductor de Windows media 9. El

### Configuraciones en el equipo Administrador

Inicialmente en la máquina administrador, se ejecuta Windows Media Encoder, previamente instalado. Se abre un nuevo proyecto cuyo tipo será “Broadcast a Live Event” (transmitir evento en vivo), y este mostrará el asistente para configuración de la transmisión. Lo que se hace inicialmente es definir los dispositivos de entrada de audio y video de la transmisión (cámara y el micrófono).

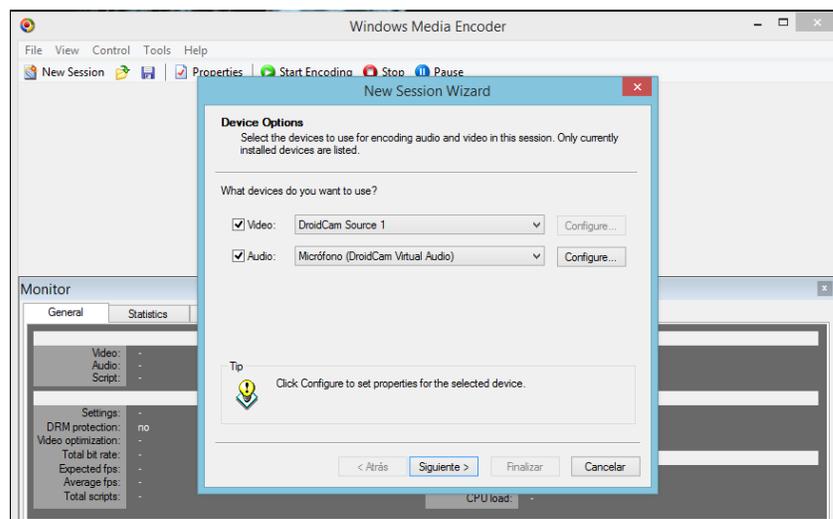
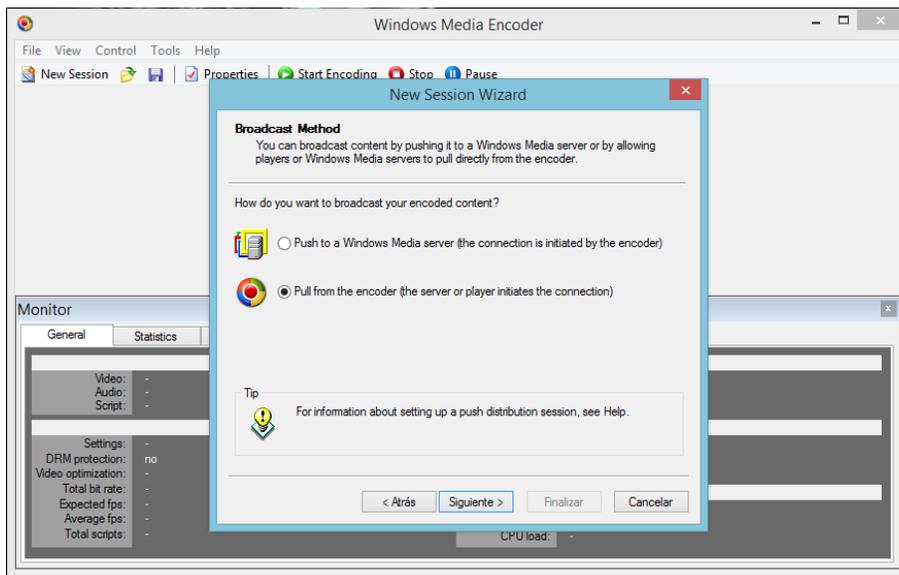


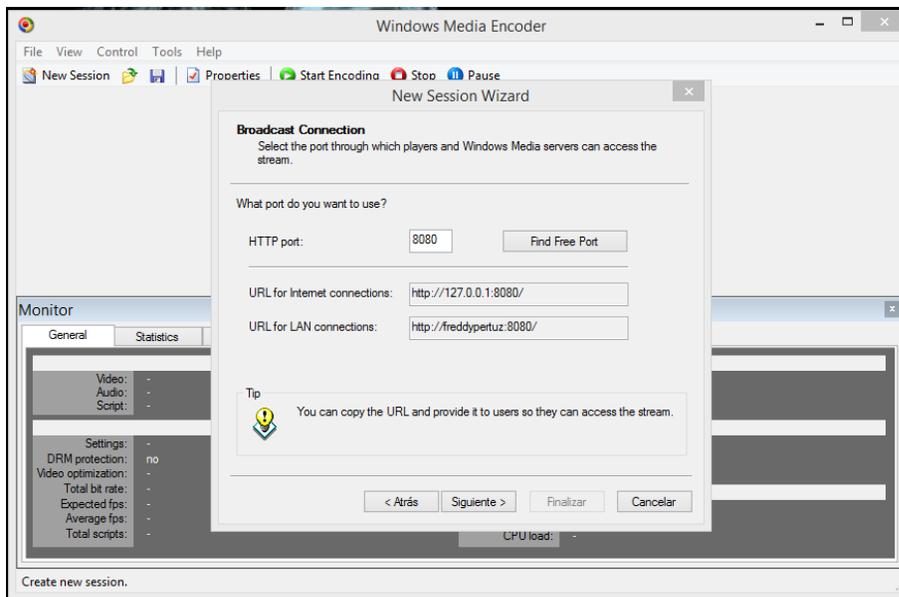
Ilustración 26. Configuración de los medios de entrada de audio y video

Luego se determina el método de conexión con el servidor de streaming, se escoge el método “pull” que indica que será el servidor quien iniciara la conexión. Con esto se asegura que el servidor no este “transmitiendo” si el encoder en la máquina administrador no está emitiendo señal en vivo.



*Ilustración 27. Método de conexión con el servidor tipo "pull"*

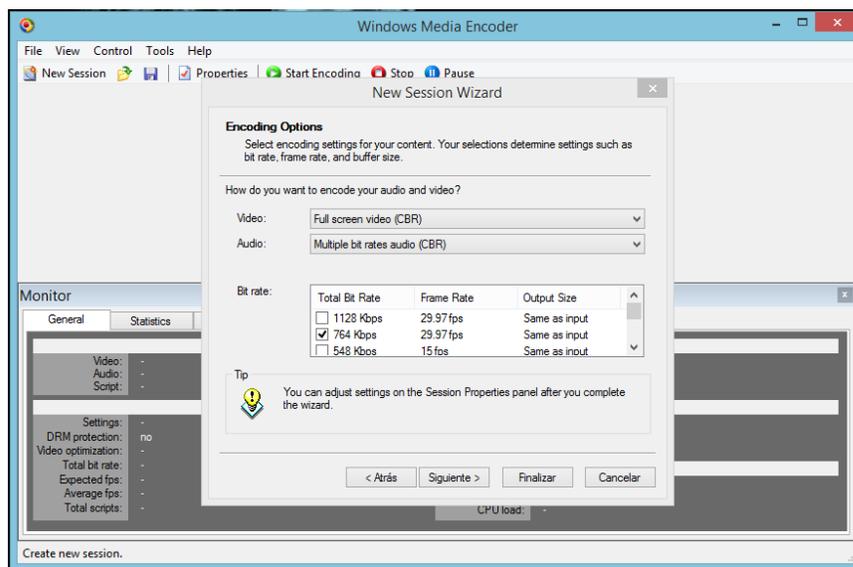
Acto seguido se define el puerto de conexión con el servidor, se define el puerto 8080 para que la comunicación se haga a través del protocolo HTTP y se define la dirección web para la conexión ya sea en red LAN o en internet.



*Ilustración 28. Elección de puerto de emisión y URL de conexión*

Luego se llega a lo que puede ser uno de los pasos más importante, la selección de

la codificación del video y el audio, aquí se le debe indicar al encoder que formato de compresión se usará para la transmisión de señal de video y audio. Se puede escoger cual será la tasa de bits de transmisión en segundos, los frames transmitidos por segundos y el tamaño de salida del video. Windows media encoder trae varios métodos de encapsulamientos para audio y video, para determinar esto, debe tenerse en cuenta la capacidad del canal de subida de internet de la red, los recursos lógicos de la máquina administrador (RAM, espacio de disco, procesamiento, etc.), recordando que a mejor calidad de video se debe usar un mejor método de compresión para evitar que este se trasmita con menor rango de retardo e intermitencia.



*Ilustración 29. Escogencia de codificación de audio y video*

Finalmente luego de definidos los parámetros para la transmisión del evento en vivo, el encoder mostrará una pantalla de resumen con todas las características seleccionadas previamente y mostrará la opción de finalizar el asistente para comenzar la transmisión en vivo.

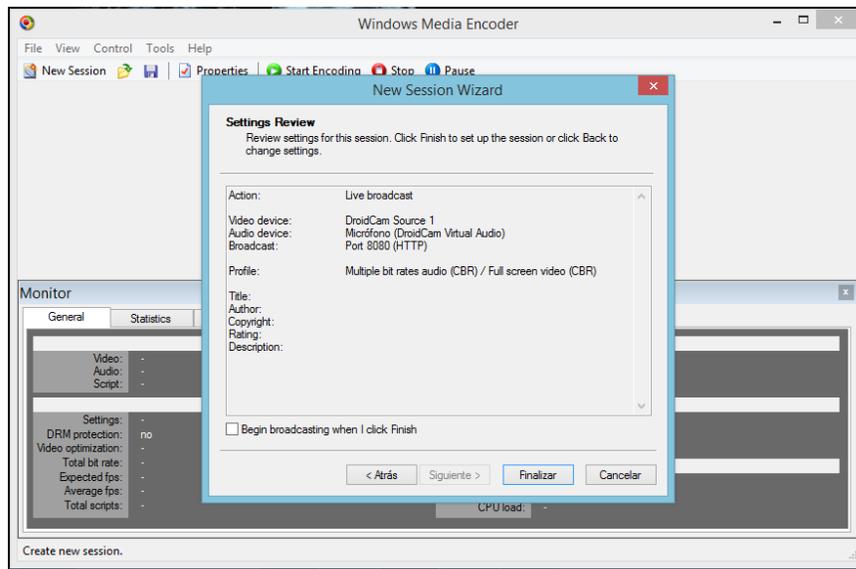


Ilustración 30. Resumen y finalización de la configuración de la transmisión

### Configuraciones en el equipo Servidor

En la máquina servidor, debe haberse instalado previamente el paquete del WMS (Windows Media Service) el cual trae incluido características y propiedades para la creación de puntos de publicación o difusión de video. Esta máquina es la encargada de recibir la señal proveniente del encoder y retransmitirla a través de la red. Para lograr esto, en el panel de administrador de servicios de la máquina se crea un nuevo punto de publicación, en este caso, para nuestra transmisión en vivo y se le asigna un nombre distintivo.

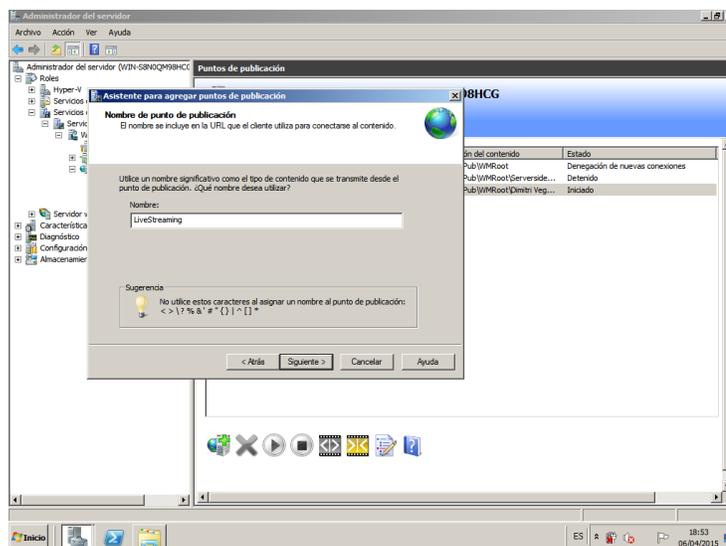


Ilustración 31. Nombre para el punto de publicación

Luego de esto se define el tipo de contenido a transmitir, dado que es una transmisión en vivo, se escoge la opción “codificador” en la cual se le definirá a la máquina de que encoder recibirá la señal de video entrante.

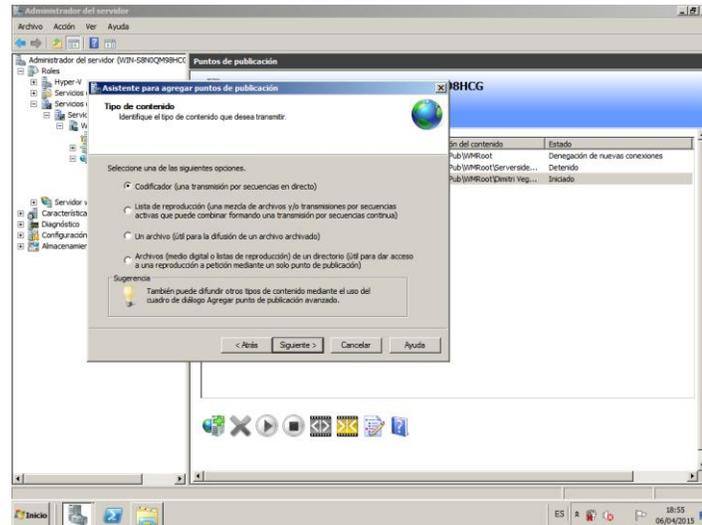


Ilustración 32. Selección de la fuente de alimentación de la transmisión

Se procede a escoger el tipo de punto de publicación, existen 2 tipos, por difusión o por petición, el primero indica que la señal es difundida de manera abierta y sin ser solicitada, por ende el usuario final no tiene control sobre el contenido recibido (no lo puede pausar, adelantar, atrasar o detener). Mientras que el tipo por petición si le permite al usuario control sobre la reproducción en cuestión. Dado que el caso es un LiveStreaming el usuario no tendrá control sobre la transmisión por ende el WMS solo permite la opción de la transmisión por difusión.

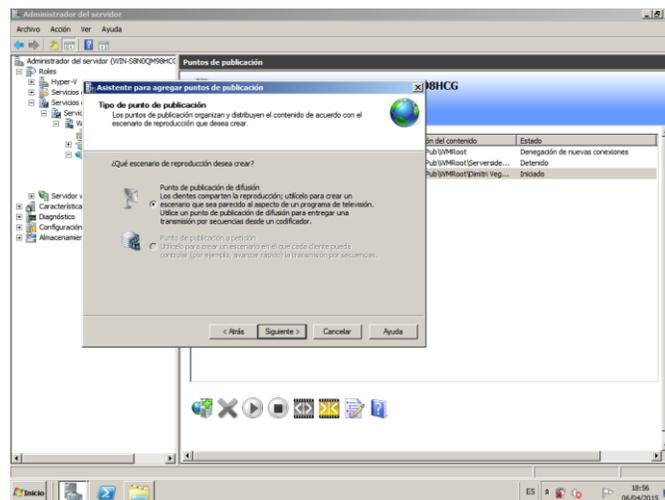


Ilustración 33. Selección del tipo de transmisión

Luego se define la dirección y puerto de conexión con el codificador la cual previamente se había definido en la máquina administrador.

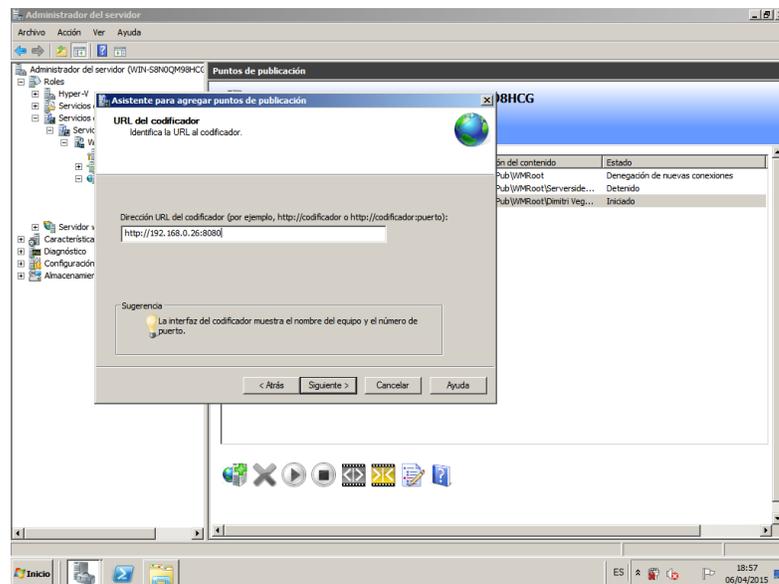


Ilustración 34. Selección de dirección URL o IP del Encoder

El asistente de configuración del punto de publicación muestra un resumen de las características seleccionadas para la transmisión.

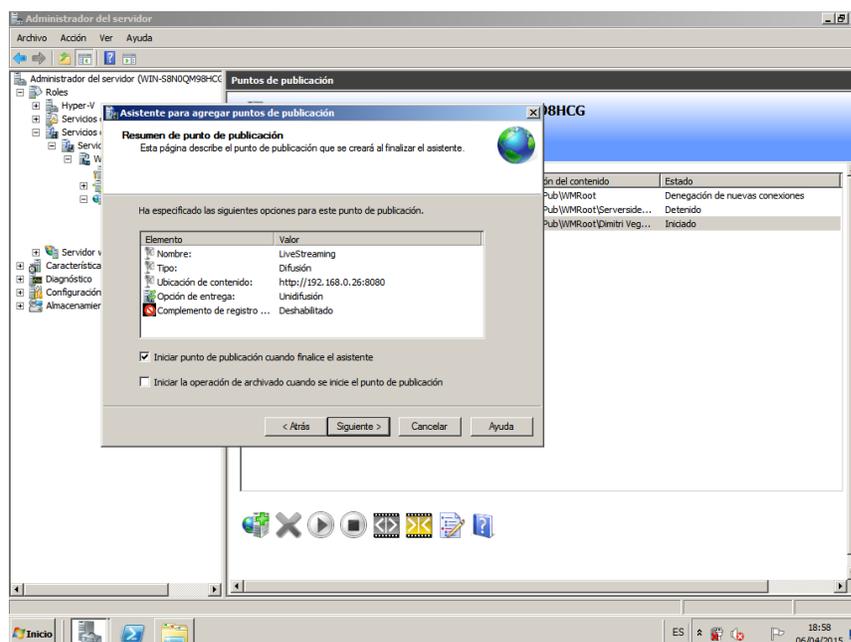


Ilustración 35. Resumen de la transmisión a configurar

Se confirma la creación del punto de publicación y se procede a crear el anuncio de difusión de la transmisión el cual será el espacio web para poder visualizar, gracias al complemento del Reproductor de Windows, la transmisión en vivo emitida.

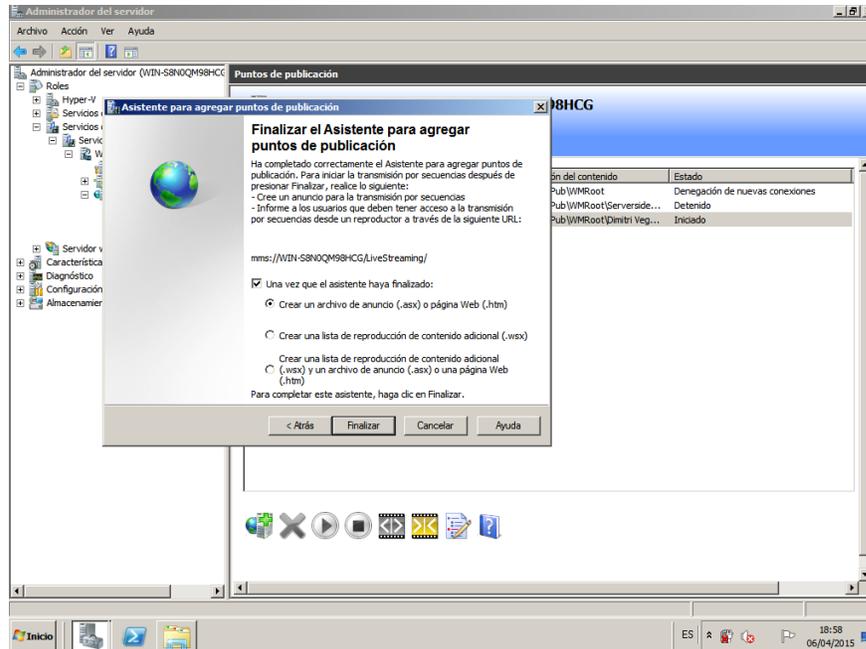


Ilustración 36. Resumen de la configuración del punto de publicación

Se crea el anuncio de difusión y se le define la ruta de acceso para el protocolo de transmisión MMS.

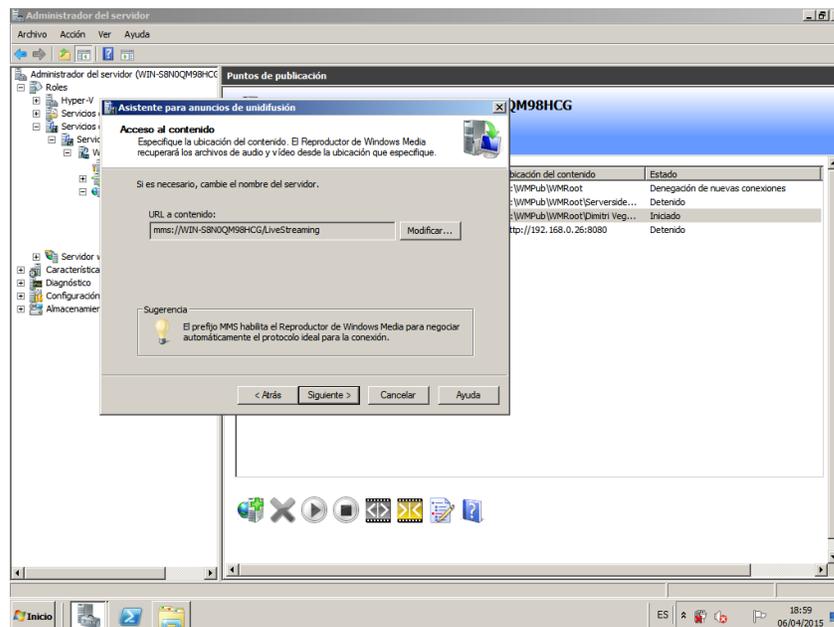


Ilustración 37. Creación del anuncio de difusión

Luego se define la ruta de almacenamiento local de los archivos .asx y .htm que son los que permiten la visualización del video a través de cualquier explorador de internet

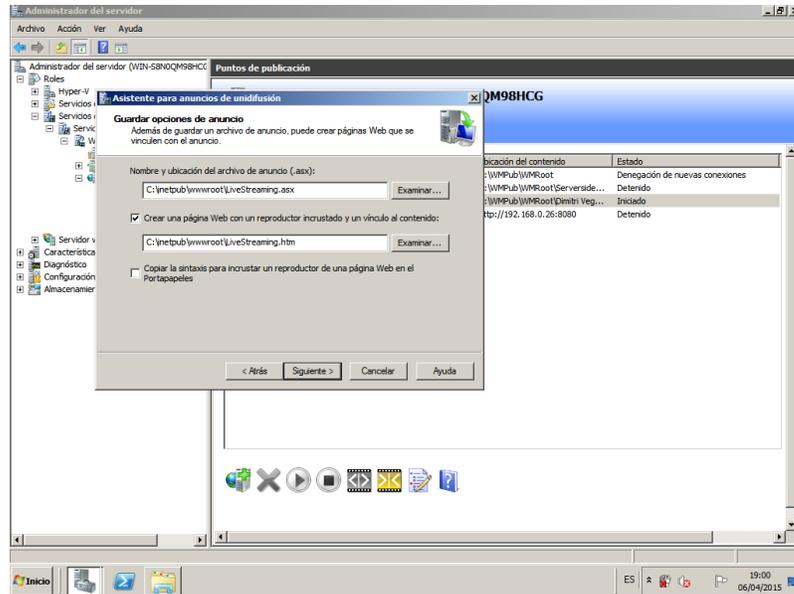


Ilustración 38. Creación del archivo de anuncio y de la página web de reproducción

Luego se muestra un resumen detallando los metadatos del anuncio de difusión y se procede a finalizar el asistente.

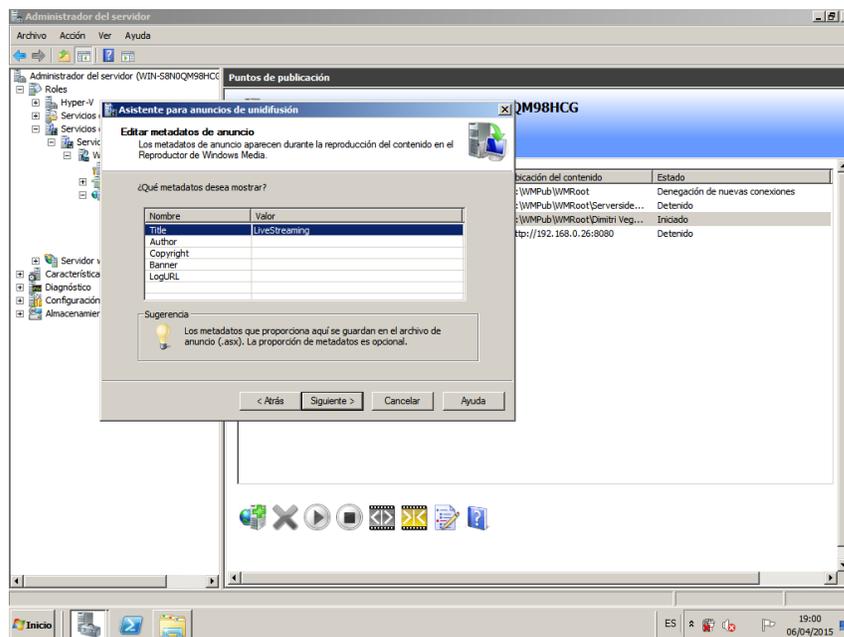


Ilustración 39. Edición de metadatos del anuncio

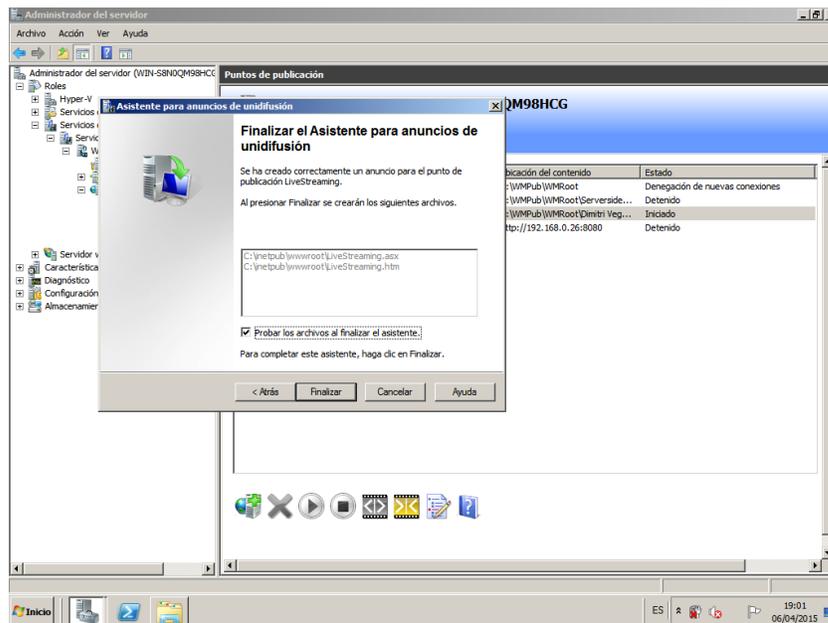


Ilustración 40. Finalización y creación de página web de visualización

### Configuraciones en el equipo Cliente

Finalmente en el cliente se abre la página web .htm definida en la creación del anuncio de difusión en el servidor y se mostrará una página por defecto que incluye el complemento del reproductor web de Windows media, desde donde se podrá ver la transmisión en vivo originada en el encoder y reenviada por WMS

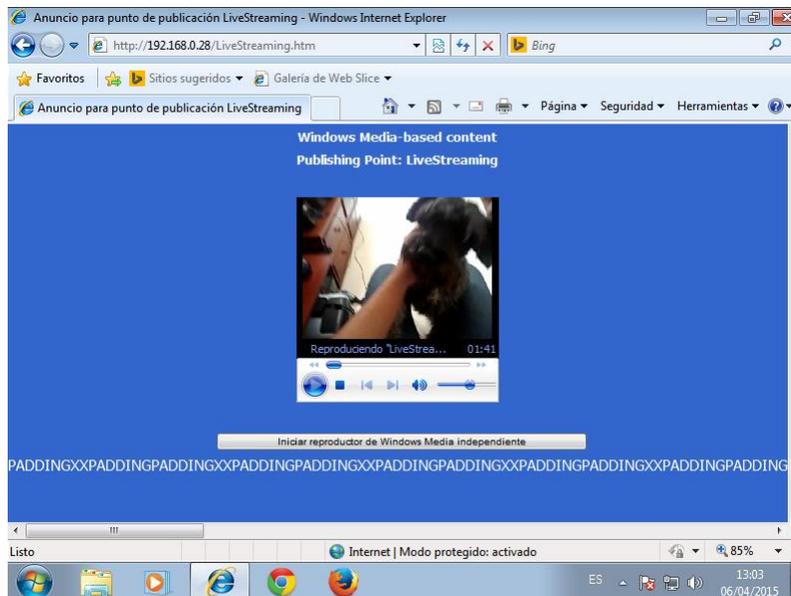


Ilustración 41. Reproducción de la transmisión en explorador web Internet Explorer 8

## **Transmisión de datos multimedia por petición en una red LAN residencial a través de Servidor de Streaming**

### ***Video On Demand***

Para este escenario se utilizaron varios dispositivos con distintos S.O en el cual se encontraban las siguientes herramientas respectivamente:

- 1 Máquina servidor, con S.O Windows Server 2008 R2 la cual tiene la función de difundir el video haciendo uso de la herramienta Windows Media Service (WMS).
- 2 Máquinas clientes con S.O Windows7 la cuales tienen instalado el Reproductor de Windows 9 que reproducirán la transmisión difundida por la máquina servidor en un explorador web.
- 1 Switch ENCORE ENH916P-NWY de 16 puertos al cual van conectados las máquinas previamente mencionadas.
- 1 Modem THOMSON DWG849 que recibe por cable coaxial conectividad a un canal de internet de 5Mb de ancho de banda de bajada y que brinda internet al switch.
- 1 Canal de internet asimétrico de 5MB de ancho de banda ISP Claro.

Para este escenario se usó la herramienta WMS en el servidor para crear una lista de reproducción para Video On Demand con archivos de video previamente guardados en la máquina.

### **Configuraciones en el equipo Servidor**

Haciendo uso de WMS se crea un nuevo punto de publicación al cual se le pondrá un nombre distintivo, para ejecutar el servicio de reproducción de videos por demanda de una lista por crear.

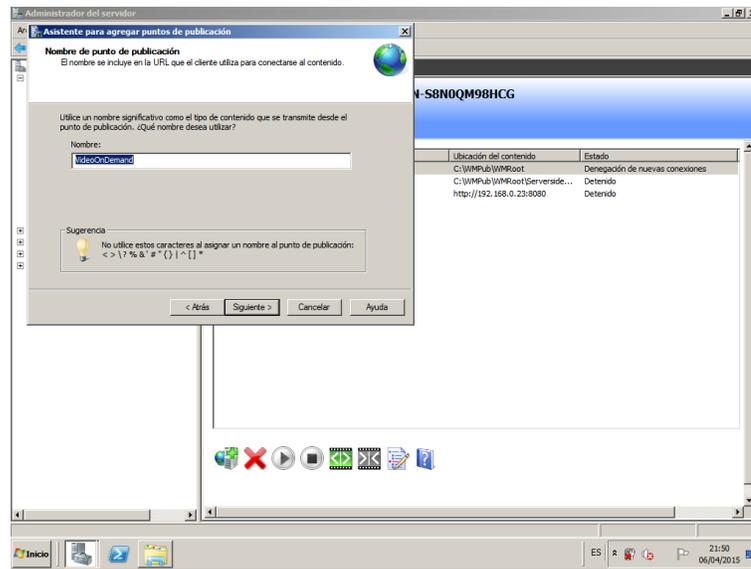


Ilustración 42. Selección de nombre de punto de publicación

Acto seguido se define el tipo de contenido a difundir, en este caso no es una transmisión en vivo, es simplemente la reproducción de una lista de videos previamente guardados en una dirección accesible para el servidor.

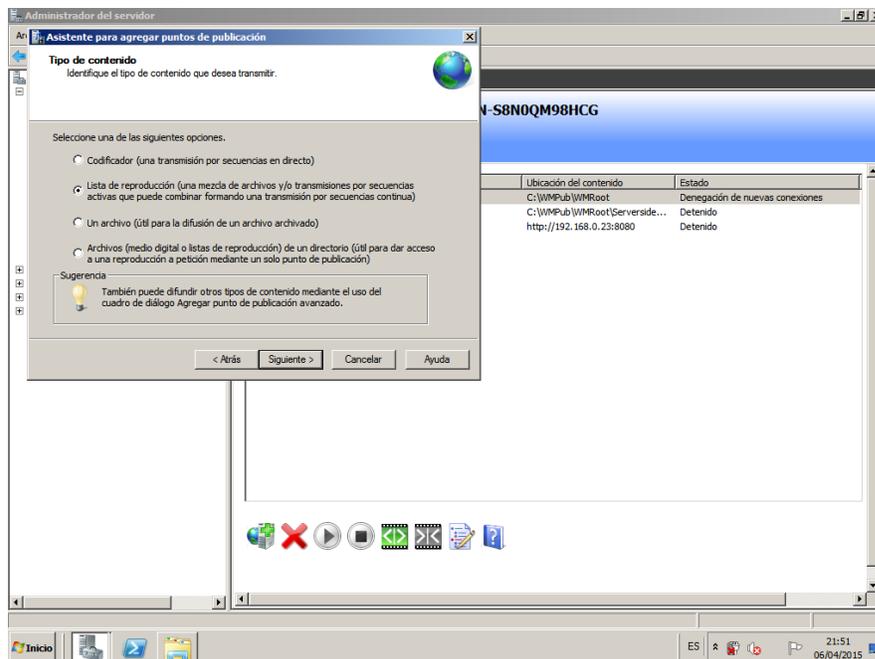


Ilustración 43. Selección del tipo de contenido

Luego se define el tipo de publicación, dado que se quiere es que el usuario final pueda escoger que video de la lista de reproducción, se define el tipo de publicación por petición y así el usuario tendrá control sobre el contenido multimedia reproducido (pasar, adelantar, retroceder, pausar, adelantar)

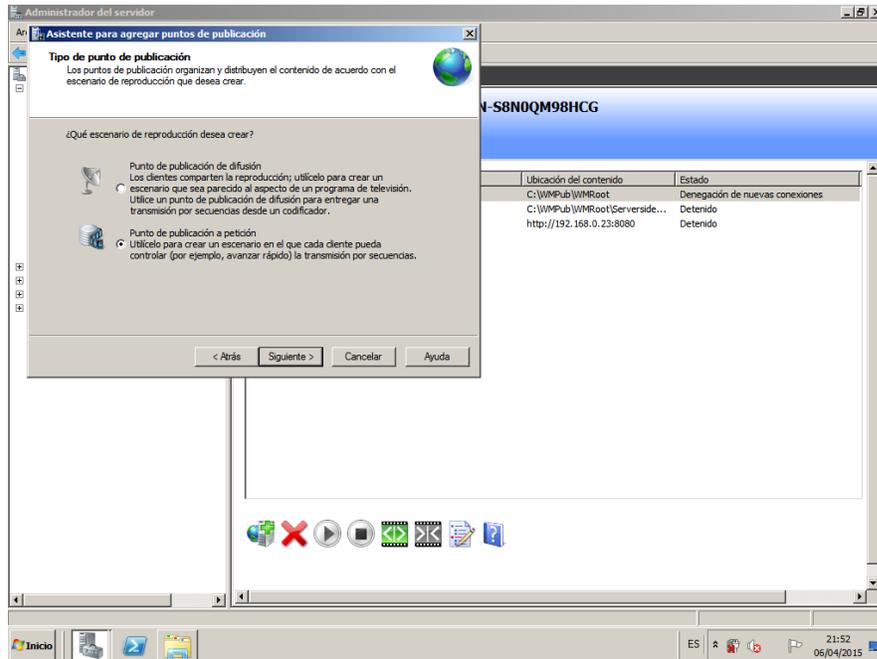


Ilustración 44. Selección de tipo de punto de publicación

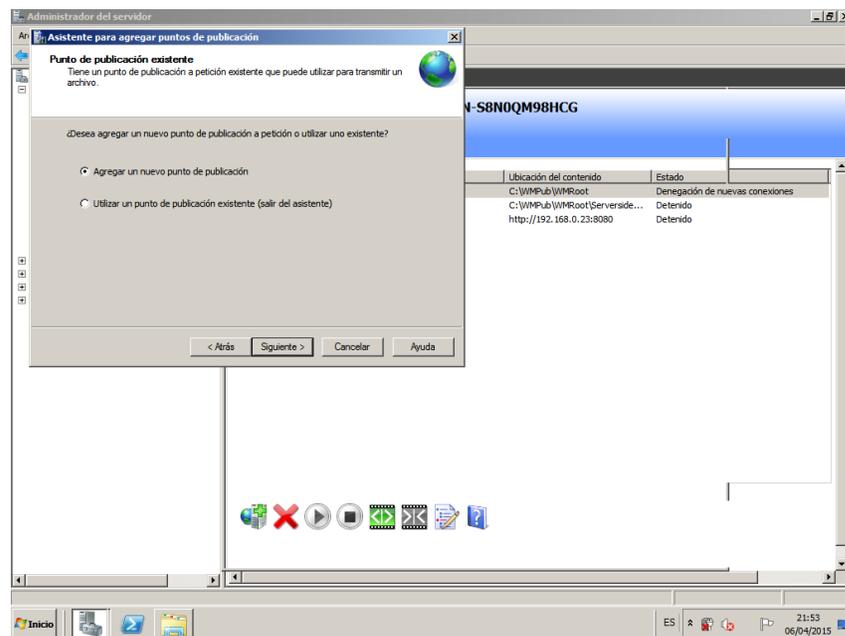


Ilustración 45. Selección punto de publicación nuevo o existente

Luego se establece en el servicio de WMS que archivos serán transmitidos, se puede escoger una lista de reproducción existente o crear una nueva seleccionando de qué directorio se extraerán los archivos a reproducir.

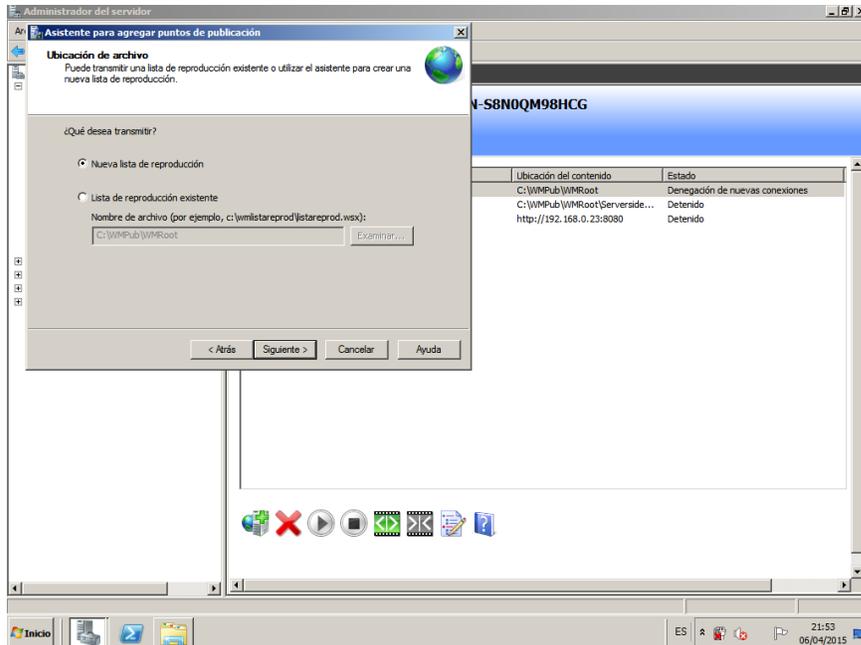


Ilustración 46. Selección de ubicación del archivo a transmitir

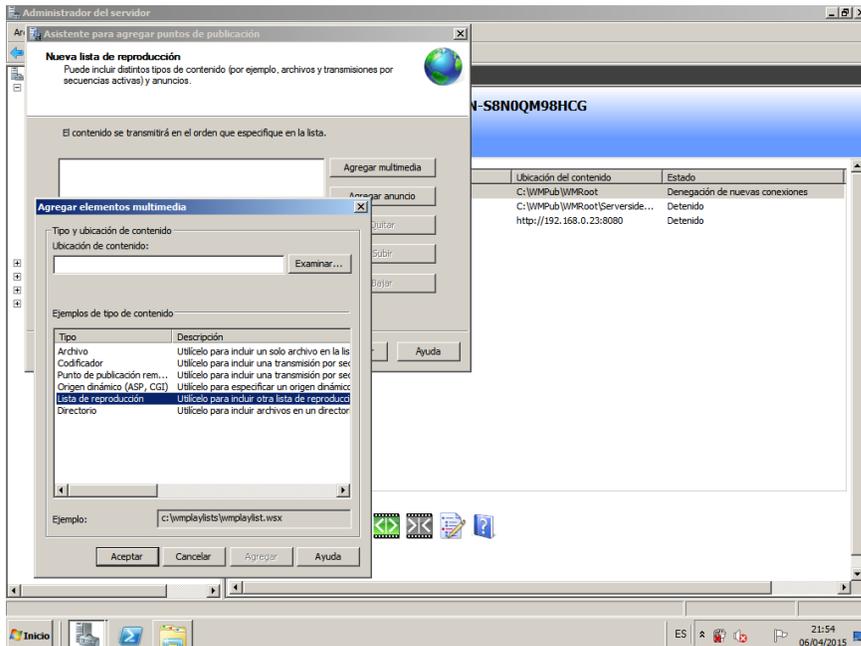


Ilustración 47. Selección de archivos multimedia

Seguidamente se define el directorio en el cual se almacenará la lista de reproducción creada.

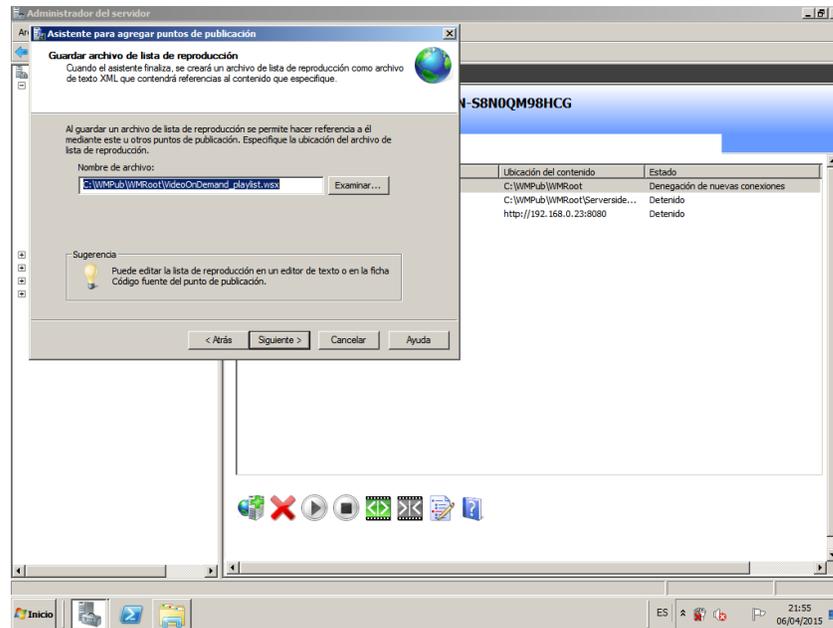


Ilustración 48. Selección de ubicación de la lista de reproducción.

Se definen las opciones de reproducción tales como la reproducción en bucle y aleatoria para los video de la lista.

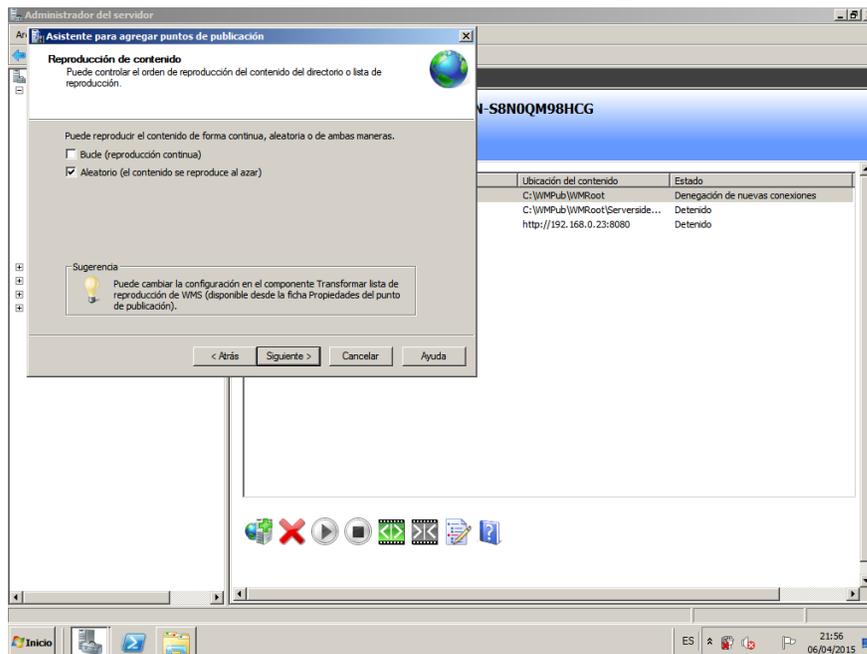


Ilustración 49. Selección del orden de reproducción del contenido

Finalmente se muestra el resumen de la lista de reproducción a transmitir y se culmina la configuración en el asistente.

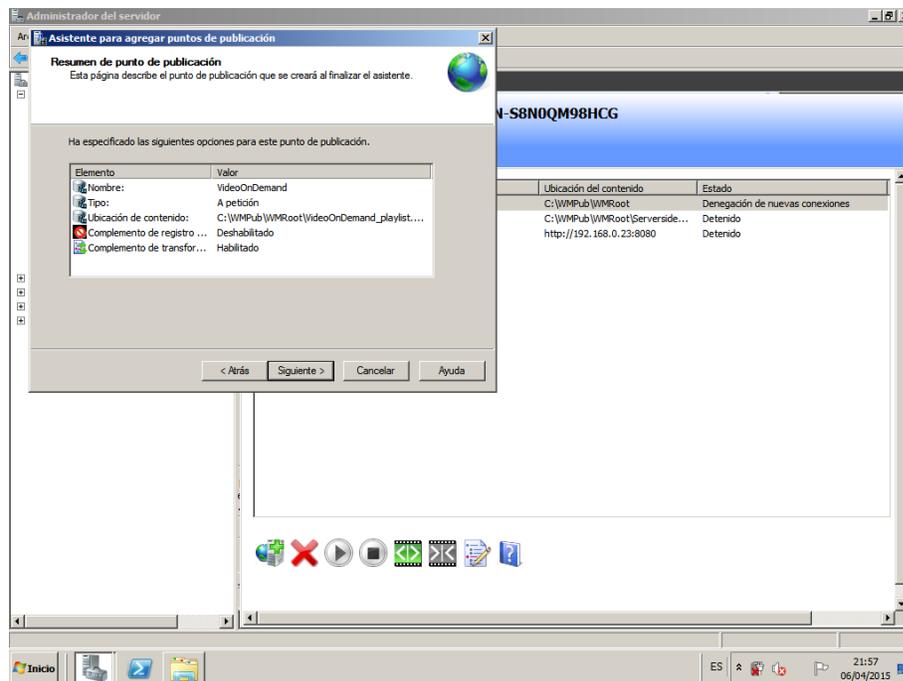
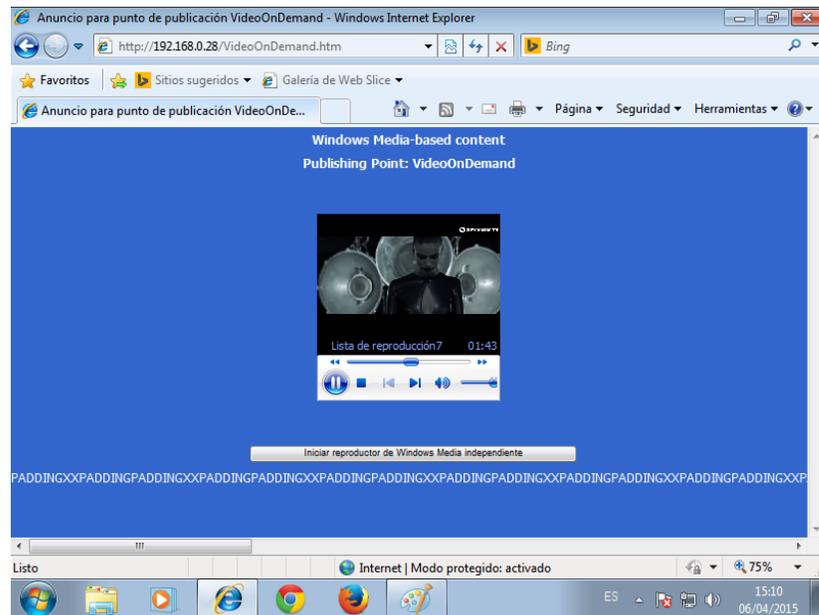


Ilustración 50. Resumen de punto de publicación

Seguido a esto, al igual que en la transmisión por LiveStreaming se configura un anuncio de difusión para generar las páginas web que permitirán la visualización del contenido multimedia desde cualquier explorador de internet.

### Configuraciones en el equipo Cliente

Finalmente en el cliente se abre la página web .htm definida en la creación del anuncio de difusión en el servidor y se mostrará una página por defecto que incluye el complemento del reproductor web de Windows media, desde donde se podrá ver la transmisión de la lista de reproducción creada en el servidor y en la cual el cliente tiene total control sobre el contenido multimedia.



*Ilustración 51. Pagina web con reproductor WM incrustado*

## **ESCENARIOS ESTUDIADOS EN AMBIENTE AGRESIVO**

Se procede a estudiar un escenario en el que se mantiene la complejidad a nivel de infraestructura (administrador-servidor-cliente) pero se aumenta la complejidad a nivel de tráfico de red, con el objetivo de evaluar el comportamiento del sistema bajo un escenario no ideal, un escenario donde diversas variables pudiesen afectar el tipo de servicio prestado para posteriormente encontrar soluciones que ayuden a contrarrestar o disminuir el impacto de dichas variables.

### **Transmisión de datos multimedia por petición en red LAN de la Universidad de Cartagena – Edificio inteligente**

Para este escenario se solicitó un espacio en la Universidad de Cartagena el día 16 de Abril del 2015, sede de Zaragocilla en el Edificio Inteligente. Con ayuda del ingeniero Carlos Plaza se asignó una sala (Aula 302) la cual contaba con 35 computadores disponibles para reproducción de los datos transmitidos.

#### ***Video On Demand***

A manera de resumen la infraestructura montada para este escenario fue la siguiente:

- 1 Máquina servidor, con S.O Windows Server 2008 R2 la cual tiene la función de difundir el video haciendo uso de la herramienta Windows Media Service (WMS).
- 21 máquinas clientes con S.O Windows 8.1 la cuales tienen instalado el Reproductor de Windows 9 que reproducirán la transmisión difundida por la máquina servidor en un explorador web.
- 1 switch cisco 2960 de 48 puertos al cual están conectadas las máquinas anteriormente mencionadas
- 1 router cisco 2960 que recibe por fibra, conectividad a un canal de internet.
- 1 canal de internet simétrico de 10 MB de ancho de banda con ISP movistar.

Para este escenario se creó una lista de reproducción de video por petición (Video On Demand) con el WMS del servidor, la cual sería reproducida de manera simultánea en los 21 equipos de la sala a través de un explorador web. El procedimiento de configuración de la lista de reproducción fue el mismo utilizado para el escenario de Video On Demand en ambiente no agresivo.

## **Transmisión de datos multimedia por difusión en red LAN de la Universidad de Cartagena – Edificio inteligente**

### ***LiveStreaming***

Para este escenario se utilizaron varios dispositivos con distintos S.O en el cual se encontraban las siguientes herramientas respectivamente:

- 1 Máquina emisora, con S.O Windows 8 la cual transmite a través de un cliente del Windows Media Encoder (WME) la señal en vivo encriptada sobre algún estándar de compresión con los respectivos códecs para audio y video.
- 1 Máquina servidor, con S.O Windows Server 2008 R2 la cual tiene la función de difundir el video haciendo uso de la herramienta Windows Media Service (WMS).
- 21 máquinas clientes con S.O Windows 8.1 la cuales tienen instalado el Reproductor de Windows 9 que reproducirán la transmisión difundida por la máquina servidor en un explorador web.
- 1 switch cisco 2960 de 48 puertos al cual están conectadas las máquinas anteriormente mencionadas.
- 1 router cisco 2960 que recibe por fibra, conectividad a un canal de internet.
- 1 canal de internet simétrico de 10 MB de ancho de banda con ISP movistar.

Para este escenario se instaló WME en la máquina emisora que permite codificar el video el cual será recibido por el servidor luego que este inicie la conexión con la máquina emisora a través del método “pull”, luego el servidor retransmitirá a través del servicio WMS el contenido para que pueda ser reproducido mediante una interfaz

web del cliente que tenga instalado el reproductor de Windows media 9. El procedimiento de configuración del live streaming fue el mismo utilizado para el escenario de Livestreaming en ambiente no agresivo.

## **ESCENARIO DE TRASMISIÓN DE VIDEO EN RED WAN CON IP PÚBLICA**

Los escenarios previamente estudiados y analizados se realizaron sobre una red LAN. Dado que la metodología va enfocada hacia una pequeña población de la Universidad de Cartagena la cual corresponde a los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia se debe considerar el uso de este servicio a nivel WAN, logrando así una transmisión de contenido multimedia como una clase en vivo o en diferido, desde cualquier punto con conectividad a internet. A manera resumida la idea es que el tutor de cualquier materia pueda transmitir una clase desde cualquier lugar (haciendo uso de la infraestructura previamente probada en escenarios LAN) y esta pueda ser reproducida por un estudiante desde cualquier parte, por ejemplo desde su propia residencia.

Para lograr esto debe realizarse un montaje de infraestructura tal y como se ha venido manejando a nivel LAN (Administrador - Servidor - Cliente), y también se debe realizar un procedimiento que consiste en “publicar” el servidor de streaming. Este procedimiento debe llevarse a cabo a nivel de capa 3 y 4 en el modelo TCP/IP lo cual corresponde a la capa de red (Router) y la capa de transporte (Firewall) respectivamente.

### **Configuraciones a nivel de capa 3**

A nivel de red se deben realizar configuraciones en el dispositivo de networking de esta capa, que por lo general siempre es un router. En este dispositivo el cual debe ser administrable debe configurarse un servicio de redirección de puertos.

La redirección de puertos, a veces llamado tunelado de puertos, es la acción de redirigir un puerto de red de un nodo de red a otro. Esta técnica puede permitir que un usuario externo tenga acceso a un puerto en una dirección IP privada (dentro de una LAN) desde el exterior vía un router con NAT activado.

La redirección de puertos permite que computadoras remotas (por ejemplo, máquinas públicas en Internet) se conecten a un computador en concreto dentro de una LAN privada. Para este caso, la redirección del puerto 80, 8000 o 8080 en el router a la máquina de otro usuario permite streaming.

186.86.220.207:8080/RgForwarding.asp

images & beyond

Gateway VoIP Status - Network - **Advanced** - Firewall - Parental Control - Wireless

**Advanced**

**Forwarding** : This allows for incoming requests on specific port numbers to reach web servers, FTP servers, mail servers, etc. so they can be accessible from the public internet. A table of commonly used port numbers is also provided.

Port Forwarding				
Local IP Adr	Start Port	End Port	Protocol	Enabled
192.168.0.24	53	53	Both	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.24	53	53	TCP	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.24	25	25	UDP	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.24	25	25	TCP	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.24	443	443	TCP	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.0	0	0	Both	<input type="checkbox"/>
192.168.0.18	21	21	Both	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.18	20	20	Both	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.18	80	80	Both	<input checked="" type="checkbox"/>
192.168.0.18	1450	1450	Both	<input checked="" type="checkbox"/>

Apply

Ilustración 52. Configuración de port forwarding en router.

Para este caso, la máquina servidor con IP privada 192.168.0.18 tiene redireccionado el puerto 80, esto indica que toda solicitud hecha a la IP pública del operador contratado a ese puerto será reenviada al servidor de streaming, siendo este quien responda a dichas solicitudes.

## Configuraciones a nivel de capa 4

A nivel de transporte se deben realizar configuraciones en el dispositivo de networking de esta capa, que por lo general es un firewall. Muchos Routers vienen con características de firewall como complemento, lo que permite definir reglas de acceso. En este dispositivo el cual debe ser administrable debe revisarse que haya permisos o reglas que permitan flexibilidad con algunos servicios, sin abrir vulnerabilidades que puedan afectar la integridad de la información de la institución. Algunas reglas a tener en cuenta a nivel de firewall pueden ser:

- Evitar que el firewall bloquee puertos como el 80 u 8080 (HTTP), 5004 (RTP), 554 (RTSP), 1755 o 70 o 7000 (ms-streaming) y el 20 o 21 (FTP).
- Evitar que el firewall bloquee complementos tales como java, el cual es necesario para ejecutar el API del reproductor de Windows en exploradores web.

**THOMSON**  
images & beyond

Administration 76

Gateway VoIP Status - Network - Advanced - **Firewall** - Parental Control - Wireless

**Firewall**

**Web Content Filter** : This page allows certain Web-oriented cookies, java scripts, and pop-up windows to be blocked by the firewall. A list of "trusted computers" can also be defined that are not subject to any filters configured. Specific Firewall features can also be enabled. It is highly recommended that the Firewall is left enabled at all times for protection against Denial of Service attacks. Go to the Parental Control page to block internet access to specific sites.

Web Features

Filter Proxy  Enable

Filter Cookies  Enable

Filter Java Applets  Enable

Filter ActiveX  Enable

Filter Popup Windows  Enable

Block Fragmented IP Packets  Enable

Port Scan Detection  Enable

Firewall Protection

Apply

Trusted Computers

00 : 00 : 00 : 00 : 00 : 00 Add

Ilustración 53. Configuración de reglas en firewall.

Estas configuraciones pudieron ser realizadas para los ambientes no agresivos probados, ya que al usarse a nivel residencial se tenía acceso al modem del proveedor de internet, permitiendo configurar las herramientas necesarias de capa 3 y 4 permitiendo una transmisión exitosa para 2 clientes que se encontraban en una red distinta, logrando acceso al servidor a través de la ip publica ofrecida por nuestra ISP.

A la hora de realizar una prueba a nivel WAN con un canal de internet dedicado y de mayor capacidad tal como lo es el de 20 MB dedicado de ETB que maneja la Universidad de Cartagena se presentaron una serie de inconvenientes de nivel administrativo los cuales evitaron la realización de esta prueba. Tales inconvenientes fueron:

- No se permitió hacer redirección de puertos a alguna de las IP públicas de la universidad ya que estas están en uso para otros servicios internos (plataforma SMA, página web, etc.) y por políticas de privacidad no fue permitido el acceso al router.
- La Universidad cuenta con un nivel de seguridad en la capa 4 contratado con la entidad FortiNet el cual consta de un sistema de firewalls con muchas reglas y restricciones definidas, tampoco se brindó facilidad a la hora de configurar algunas reglas en el firewall que permitieran la transmisión de streaming.

A pesar de no poder realizar dicha prueba, se puede inferir haciendo uso de la fórmula para cálculo de Ancho de Banda previamente añadida al documento y además sabiendo que en un ambiente de menos recursos (No Agresivo) la prueba fue efectuada y dió resultados positivos, se puede inferir que en este ambiente la transmisión también se debía realizar con éxito, logrando una transmisión con muy poca pérdida de paquetes y un delay de no más de 30 segundos para clientes con canal de internet de aproximadamente 5Mb de ancho de banda.

### **QoS (calidad de servicio)**

Por último, y no por eso menos importante, como se mencionó anteriormente en los escenarios de pruebas agresivos, es necesario implementar políticas o mecanismos de QoS que garanticen mayor calidad en la transmisión de datos multimedia.

Calidad de servicio puede definirse como:

ITU E.800: “Efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio” (QoS, 2015).

IETF RFC 2386: “Conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo.”(QoS, 2015).

Durante una transmisión de datos críticos como audio y video se tiende a presentar inconvenientes que afectan su rendimiento, tales como:

- ✓ Bajo rendimiento: Debido a la carga variante de otros usuarios compartiendo los mismos recursos de red, la tasa de bits (el máximo rendimiento) que puede ser provista para una cierta transmisión de datos puede ser muy lenta para servicios en tiempo real si toda la transmisión de datos obtiene el mismo nivel de prioridad.
- ✓ Paquetes sueltos: Los routers pueden fallar en liberar algunos paquetes si ellos llegan cuando los buffers ya están llenos. Algunos, ninguno o todos los paquetes pueden quedar sueltos dependiendo del estado de la red, y es imposible determinar que pasará de antemano. La aplicación del receptor puede preguntar por la información que será retransmitida posiblemente causando largos retardos a lo largo de la transmisión.
- ✓ Retardos: Puede ocurrir que los paquetes tomen un largo período en alcanzar su destino, debido a que pueden permanecer en largas colas o tomen una ruta menos directa para prevenir la congestión de la red. En algunos casos, los retardos excesivos pueden inutilizar aplicaciones tales como VoIP o juegos en línea.

- ✓ Latencia: Puede tomar bastante tiempo para que cada paquete llegue a su destino, porque puede quedar atascado en largas colas, o tomar una ruta menos directa para evitar la congestión. Esto es diferente de rendimiento, ya que el retraso puede mejorar con el tiempo, incluso si el rendimiento es casi normal.
- ✓ Jitter: Los paquetes del transmisor pueden llegar a su destino con diferentes retardos. Un retardo de un paquete varía impredeciblemente con su posición en las colas de los routers a lo largo del camino entre el transmisor y el destino. Esta variación en retardo se conoce como jitter y puede afectar seriamente la calidad del flujo de audio y/o vídeo.
- ✓ Entrega de paquetes fuera de orden: Cuando un conjunto de paquetes relacionados entre sí son encaminados a Internet, los paquetes pueden tomar diferentes rutas, resultando en diferentes retardos. Esto ocasiona que los paquetes lleguen en diferente orden de cómo fueron enviados. Este problema requiere un protocolo que pueda arreglar los paquetes fuera de orden a un estado isócrono una vez que ellos lleguen a su destino. Esto es especialmente importante para flujos de datos de vídeo y VoIP donde la calidad es dramáticamente afectada tanto por latencia y pérdida de sincronía.
- ✓ Errores: A veces, los paquetes son mal dirigidos, combinados entre sí o corrompidos cuando se encaminan. El receptor tiene que detectarlos y justo cuando el paquete es liberado, pregunta al transmisor para repetirlo así mismo.

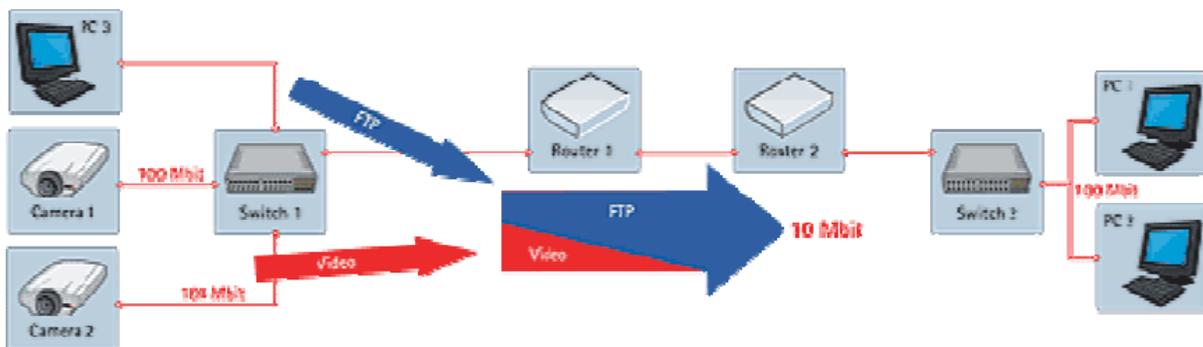


Ilustración 54. Ejemplo de red común sin QoS.

La ilustración anterior refleja el escenario de prueba estudiado en el edificio inteligente de la universidad de Cartagena en el cual el ancho de banda se vió afectado con la solicitud FTP por parte de los clientes ya que no se implementaron mecanismos de QoS que dan solución a los problemas previamente mencionados, tales mecanismos pueden ser la priorización de tráfico y la garantía de un ancho de

banda mínimo.

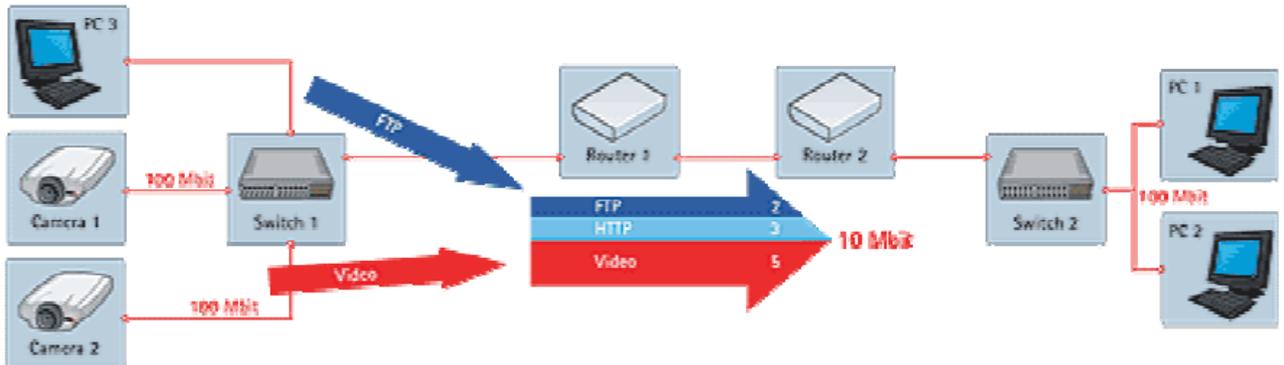


Ilustración 55. ejemplo de red común con QoS.

Para la ilustración 87, los Routers han sido configurados para destinar hasta 5Mbps de los 10 Mbps disponibles para la transmisión de video. Se permite que el tráfico FTP utilice 2 Mbps y HTTP y el resto del tráfico pueden utilizar un máximo de 3 Mbps, logrando de esta manera que los paquetes de transmisión de video no se vean afectado con solicitudes de otro tipo.

Dos soluciones que coexisten en la actualidad para garantizar la calidad de servicio son:

- ✓ DiffServ (Differentiated Services). El usuario marca los paquetes con una determinada etiqueta que marca la prioridad y el trato que deben recibir por parte de los routers. Estos no son conscientes de los flujos activos.

Ventajas: Los routers no necesitan conservar información del estado.

Desventajas: los paquetes han de ir marcado con la prioridad que le corresponde. La garantía se basa en actores estadísticos, es menos segura que la reserva de recursos

- ✓ IntServ (Integrated Services). El usuario solicita de antemano los recursos que necesita. Cada router del trayecto ha de tomar nota y efectuar la reserva solicitada.

Ventajas: los paquetes no necesitan llevar ninguna marca que indique cómo han de ser tratados, la información la tienen los Routers.

Desventajas: requiere mantener información de estado sobre cada comunicación en todos los routers por lo que pasa. Se requiere un protocolo de señalización para informar a los router y efectuar la reserva en todo el trayecto.

#### 5.1.4 FASE 4: Evaluación del resultado de investigación

Para esta fase se llevó a cabo la evaluación de los escenarios estudiados con anterioridad por parte de una muestra estudiantil de la Universidad de Cartagena a través de una encuesta que permitió medir el nivel de satisfacción del usuario final respecto al resultado de la investigación. Esto con el fin de soportar la funcionalidad del sistema implementado a través de la metodología. A partir de la aprobación demostrada en los resultados de la encuesta (anexo E), se procede entonces a desarrollar una guía metodológica que permita a la Universidad de Cartagena implementar una infraestructura de red que soporte servicios de webcasting para los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia.

#### 5.1.5 FASE 5: Elaboración de la metodología para la implementación de la infraestructura de red de servicios webcast en la Universidad de Cartagena

Luego de realizadas las 4 fases previas correspondientes al desarrollo de la investigación que permitió evaluar la funcionalidad y fiabilidad de las herramientas utilizadas, se presenta a continuación una guía metodológica que permita la implementación de este sistema en la Universidad de Cartagena:

##### **1. Adquisición de requerimientos mínimos:**

El equipo de investigación recomienda para un óptimo rendimiento en la recepción de datos la siguiente configuración:

- Nivel de Hardware: el encargado de la implementación de este sistema debe adquirir:
  - ***A nivel de servidor (mínimos)***
    - ✓ Procesadores Intel de 4 núcleos Xeon serie 3400 de un socket.
    - ✓ 28 GB de memoria RAM (6 ranuras DDR3)
    - ✓ 2 ranuras PCIe
    - ✓ 2 Tarjetas de red LOM GbE integradas sin TOE.
    - ✓ Disco duro de 1Tbyte con 11 ms de acceso y 5100 rpm intercambiables en caliente, fuentes de alimentación redundantes.
  - ***Requerimientos del administrador (mínimo)***
    - ✓ Tarjeta de audio PCI
    - ✓ Tarjeta Aceleradora grafica de 2GB
    - ✓ Tarjeta de captura de video MPEG en tiempo real (OPCIONAL)
    - ✓ Procesador Intel core i7 doble núcleo
    - ✓ Disco duro de 500 MB

- ✓ Tarjeta de red PCI
- **Requerimientos de los clientes (mínimo)**
  - ✓ Procesador cualquier marca al menos 2Ghz con tecnología MMX.
  - ✓ Mínimo 4 Gb de RAM
  - ✓ Tarjeta de sonido Integrada
  - ✓ Tarjeta de Red
- Nivel de software: El encargado de la implementación de este sistema debe adquirir:
  - **A nivel de servidor (mínimos)**
    - ✓ Sistema operativo Windows Server 2012 R2
    - ✓ Paquete de Windows Media Service (para instalación de servicio de streaming)
  - **Requerimientos del administrador (mínimo)**
    - ✓ Sistema operativo Windows 7 instalado
    - ✓ Reproductor de Windows Media versión 9
    - ✓ Windows Media Encoder (para codificación de video)
  - **Requerimientos de los clientes (mínimo)**
    - ✓ Sistema Operativo Windows 7 instalado
    - ✓ Reproductor de Windows Media versión 9
    - ✓ Internet Explorer 10, Mozilla Firefox o Google Chrome.
- Nivel de red: El encargado de la implementación de este sistema debe adecuar un canal de internet por fibra dedicado de mínimo 20 MB simétrico que brinde salida a internet a la maquina servidor y también debe adquirir dispositivos de networking capa 3 que permitan configuraciones de QoS y funciones NAT.

## **2. Preparación de contenido multimedia en los formatos estudiados.**

Para preparar el contenido multimedia, los encargados de la implementación del proyecto deben contar con una estructura de soporte para la creación y administración de contenido. Se debe preparar el disco duro de la maquina servidor con videos en formato WMV y presentaciones realizadas en herramientas como Microsoft Producer (Anexo A) para alimentar el servicio de streaming

### **3. Configuración del servicio**

Habiendo definido el contenido multimedia a transmitir en los formatos requeridos se procede a configurar el servicio de streaming tal y como se describe en la fase 3 en el escenario de transmisiones en ambientes agresivos a nivel WAN.

En esta sección también debe configurarse a nivel de capa 3 las políticas para QoS por servicios diferenciados y la configuración del NAT, para asegurar la calidad de las transmisiones y también se debe configurar a nivel de capa 4 las reglas de firewall para permitir el flujo de tráfico RTP.

### **4. Creación de plataforma para manejo de contenido**

El equipo de desarrollo debe crear o adecuar una plataforma para acceso al contenido multimedia. La plataforma constara de un aplicativo web el cual tendrá a su vez conexión con un sistema de base de datos que permitirá el ingreso a los usuarios, y dividirá el contenido en base a factores como, materias, cursos, temas, etc.

### **5. Pruebas de transmisión y encuestas de calidad de servicio**

Finalmente el sistema debe ponerse en una fase de prueba para realizar transmisiones y que una muestra de la población estudiantil del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia evalúe la calidad del servicio a través de unos formatos de encuesta (ANEXO E).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para facilitar la comprensión de los resultados y discusiones se detalló el análisis en base a los objetivos cumplidos, reflejados en las fases desarrolladas de la metodología planteada. Previo a esto se realizó un análisis de las variables utilizadas para el desarrollo de este proyecto con el fin de soportar el uso de cada una en cada fase correspondiente de la metodología.

### 6.1 ANALISIS DE VARIABLES DE FUENTES SECUNDARIAS

Para poder desarrollar la metodología propuesta, se consultaron varias metodologías en las cuales se realizaron estudios parecidos (tales como IPTV, Streaming, Sistemas de Video vigilancia, etc.) para determinar las ventajas y desventajas del uso de cada una de las variables, tecnologías y procesos aportados en estas metodologías, esto con el fin de brindar apoyo y soporte significativo a los métodos implementados en este proyecto. Estas comparaciones se realizaron a través de tablas en las cuales se evalúan las distintas características, ventajas y desventajas de una misma variable en base a las distintas tesis consultadas, tal y como se muestra a continuación:

#### 6.1.1 Tecnología de streaming

Inicialmente se realizó una consulta de proyectos sobre streaming para comparar las distintas tecnologías existentes, se hallaron 2 tesis que coincidían con el parámetro de búsqueda, la primera titulada “*Sistema de vigilancia por medio de cámaras de videos utilizando tecnologías de media streaming para los predios de la facultad de Ingeniería en Sistemas*” desarrollada por Jessica Sánchez Acevedo para la Universidad Técnica de Ambato en el año de 2006 en la cual se manejó la tecnología True Streaming y el segundo es un artículo de la Pontificia Universidad Católica del Perú titulado “*Live Streaming y Video On Demand de contenido académico producido en la PUCP*” desarrollado por José Luis Barturén Larrea y Genghis Ríos Kruger, en la cual se utilizó tecnología pseudo streaming. Se identificaron las características de las tecnologías para evaluar y determinar cuál de estas se usaría para la solución propuesta.

CARACTERÍSTICA	TECNOLOGÍAS		
	TRUE STREAMING	PSEUDO STREAMING	
	MEDIA STREAMING	MULTIMEDIA (DOWNLOADING)	MULTIMEDIA (PROGRESSIVE DOWNLOADING)
Protección de derechos de autor	Si	No	No
Tecnología ejecutable en tiempo real	No (muy aproximado)	No	No
Tiempo máximo de retardo	10 segundos	Indefinido	Configurable
Reducción de datos redundantes	Si	No	No
Control sobre la reproducción de video	Si	No	No
Consideración de ancho de banda para la transmisión	Si	No	No
Costo de implementación (relativo)	Alto	Bajo	Medio
Costo total de propiedad (relativo)	Bajo	Alto	Alto

Tabla 1. Cuadro comparativo de tecnologías de streaming.

En base a la solución propuesta, la tecnología a utilizar para el desarrollo de la metodología es la tecnología de Media streaming ya que, a pesar de su alto costo de implementación, cumple con las características adecuadas para un servicio de webcast, ya que permite elementos como la transmisión en tiempo real (o lo más aproximado a esta) y el control de reproducción de datos multimedia (avance, retroceso y pausa de video y audio). La transmisión de vídeo progresivo tiene algunos inconvenientes importantes: los espectadores no pueden saltar alrededor en un vídeo sin que se haya descargado completamente, no se puede cambiar sobre la marcha la calidad de la transmisión, y requiere una conexión constante, ya que se interrumpiría la descarga. Debido a estos inconvenientes, la mayoría de sistemas de transmisión en vivo o video baja demanda utilizan servidores de streaming, los cuales garantizan un flujo constante.

### 6.1.2 Arquitectura de la implementación

Luego de haber identificado la tecnología streaming a implementar, se determinó el nivel de arquitectura cliente-servidor, comparando las ventajas y desventajas de cada uno de estos modelos, basados en el análisis e interpretación de tesis relacionadas en transmisiones de servicios críticos. Tales como fueron la tesis de grado titulada “*Sistema audiovisual en redes de área local en la CUTB*” desarrollada por Miguel Licero para la Universidad Tecnológica de Bolívar de Cartagena – Colombia en el año 2001 la cual utilizó una arquitectura de 3 niveles, y la tesis de grado titulada “*Montaje de un laboratorio de televisión sobre IP con análisis de calidad de servicio*” desarrollada por Efrén Mendoza Gutiérrez para la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga en el año 2010 que implementa una arquitectura 2 niveles.

Se realizó un cuadro que explica las ventajas y desventajas de usar cada una de las arquitecturas para así determinar la más viable a la hora de la implementación del proyecto.

Arquitectura 2 Niveles (Cliente - servidor)		Arquitectura 3 Niveles (Cliente – administrador -servidor)	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Se mantiene una conexión persistente con el servidor.	El número usuarios máximo es de 100. Más allá de este número de usuarios se excede la capacidad de procesamiento.	Facilidad de administración.	Presenta mayor complejidad para su implementación
Se minimizan las peticiones en el servidor trasladándose la mayor parte del trabajo al cliente.	No hay independencia entre la interfaz de usuario y los tratamientos, lo que hace delicada la evolución de las aplicaciones.	Escalabilidad de los servidores.	Mayor costo inicial de implementación
Se gana en rendimiento de carga. A través de una única conexión se realiza el envío y recepción de varios datos.		Funcionamiento (incluyendo procesamiento y carga de la red).	

Tabla 2. Cuadro comparativo de arquitecturas de cliente/servidor.

El modelo de arquitectura que más se ajusta a las necesidades de implementación es el de 3 niveles, ya que permite:

- Un mayor grado de flexibilidad
- Mayor seguridad, ya que la seguridad se puede definir independientemente para cada servicio y en cada nivel
- Mejor rendimiento, ya que las tareas se comparten entre servidores

### 6.1.3 Metodología de diseño de la solución

Al momento de seleccionar el método de diagramación del sistema, se encontraron dos posibles referentes a utilizar para el proceso de diseño. El primero es el método de diseño usando los diagramas de flujo de datos de Yourdon, el cual se encontró referenciado en la tesis de streaming de Miguel Licero mencionada en el anterior ítem y el otro es el lenguaje unificado de modelado (UML) el cual se utilizó para la tesis de streaming de la universidad de Antioquia denominada “*Evaluación de servidores de streaming de video orientado a dispositivos móviles*” desarrollada por Juan Quintero Ortiz y Cristian Castro Serna en el año 2006.

Se detallan las características de ambos modelos encontrados en las tesis previamente mencionadas:

Diagrama de flujo de Datos (Yourdon)	Diagramas UML
Representa gráficamente el flujo de datos a través de un sistema de información de transmisión audiovisual.	Visualiza, especifica, construye y documenta el sistema de servicio implementado con video LAN.
Se utiliza para la visualización del procesamiento de datos (diseño estructurado).	Especifica métodos o procesos.
Diseño de la solución en 3 capas, partiendo de lo más general a lo más específico.	Múltiples diseños orientados a la explicación del sistema
Permite visualizar la forma en que el sistema funciona, lo que el sistema va a lograr, y cómo el sistema se pondrá en práctica.	Se utiliza para definir un sistema para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir.
Pueden ser usados para proporcionar al usuario final una idea física de cómo resultarán los datos a última instancia, y cómo tienen un efecto sobre la estructura de todo el sistema.	

Tabla 3. Cuadro comparativo de modelos de diseño.

Se utilizó el diagrama de flujos de datos de Yourdon como opción para diseñar el sistema propuesto en esta metodología, ya que a diferencia de UML explica de manera más explícita y directa los procesos internos y externos del funcionamiento del sistema (tal y como se evidencia en la fase de diseño de la tesis de Licero). Mientras que UML se centra más en las entidades y relaciones del mismo. Además UML está más enfocado al modelado de sistemas tipo software mientras que los DFD de Yourdon pueden ser usados para diseñar cualquier clase de sistema.

#### 6.1.4 Herramienta de Streaming seleccionada

Luego de haber definido lo anterior se realizó una consulta para determinar que herramientas de streaming era la más apropiada para la implementación de la solución. Las Herramientas consultadas fueron las utilizadas por las tesis o documentos de investigación previamente mencionados: La tesis de la Universidad de Ambato sobre cámaras de video vigilancia usando WMS, La tesis sobre IPTV realizada en VLC y la tesis de evaluación de servidores en las que se estudia la herramienta Darwin Streaming Server. Se realizó una tabla comparativa de las distintas soluciones para determinar cuál poseía mejores herramientas o protocolos disponibles para métodos de transmisión de video:

Nombre	HTTP	RTSP	MMS	RTP	RTCP	UDP	TCP
<b>Peercast server</b>	si	no	No	no	No	no	no
<b>Darwin Streaming server</b>	no	si	No	si	Si	no	no
<b>Helix DNA server</b>	si	si	No	si	No	si	si
<b>VLC</b>	si	no	Si	si	no	Si	si
<b>Windows Media Services</b>	Si(WM-HTTP,plain download&play HTTP via IIS)	Si (WM-RTSP)	si	si(WM-RTSP)	no	Si (MMSU,MM S-MCAST,MS BD and WM-RTSP)	Si (MMST, WM-HTTP and HTTP)

Tabla 4. Cuadro comparativo de herramientas de streaming.

Luego de estudiar cada una de las soluciones se determinó que las herramientas brindadas por Windows Media Service (WMS) ofrecen mayor cantidad de aplicaciones (creación de difusiones, listas de reproducción, uso de multicast y la compatibilidad con redes inalámbricas) y protocolos para transmisión de video y audio, además se acopla a la arquitectura de 3 capas la cual se utilizó para implementación de la solución propuesta en la metodología (a diferencia del VLC que a pesar de tener una gran cantidad de protocolos de transmisión solo sirve para entornos con arquitectura de 2 capas).

### 6.1.5 Códec de compresión de video

Luego de haber definido la tecnología, herramientas de trasmisión, etc., fue necesario determinar de qué manera sería comprimida la información de audio y video durante los escenarios de prueba de trasmisión, de manera que optimizara la calidad del servicio asegurando un flujo de datos lo más continuo posible. Para esto se consultó los códecs de compresión que habían sido usados en otros proyectos de investigación científicas alusivos al tema de streaming. Se encontró que en la tesis previamente mencionadas sobre video vigilancia de la Universidad Técnica de Ambato se manejó un formato de compresión WMV, en la tesis de IPTV de la universidad Pontificia Bolivariana se manejaron varios escenarios de prueba bajo el códec MPEG-4 y en la tesis de evaluación de servidores de la Universidad de Antioquia se hizo mención al códec de compresión MPEG-2.

Se realizó un cuadro comparativo señalando las características principales de estos códecs con el fin de determinar cuál se ajusta más a la solución planteada.

Característica	MPEG-2	MPEG-4	WMV
<b>Tamaño de video</b>	720x480	720x480	720x480
<b>Tasa de Bits (Ancho de banda)</b>	50 Mbps	10 Mbps	10 Mbps
<b>Frames por segundo</b>	30	30	30

*Tabla 5. Cuadro comparativo de códecs.*

Luego de haber analizado e interpretado las características de los códecs mencionados, se determinó que el códec a utilizar para compresión de video y audio sería WMV ya que aunque comparte las mismas características que el MPEG-4 (debido a que es una modificación de este) presenta mayor compatibilidad con la herramienta escogida ya que tanto el códec como la herramienta de streaming fueron desarrollados por una misma compañía (Windows).

## 6.2 RESULTADOS FASE 1: RECOLECCIÓN DE DATOS

Los resultados de esta fase se evidenciaron al momento de obtener de manera tangible la información solicitada, tanto la relacionada con la población estudiantil como la que sirvió para identificación de requerimientos. Dicha información puede ser encontrada en los Anexos B, C y D al final de este documento.

## 6.3 RESULTADOS FASE 2: DISEÑO Y ESTUDIO DEL SISTEMA PARA IDENTIFICACION DE REQUERIMIENTOS

Los resultados de esta fase se evidenciaron con la definición de los requerimientos del sistema y el desarrollo de los diagramas del sistema (flujo de datos) basados en el modelo de Yourdon para representar de manera gráfica el flujo de datos a través de un sistema de información, visualizar el procesamiento de datos y mostrar la interacción entre el sistema y las entidades externas.

## 6.4 RESULTADOS FASE 3: ELABORACION DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE SERVICIOS WEBCAST

Para el análisis y discusión de los resultados de esta fase se tomó como referente la tesis denominada “*Montaje de un laboratorio de televisión sobre IP con análisis de calidad de servicio*” desarrollada por Efrén Mendoza Gutiérrez en el año 2010 para la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, ya que en base a esta tesis se determinaron las variables a estudiar (paquetes HTTP, RTP, RTSP, FTP, jitter, delay, etc.), el software de análisis de variables (Wireshark) y además se encontró documentado el análisis aplicado a cada una de las variables estudiadas.

Para explicar de manera más detallada los resultados de esta metodología se dividió el análisis y estudio de variables según la secuencia de escenarios planteados, tal y como se muestra a continuación:

### 6.4.1 Transmisión de datos multimedia por difusión en una red LAN a través de VLC

Para la transmisión realizada por VLC, inicialmente se realiza un análisis de tráfico a través de un sniff de red, luego usando la función IO graph de Wireshark se visualizó la gráfica del ancho de banda donde se muestran la cantidad de paquetes transmitidos en un intervalo de tiempo (1 seg) y finalmente se realizó un filtro en la gráfica para que en ella se muestre únicamente los paquetes implicados en la transmisión, los cuales para este caso fueron los paquetes TCP tanto los enviados desde la maquina emisora como los recibidos por la receptora y los paquetes HTTP.

Aquí se notó que hubo un flujo constante de paquetes desde la IP de origen (192.168.0.23) hasta la máquina de destino (192.168.0.18), la cual recibió exactamente la misma cantidad de paquetes, tal como se muestra a continuación:

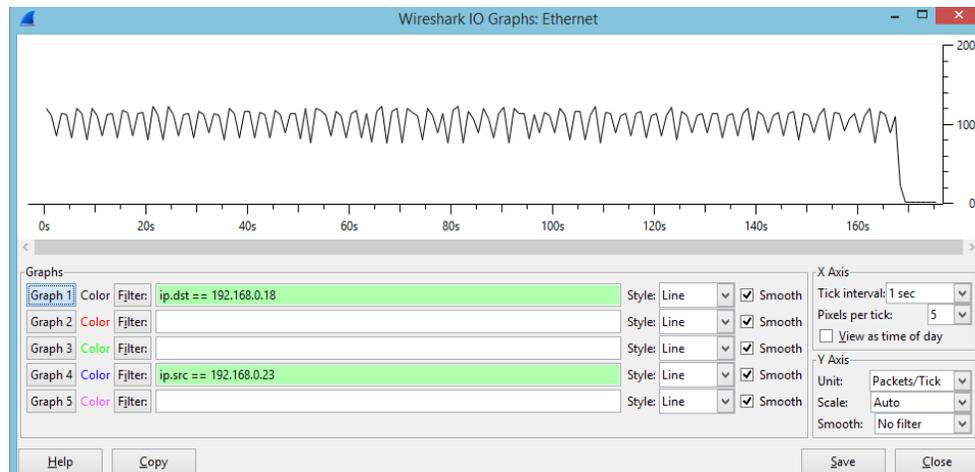


Ilustración 56. Grafica de paquetes TCP enviados por segundo enviado por la máquina emisora

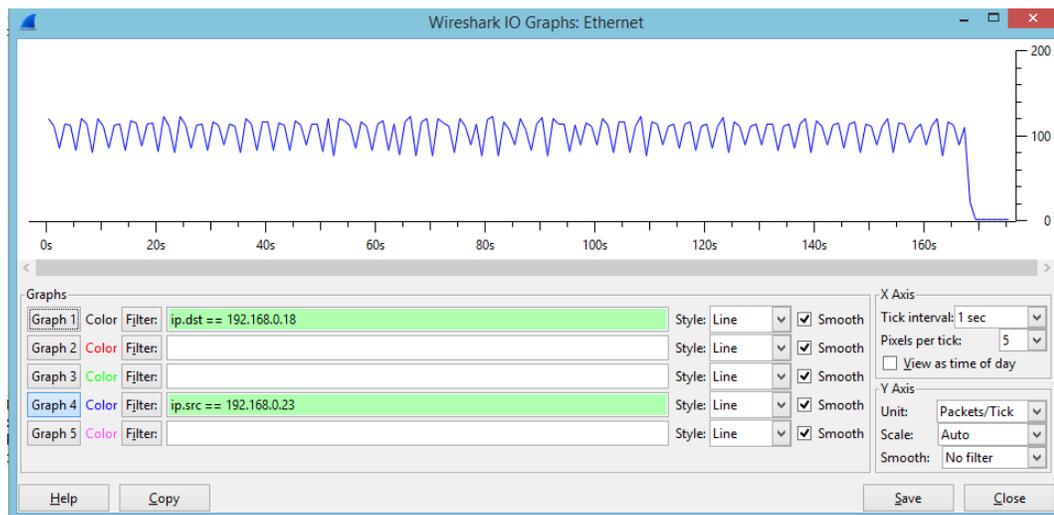


Ilustración 57. Grafica de paquetes TCP recibidos por segundo por la máquina receptora

Esto indica que no hubo fallas en la transmisión, solo hasta el final de la misma en la cual se aprecia que el envío de paquetes se detiene.

Esta transmisión se realizó de manera ideal ya que era un ambiente no agresivo y además la conectividad a través del protocolo HTTP siempre se mantuvo tal y como se muestra a continuación:

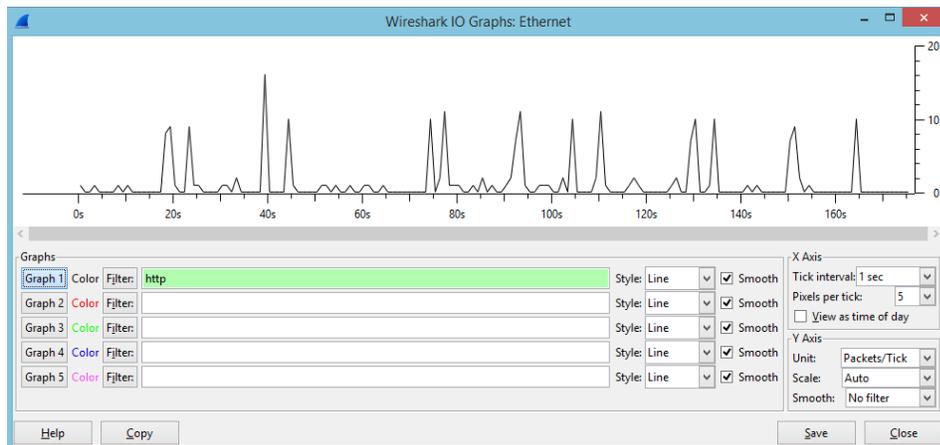


Ilustración 58. Grafica de paquetes HTTP snifeados durante la transmisión

Además, este aplicativo también muestra de manera resumida datos estadísticos de la transmisión tales como:

- Información general sobre el archivo de captura.
- Las marcas de tiempo cuando fueron capturados el primero y el último paquete (y el tiempo entre ellos).
- Información del momento en que se realizó la captura.
- Algunas estadísticas del tráfico de red snifreado. Si un filtro de visualización se establece, podrás ver los valores en la columna Captured, y si los paquetes están marcados, podrás ver los valores en la columna Marked. Los valores en la columna Capturado seguirán siendo los mismos que antes, mientras que los valores de la columna Displayed reflejarán los valores correspondientes a los paquetes que se muestran en la pantalla. Los valores en la columna Marked reflejarán los valores correspondientes a los paquetes marcados.

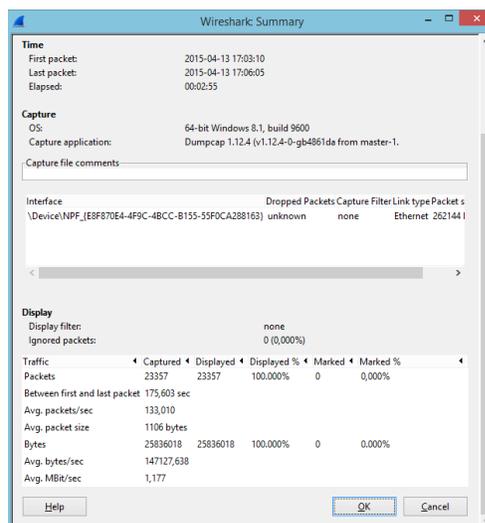


Ilustración 59. Estadísticas del sniff de red

#### 6.4.2 Discusión de resultados de transmisión de datos multimedia por difusión en una red LAN a través de VLC

Con este laboratorio se logró emitir datos multimedia sin mayor complicación en una red de área local, dejando en evidencia la capacidad (hardware/software) que poseen las máquinas actualmente para realizar este tipo de operaciones. Cabe resaltar que el ambiente de prueba era muy cercano a lo ideal, es decir, se contaba con la mayor parte del tráfico de la red para el laboratorio.

A pesar que VLC permite realizar un mundo de configuraciones sobre las emisiones, no cumple con la totalidad del objetivo de esta metodología ya que no se tiene control absoluto sobre el servidor de streaming en la que se pueda configurar desde los aspectos más triviales hasta los más complejos para bienestar del servicio webcast en relación a la calidad y la carga que aporta a la red.

#### 6.4.3 Escenarios estudiados en ambiente no agresivo

Para la transmisión realizada en escenarios no agresivo, inicialmente se realiza un análisis de tráfico a través de un sniff de red, luego usando la función IO graph de Wireshark se visualizó la gráfica del ancho de banda donde se muestran la cantidad de paquetes transmitidos en un intervalo de tiempo (1 seg) y finalmente se realizó un filtro en la gráfica para que en ella se muestre únicamente los paquetes implicados en la transmisión, los cuales para este caso fueron los paquetes RTP (encapsulados por UDP) y los paquetes HTTP (encapsulados por TCP).

### **TRANSMISIÓN DE DATOS MULTIMEDIA POR DIFUSIÓN EN UNA RED LAN RESIDENCIAL A TRAVÉS DE SERVIDOR DE STREAMING**

Tal como se llevó a cabo en VLC se analizaron los paquetes enviados por la máquina emisora (la máquina administrador) y la receptora (la máquina servidor) y se pudo apreciar que la máquina emisora manda más paquetes TCP de los que recibe el servidor, es por esto que puede presentarse un delay de 2 a 5 segundos durante la reproducción del video en la máquina cliente.

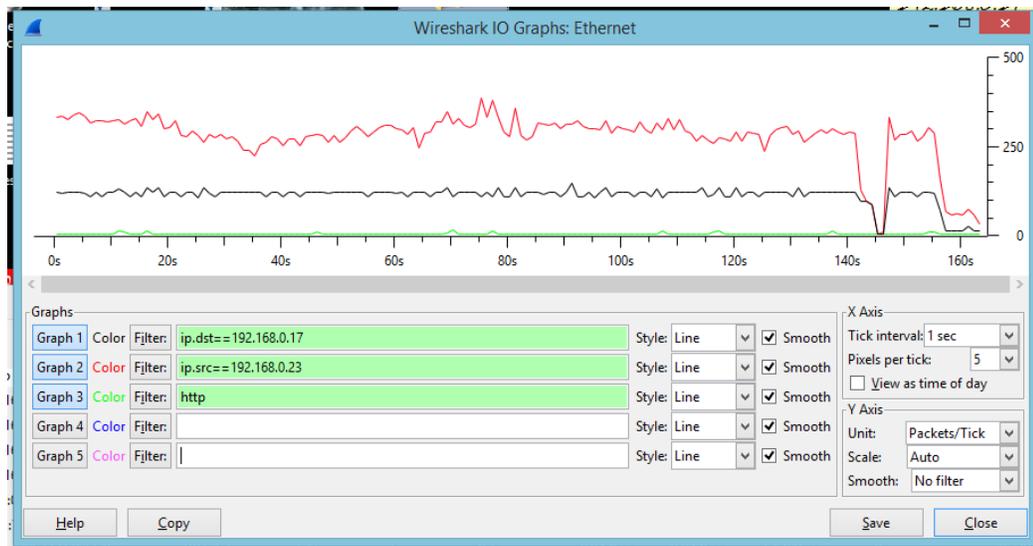


Ilustración 60. Grafica paquetes enviados Vs paquetes recibidos

De igual manera se puede demostrar que la conectividad por HTTP estuvo siempre activa para la transmisión de los datos:

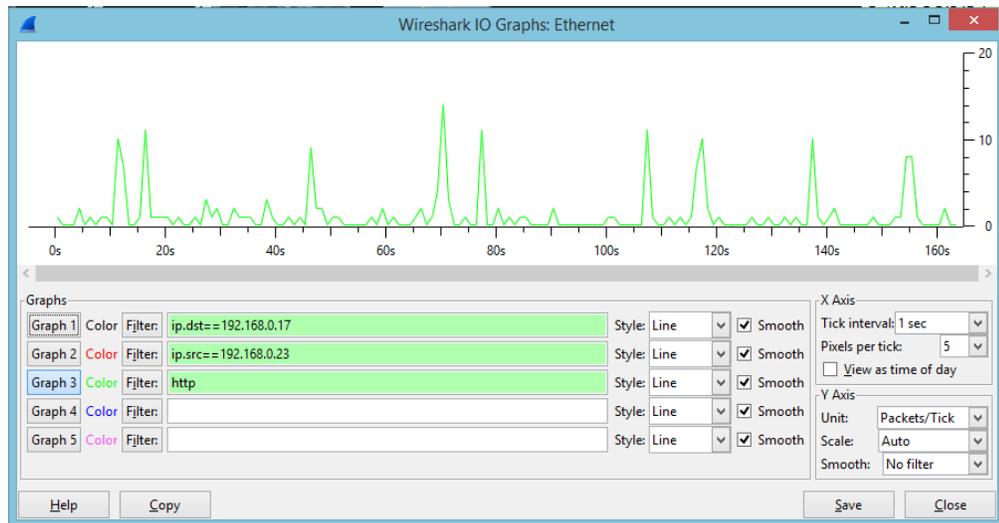


Ilustración 61. Paquetes HTTP durante la transmisión

Finalmente se muestra a nivel de datos estadísticos que la máquina emisora transmitió más paquetes TCP hacia la máquina servidor lo cual implica un retardo en la transmisión ya que la máquina servidor no recibe a tiempo los paquetes enviados por la máquina emisora. Esta ventana muestra información sobre los criterios de valoración capturados, junto con las direcciones, contadores de paquetes, y

contadores de bytes, la ventana de conversación añade cuatro columnas: el tiempo en segundos entre el inicio de la captura y el inicio de la conversación ("Rel Start"), la duración de la conversación en segundos, y los bits promedio (no bytes) por segundo en cada dirección.

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A-B	Bytes A-B	Packets A-B	Bytes A-B	Rel Start	Duration	bps A-B	bps A-B
192.168.0.17	49165	192.168.0.23	8080	27 177	25 951 586	8 969	538 140	18 208	25 413 446	0,000000000	163,3566	26354,13	1244563,30
192.168.0.23	49784	192.168.0.15	4747	62 484	37 225 798	26 532	1 444 056	35 952	35 781 742	0,022646000	163,2920	70747,17	1753018,65
192.168.0.23	49651	157.56.100.114	443	3	412	2	225	1	187	11,025931000	0,0705	25541,33	N/A
192.168.0.23	49788	91.228.167.21	80	23	10 747	11	1 617	12	9 130	66,385897000	4,9597	2608,22	14726,67
192.168.0.23	49789	91.228.167.125	80	8	2 327	5	1 115	3	1 212	71,205350000	0,5883	15163,26	16482,40
192.168.0.23	49790	134.170.58.189	443	20	7 471	12	2 577	8	4 894	71,398461000	0,5388	38264,51	72668,42
192.168.0.23	49791	134.170.58.189	443	396	385 061	258	368 013	138	17 048	74,602123000	20,2579	145331,45	6732,40

Ilustración 62. Información de transmisión de paquetes TCP entre máquinas

## TRANSMISIÓN DE DATOS MULTIMEDIA POR PETICIÓN EN UNA RED LAN RESIDENCIAL A TRAVÉS DE SERVIDOR DE STREAMING

Se realizó un sniff de red con Wireshark durante una transmisión de Video On Demand para analizar el tráfico. Se puede apreciar que la máquina servidor comienza a emitir paquetes RTP y RTSP a la máquina cliente con la información del audio y video codificado.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
51	18.6851010	192.168.0.27	192.168.0.20	RTSP	484	DESCRIBE rtsp://servidor/demanda RTSP/1.0
52	18.6861050	192.168.0.27	192.168.0.20	TCP	60	49226-80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=65700 Len=0
53	18.6862420	192.168.0.27	192.168.0.20	HTTP	333	GET /favicon.ico HTTP/1.1
54	18.6869840	192.168.0.20	192.168.0.27	HTTP	186	HTTP/1.1 404 Not Found
55	18.7710170	192.168.0.20	192.168.0.27	RTSP/SDP	2647	Reply: RTSP/1.0 200 OK
56	18.7725880	192.168.0.27	192.168.0.20	TCP	60	49225-554 [ACK] Seq=431 Ack=2594 Win=65536 Len=0
57	18.7739520	192.168.0.27	192.168.0.20	RTSP	414	SETUP rtsp://servidor/demanda/rtx RTSP/1.0
58	18.7820610	192.168.0.20	192.168.0.27	RTSP	632	Reply: RTSP/1.0 200 OK
59	18.7834030	192.168.0.27	192.168.0.20	RTSP	494	SET_PARAMETER rtsp://servidor/demanda RTSP/1.0 (application/x-rtsp-udp)
60	18.7841050	192.168.0.20	192.168.0.27	RTP	1341	PT=DynamicRTP-Type-98, SSRC=0x33D28082, seq=1605, Time=0, Mark
61	18.7842170	192.168.0.20	192.168.0.27	RTP	1342	PT=DynamicRTP-Type-98, SSRC=0x33D28082, seq=1606, Time=0, Mark
62	18.7842720	192.168.0.20	192.168.0.27	RTP	1343	PT=DynamicRTP-Type-98, SSRC=0x33D28082, seq=1607, Time=0, Mark
63	18.7844760	192.168.0.20	192.168.0.27	RTSP	319	Reply: RTSP/1.0 200 OK (application/x-rtsp-udp-packetpair)
64	18.7857250	192.168.0.27	192.168.0.20	TCP	60	49224-80 [ACK] Seq=390 Ack=212 Win=65488 Len=0
65	18.9211100	192.168.0.27	192.168.0.20	RTSP	599	SETUP rtsp://servidor/demanda/video RTSP/1.0
66	18.9225380	192.168.0.20	192.168.0.27	RTSP	619	Reply: RTSP/1.0 200 OK
67	18.9247290	192.168.0.20	192.168.0.27	RTSP	477	SETUP rtsp://servidor/demanda/audio RTSP/1.0
68	18.9258270	192.168.0.20	192.168.0.27	RTSP	619	Reply: RTSP/1.0 200 OK
69	18.9290030	192.168.0.27	192.168.0.20	RTSP	527	PLAY rtsp://servidor/demanda RTSP/1.0

Frame 1: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits) on interface 0  
Ethernet II, Src: cadmusco\_06:9e:6c (08:00:27:06:9e:6c), Dst: IPv4mcast\_fc (01:00:5e:00:00:fc)  
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.27 (192.168.0.27), Dst: 224.0.0.252 (224.0.0.252)  
User Datagram Protocol, Src Port: 54901 (54901), Dst Port: 5355 (5355)  
Link-local Multicast Name Resolution (query)

```
0000  01 00 5e 00 00 fc 08 00 27 06 9e 6c 08 00 45 00  ..A.....1..E.  
0010  00 32 05 03 00 00 01 11 12 f9 c0 a8 00 1b e0 00  .2.....  
0020  00 fc d6 75 14 eb 00 1e a3 7d f6 37 00 00 00 01  ...u...}7....  
0030  00 00 00 00 00 00 04 77 70 61 64 00 00 01 00 01  .....w pad....
```

Ilustración 63. Tráfico RTP y RTSP durante la transmisión

La ilustración 63, en la línea 51, muestra cómo se inició la transmisión a través del protocolo RTSP. A partir de este momento y durante toda la transmisión se mantiene una emisión constante de paquetes RTP desde el servidor al cliente, demostrando una continuidad en el flujo de información del audio y video codificado. Dicha continuidad en el flujo de paquetes RTP se evidenció al utilizar la herramienta IO Graph de Wireshark, tal y como y se aprecia en la ilustración 64.

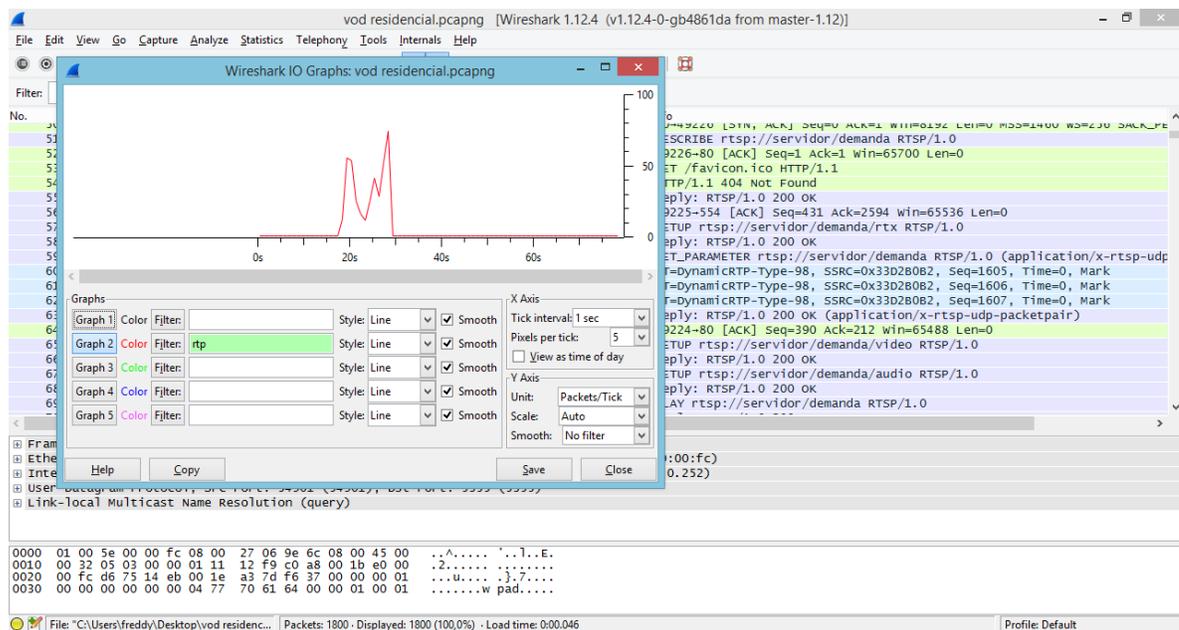


Ilustración 64. Grafica de RTP

#### 6.4.4 Discusión de resultados de escenarios en ambiente no agresivo

Con este laboratorio se logró implementar una arquitectura propia de streaming basada en Microsoft con Windows Media Services, administrar cada uno de los componentes en este tipo de arquitecturas y analizar los diferentes modos de captura y codificación de medios.

El resultado más significativo que dejó esta prueba, es la de entender y/o controlar las operaciones que ocurren “detrás” de un servicio de streaming, que a diferencia de la primera experiencia, las configuraciones eran realizadas a través de aplicaciones de terceros que soportan este tipo de servicios (VLC).en este caso se interactuó directamente con un servidor propio, configurado por nosotros.

En ambos ambientes construidos (streaming por difusión y petición) se obtuvieron resultados favorables para nuestros intereses. Por parte del Livestreaming a difusión se obtuvieron resultados no esperados, una transmisión muy pobre debido a los pocos recursos con los que se contaban (tanto de red como de computador), se notó un delay con respecto a la emisión original de aproximadamente 35 a 45 segundos y un delay entre audio y video de 10 a 20 segundos. Por parte del streaming por petición, se nota que no había retardo ni intermitencia en la transmisión debido a que fueron videos previamente montados en la máquina servidor y que se cargaron en el buffer de manera más rápida.

## 6.4.5 Escenarios estudiados en ambiente agresivo

Para la transmisión realizada en escenarios agresivo, se realizó el mismo procedimiento que en el escenario de ambiente no agresivo (sniff de red, gráficas, etc.) para los paquetes RTP y RTSP (encapsulados por UDP) y los paquetes FTP (encapsulados por TCP).

### **TRANSMISIÓN DE DATOS MULTIMEDIA POR PETICIÓN EN RED LAN DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA – EDIFICIO INTELIGENTE**

Para este caso se analizaron los paquetes enviados por la máquina emisora (la máquina servidor) y las receptoras (las máquinas cliente). Se pudo apreciar que la máquina emisora es la encargada de enviar los paquetes RTP y RTSP que llevan encapsulados la información codificada del audio y video a las máquinas receptoras. En la ilustración 65 en la línea 118 se muestra el momento exacto en que se inició la transmisión a través del protocolo RTSP y luego se visualiza un constante flujo de tráfico RTP para la transmisión de audio y video.

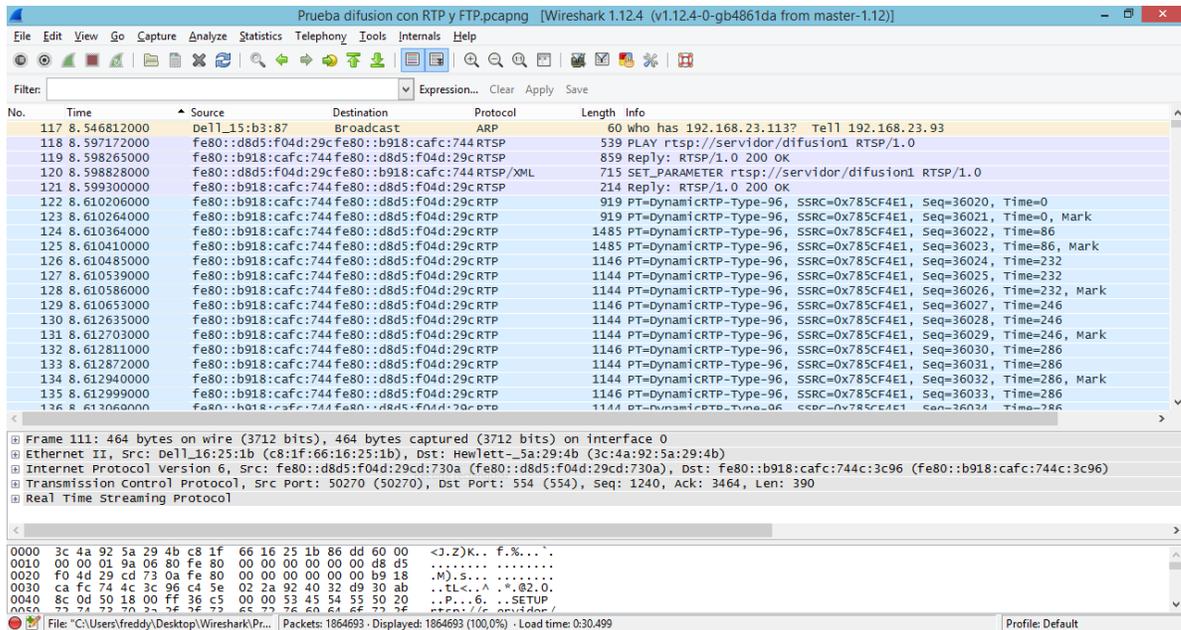


Ilustración 65. Registros de paquetes RTP y RTSP durante la transmisión

Desde el inicio de la emisión hasta aproximadamente el segundo 40, la transmisión se mantuvo estable ya que los únicos servicios críticos que estaban corriendo sobre la red local eran RTP y RTSP.

Después de este momento, fue solicitado el servicio FTP por una de las máquinas clientes de la red (192.168.23.109), para descargar un archivo .ISO de 6.2 GB. Se

puede observar que a partir de ese instante, el tráfico FTP obtiene mayor prioridad sobre el tráfico RTP/RTSP produciendo una ligera pérdida en la calidad de la transmisión.

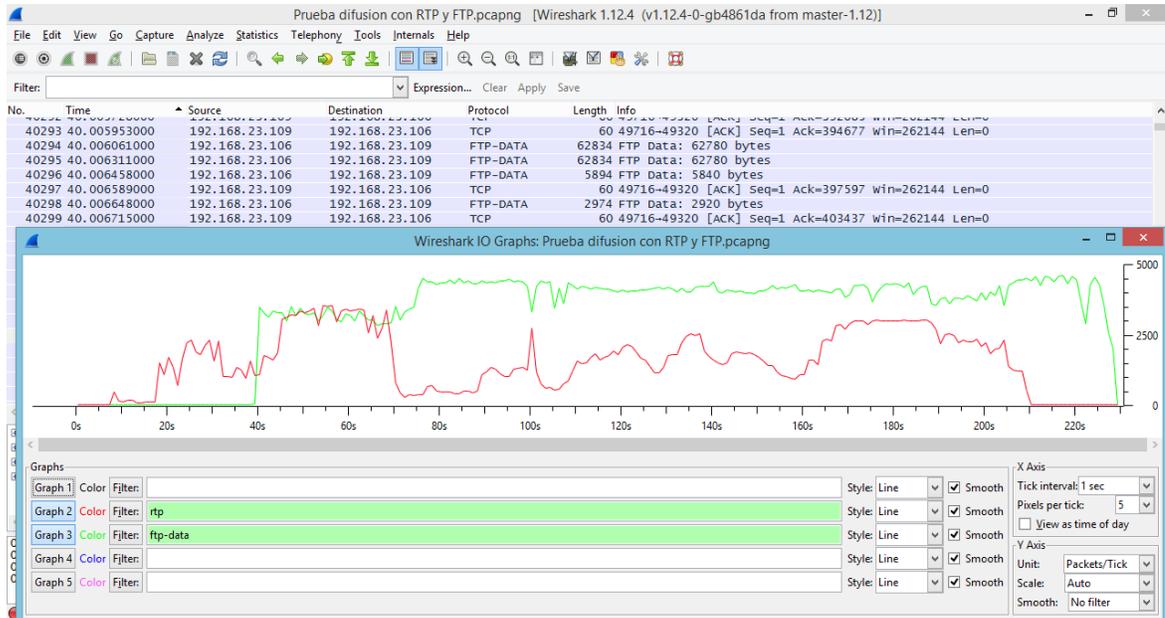


Ilustración 66.grfica del flujo de paquetes FTP vs RTP

La ilustración 66 muestra como el flujo de paquetes RTP tuvo mayor prioridad hasta aproximadamente el segundo 70 de la transmisión, momento en el cual el servicio FTP fue solicitado, tomando este mayor relevancia en el flujo de datos. La ilustración 66 también nos muestra que el consumo de ancho de banda por parte del códec de compresión estuvo alrededor de 2.5 Mbps aproximadamente.

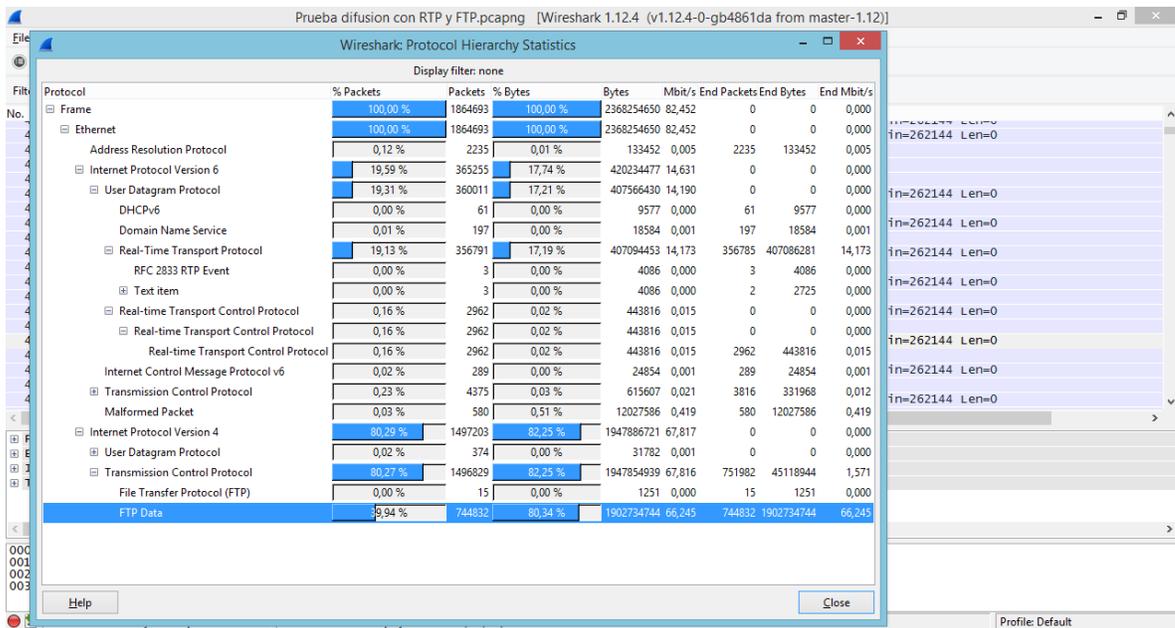


Ilustración 67. estadística de jerarquía de protocolos.

La ilustración 67 detalla estadísticamente la cantidad de paquetes analizados según su protocolo. Se evidencia que el 100% de los paquetes sniffeados en la transmisión se enviaron a través de Ethernet, de los cuales el 19.13% corresponden a paquetes de emisión de audio y video mientras que un 80.29% corresponde a los paquetes FTP, emitidos por la descarga FTP solicitada. Esto demuestra que aunque el servicio de FTP fue iniciado tiempo después de iniciar la transmisión RTP, esta obtuvo mayor cantidad de paquetes registrados.

Wireshark permite conocer también con detalle la información de los paquetes RTP de una conversación entre la máquina emisora a cada uno de las máquinas receptoras. Además para cada una de estas conversaciones existe la posibilidad de conocer datos del stream RTP tales como jitter, cantidad de paquetes perdidos, etc. Tal y como se muestra en las ilustraciones 68 y 69.

Wireshark: RTP Streams

Detected 51 RTP streams. Choose one for forward and reverse direction for analysis

Src addr	Src port	Dst addr	Dst port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)	Pb?
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:cd11:2675:2e:60346	60346	0x68CCA8	RTPType-96	8678	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:a842:b6f4:d2:61310	61310	0x334F3C3D	RTPType-96	8545	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:81de:36ef:fc0:56934	56934	0x8369DDCC	RTPType-108	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:81de:36ef:fc0:56936	56936	0x3706672A	RTPType-96	25864	91 (0,4%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6d63:f3a0:38:57580	57580	0xF160F61C	RTPType-119	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6d63:f3a0:38:57582	57582	0xB9819BEC	RTPType-96	21461	1009 (4,5%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:a543:d7d6:51:54200	54200	0x38D99F0	RTPType-107	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:a543:d7d6:51:54202	54202	0xAE0E3B1D	RTPType-96	26358	3038 (10,3%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6ca6fc3a:d0:64010	64010	0xA9AFB142	RTPType-106	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6ca6fc3a:d0:64012	64012	0x760E4B65	RTPType-96	26096	3106 (10,6%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:c9d1:15c3:2e:50044	50044	0xD1AE0C2B	RTPType-125	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:1583:a700:36:63752	63752	0x2374340E	RTPType-121	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:c9d1:15c3:2e:50046	50046	0x80C2465	RTPType-96	24731	1801 (6,8%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:1583:a700:36:63754	63754	0x4B0453AF	RTPType-96	25798	3146 (10,9%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:867:c75b:493:54792	54792	0x4934439	RTPType-110	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:867:c75b:493:54794	54794	0x1F6ED03E	RTPType-96	25591	3117 (10,9%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:dd52:af41:d2:57936	57936	0x36CF3E4C	RTPType-111	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:dd52:af41:d2:57938	57938	0x36260F86	RTPType-96	24315	2225 (8,4%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:3502:7b1b:4d:52806	52806	0xF9C8C58F	RTPType-127	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:937:c916:160f:61494	61494	0xF9874DBA	RTPType-127	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:937:c916:160f:61496	61496	0xC578BD82	RTPType-96	6537	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:e42c:d566:e3:57862	57862	0x60723CB2	RTPType-112	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:e42c:d566:e3:57864	57864	0x8D3292F7	RTPType-96	6109	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	0,000000	X

Select a forward stream with left mouse button, and then  
Select a reverse stream with Ctrl + left mouse button

Unselect Find Reverse Save As Mark Packets Prepare Filter Copy Analyze Close

Ilustración 68. Conversaciones RTP entre servidor y cada uno de los clientes.

Wireshark: RTP Streams

Detected 51 RTP streams. Choose one for forward and reverse direction for analysis

Src addr	Src port	Dst addr	Dst port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)	Pb?
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:81de:36ef:fc0:7815b	7815b	56936	0x3706672A	RTPType-96	25864	91 (0,4%)	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6d63:f3a0:38dc:a4a8	4a8	57580	0xF160F61C	RTPType-119	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6d63:f3a0:38dc:a4a8	4a8	57582	0xB9819BEC	RTPType-96	21461	1009 (4,5%)	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:a543:d7d6:51d9:cd04	cd04	54200	0x38D99F0	RTPType-107	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:a543:d7d6:51d9:cd04	cd04	54202	0xAE0E3B1D	RTPType-96	26358	3038 (10,3%)	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6ca6fc3a:d030:d8ae	d8ae	64010	0xA9AFB142	RTPType-106	3	0 (0,0%)	0,000000	0,000000	X
fe80:b918:cafc:744:5004	5004	fe80:6ca6fc3a:d030:d8ae	d8ae	64012	0x760E4B65	RTPType-96	26096	3106 (10,6%)	0,000000	0,000000	X

Wireshark: RTP Stream Analysis

Analysing stream from fe80:b918:cafc:744:5004 to fe80:6ca6fc3a:d030:d8ae SSRC = 0x760E4B65

Packet	Sequence	Delta(ms)	Filtered Jitter(ms)	Skew(ms)	IP BW(kbps)	Marker	Status
10310	65270	0,00	0,00	0,00	8,00	SET	[ Ok ]
10312	65271	0,00	0,00	0,00	16,00	SET	Incorrect timestamp
10313	65272	0,00	0,00	0,00	24,90		[ Ok ]
10315	65273	0,00	0,00	0,00	33,78		[ Ok ]
10316	65274	0,00	0,00	0,00	42,66	SET	Incorrect timestamp
10318	65275	0,00	0,00	0,00	51,55		[ Ok ]
10319	65276	0,00	0,00	0,00	60,43		[ Ok ]
10321	65277	0,00	0,00	0,00	69,31	SET	Incorrect timestamp

Max delta = 0,00 ms at packet no. 0  
Max jitter = 0,00 ms. Mean jitter = 0,00 ms.  
Max skew = 0,00 ms.  
Total RTP packets = 29202 (expected 29202) Lost RTP packets = 3106 (10,64%) Sequence errors = 59  
Duration 184,97 s (0 ms clock drift, corresponding to 1 Hz (+0,00%))

Save payload... Save as CSV... Refresh Jump to Graph Player Next non-Ok Close

Copy Analyze Close

Ilustración 69. Información detallada de una conversación RTP seleccionada.

Al finalizar la transmisión se puede apreciar en el resumen generado por Wireshark (ilustración 70), datos como la cantidad de paquetes recibidos, el tiempo entre el primer paquete y último paquete analizado y la cantidad de paquetes perdidos. En este caso la pérdida de paquetes tuvo un porcentaje de 0.453%, es decir, una cantidad de paquetes insignificantes sobre la totalidad de estos, pero que de cierta manera afectó un poco la calidad de la transmisión como se mencionó anteriormente

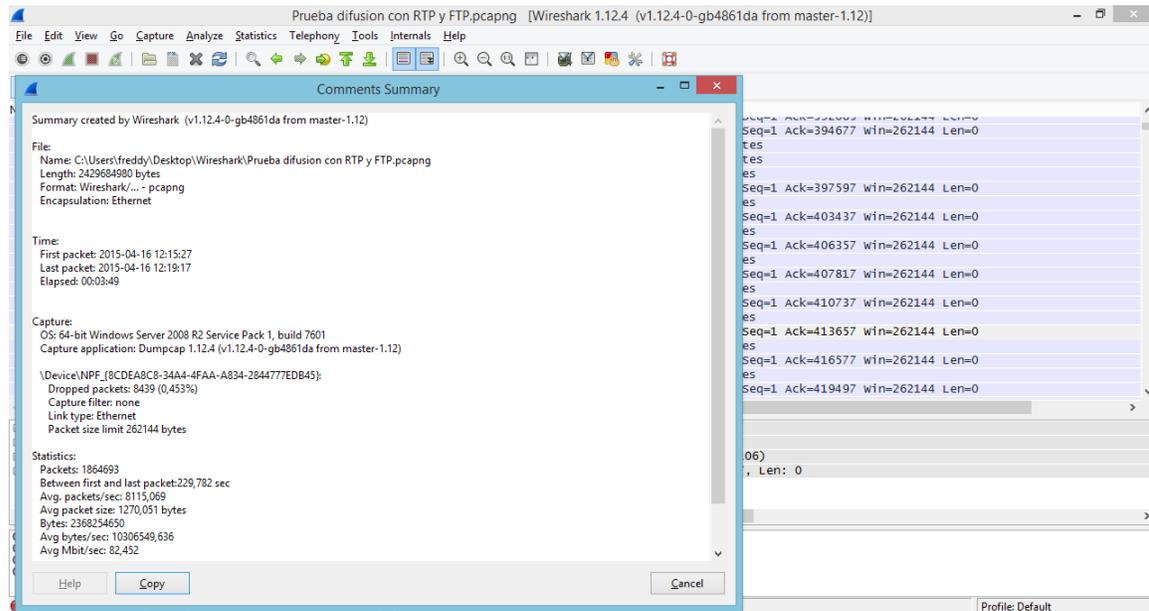


Ilustración 70. Resumen y estadística de la transmisión.

## **TRANSMISIÓN DE DATOS MULTIMEDIA POR DIFUSIÓN EN RED LAN DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA – EDIFICIO INTELIGENTE**

Para este caso se analizaron los paquetes enviados por la máquina emisora (la máquina administrador), la máquina difusora (máquina servidor) y las receptoras (las máquinas cliente). Se puede apreciar el tráfico TCP entre administrador y servidor (ilustración 71), y también como este último es el encargado de enviar los paquetes RTP y RTSP que llevan encapsulados la información codificada del audio y video a las máquinas receptoras (ilustración 72).



*Ilustración 71. Grafica del tráfico TCP entre administrador y servidor durante la transmisión*

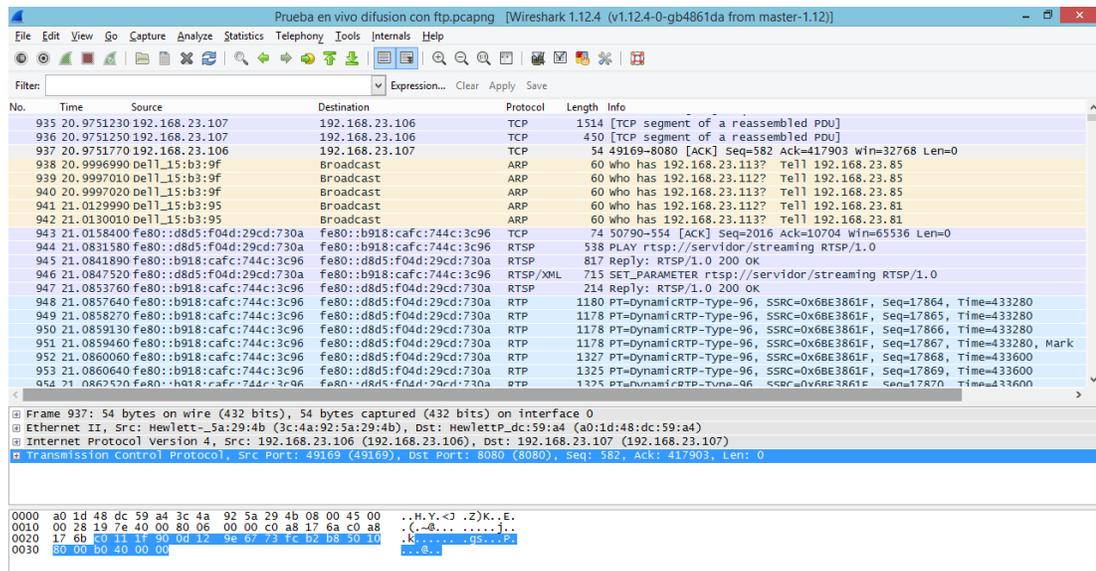


Ilustración 72. Registros de paquetes RTP y RTSP durante la transmisión

Desde el inicio de la emisión hasta aproximadamente el segundo 124, la transmisión se mantuvo estable ya que los únicos servicios críticos que estaban corriendo sobre la red local eran RTP/RTSP y TCP. Después de este momento, fue solicitado el servicio FTP por una de las máquinas clientes de la red (192.168.23.109), para descargar un archivo .ISO de 6.2 GB. Se puede observar que a partir de ese instante, el tráfico FTP obtiene mayor prioridad sobre el tráfico RTP/RTSP y TCP produciendo una ligera pérdida en la calidad de la transmisión hasta aproximadamente el segundo 220, momento en el cual la descarga FTP fue detenida voluntariamente y se observa como el tráfico RTP y TCP nuevamente toman prioridad y se restablece la calidad de la transmisión. Tal y como se muestra en la ilustración 73.

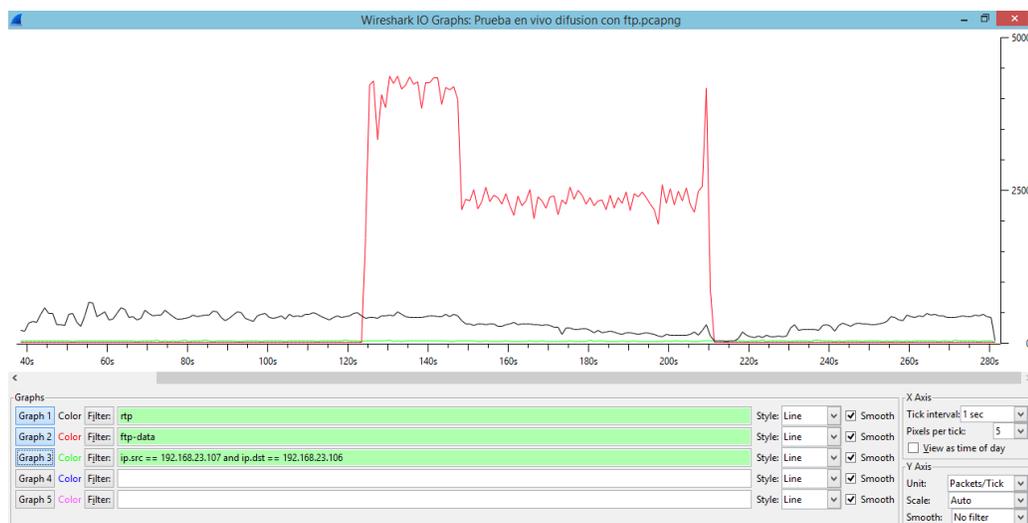


Ilustración 73. Grafica de tráfico FTP vs TCP vs RTP durante la transmisión

La siguiente imagen detalla estadísticamente la cantidad de paquetes analizados según su protocolo, demostrando que, al igual que en el escenario anterior, aunque el servicio de FTP fue iniciado tiempo después de iniciar la transmisión RTP, esta obtuvo mayor cantidad de paquetes registrados.

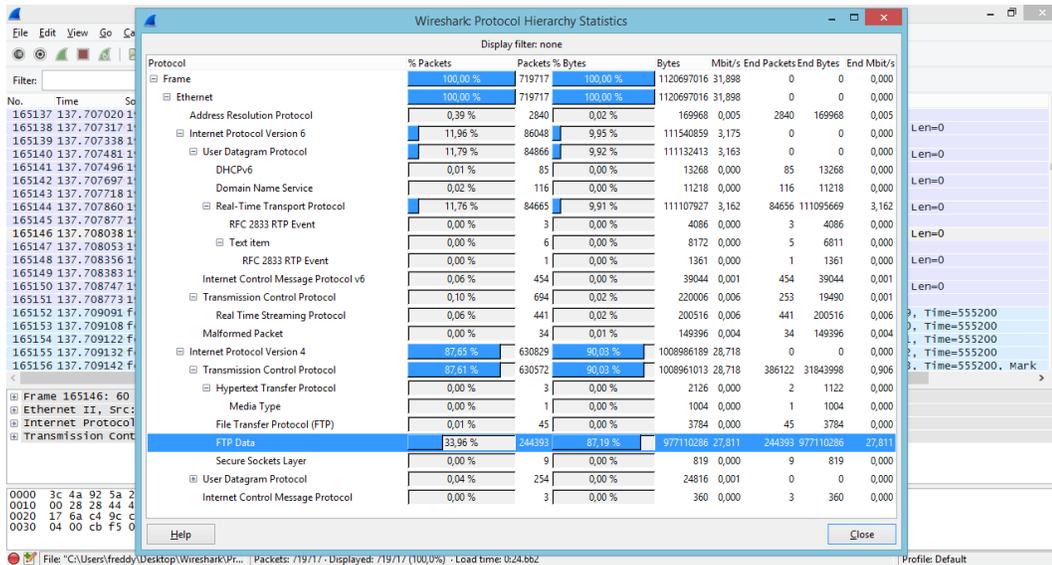


Ilustración 74. Estadística de jerarquía de protocolos

Wireshark permite conocer también con detalle la información de los paquetes RTP de una conversación entre la máquina emisora a cada uno de las máquinas receptoras (ilustración 75). Además para cada una de estas conversaciones existe la posibilidad de conocer datos del stream RTP tales como jitter, cantidad de paquetes perdidos, etc. (ilustración 76).

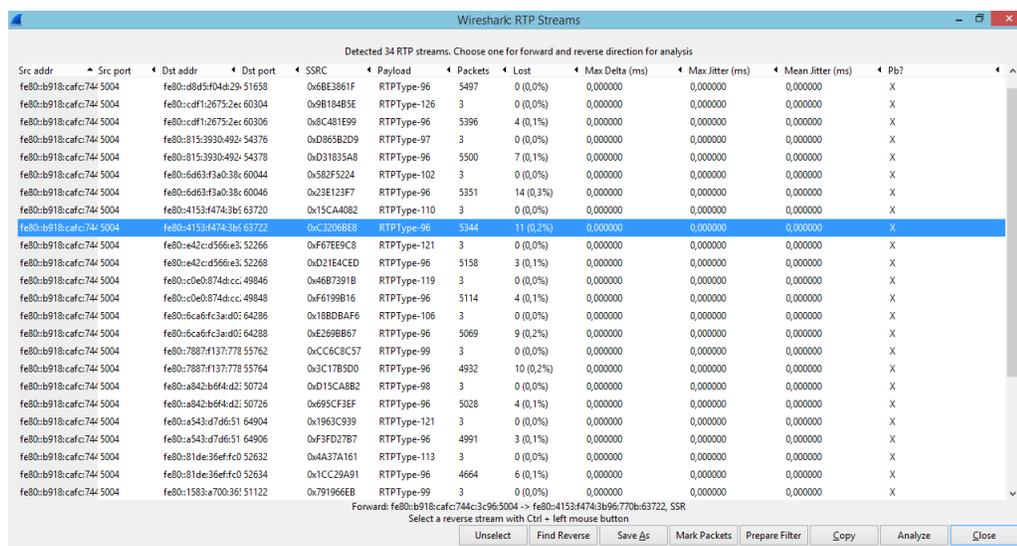


Ilustración 75. Conversaciones RTP entre máquina servidor y los clientes

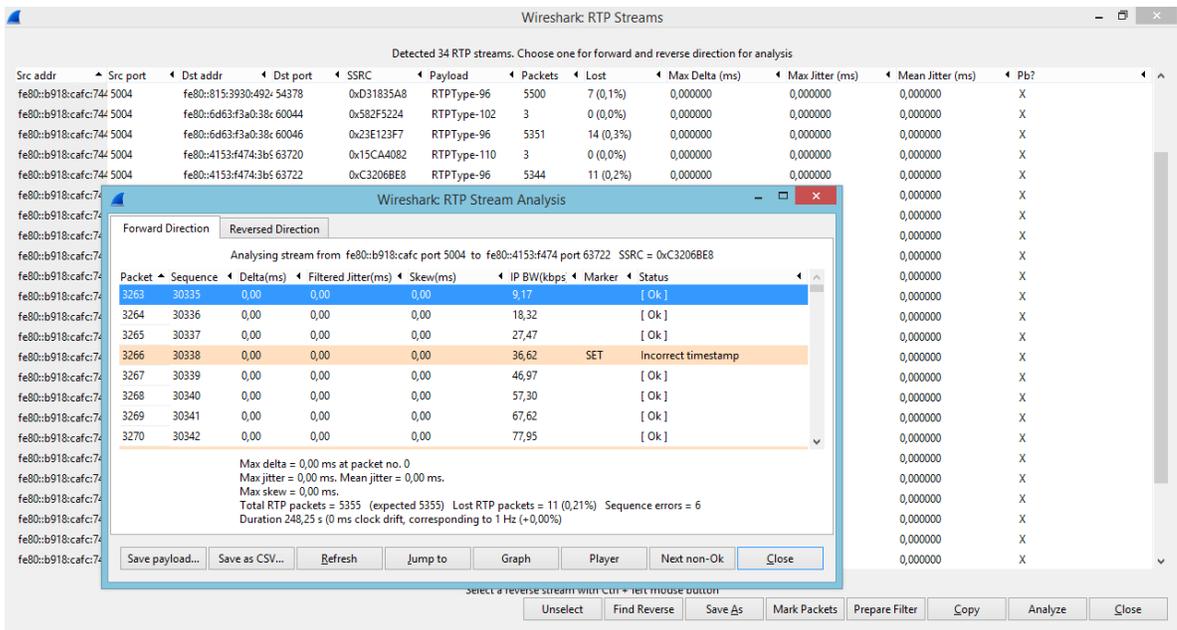


Ilustración 76. Información detallada de una conversación RTP seleccionada.

Al finalizar la transmisión se puede apreciar en el resumen generado por Wireshark, datos como la cantidad de paquetes recibidos, el tiempo entre el primer paquete y último paquete analizado y la cantidad de paquetes perdidos. En este caso la pérdida de paquetes tuvo un porcentaje de 0.324%. Tal y como se muestra en la ilustración 77.

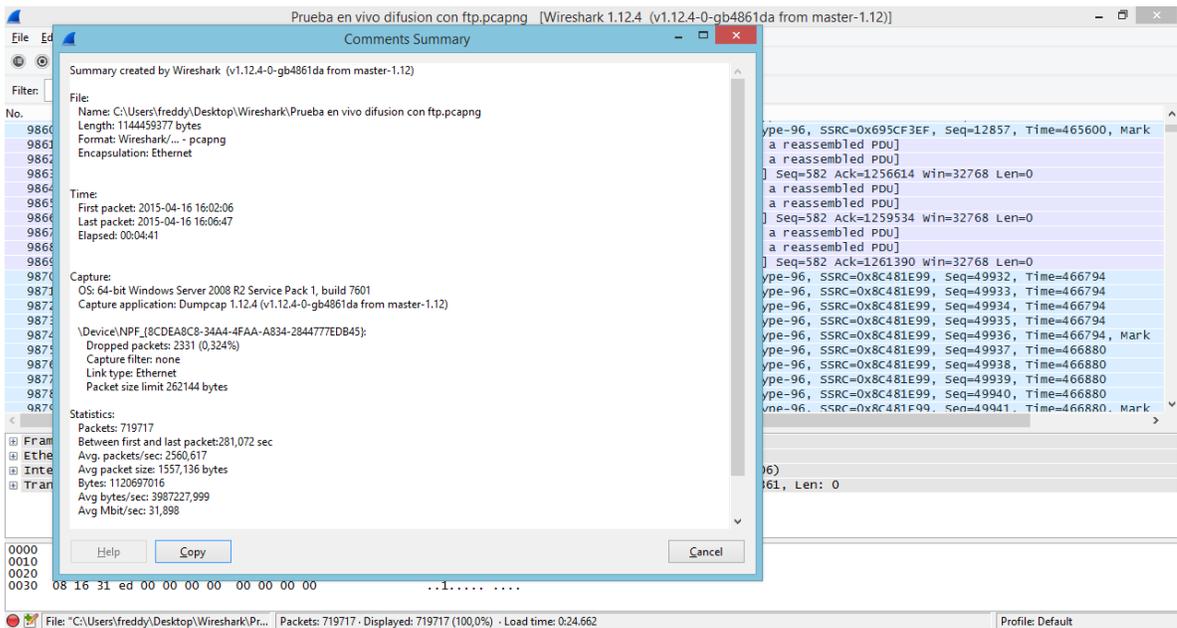


Ilustración 77. Resumen estadístico de paquetes durante la transmisión.

#### 6.4.6 Discusión de resultados en ambientes agresivos

Gracias a las características de los equipos utilizados, tanto como el canal de internet disponible en este ambiente, se obtuvieron los resultados que se esperaban desde las primeras pruebas. Las transmisiones tanto en vivo como por demanda se dieron con total éxito y esto se ha respaldado con el análisis que se le ha aplicado a la red durante esa emisión. En ocasiones, se alteró el tráfico de la red, solicitando desde algún cliente servicios FTP, para analizar el comportamiento de la transmisión en estas circunstancias tan adversas para este tipo de servicios como lo es el streaming. El resultado de esta alteración era algo que estaba previsto por nuestro equipo de trabajo, por lo que no fue ninguna sorpresa que la transmisión haya perdido calidad durante la solicitud de FTP. De hecho, este suceso es nuestro punto de partida para dar a conocer la importancia de configurar calidad de servicios (QoS) en nuestra red para priorizar la transmisión de este tipo de contenidos en nuestra red.

La fiabilidad de los resultados de estas pruebas se soporta con las investigaciones encontradas en las tesis de otras personas, tal y como lo es la tesis de Mendoza Gutiérrez (MENDOZA, 2010) sobre IPTV, que aunque tienen enfoques diferentes presentan un factor común en el comportamiento de algunas variables, tal como el flujo de datos de audio y video en formato WMV a través del protocolo RTP que se presenta como prioridad en este tipo de transmisiones.

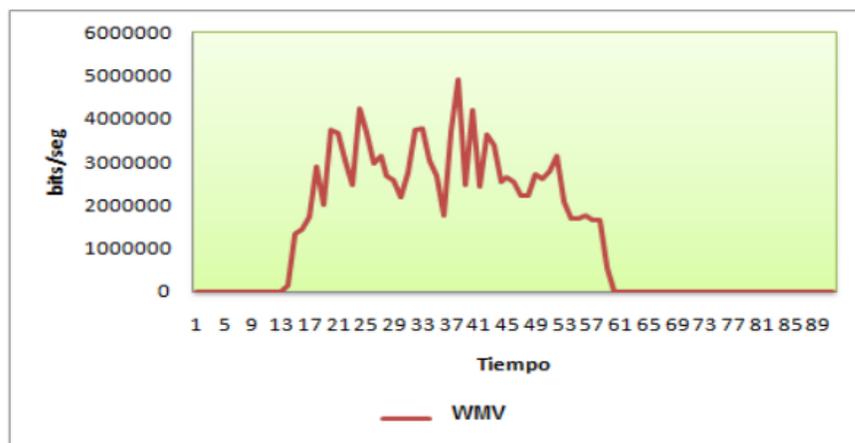


Ilustración 78. Consumo de ancho de banda de una transmisión de video usando el códec WMV.

La ilustración 78 nos muestra el consumo de ancho de banda de una transmisión con códec WMV realizado en la tesis de Mendoza. Al igual que en la tesis referenciada la transmisión de datos a través de este códec generó, para los escenarios de transmisión realizados, un consumo de ancho de banda promedio de aproximadamente 2.55 Mbps alcanzado picos en la transmisión de hasta casi 5 Mbps, al igual como se muestra en la gráfica de ancho de banda del escenario agresivo

(ilustración 66), demostrando así que es un códec que maneja un alto grado de compresión, lo cual implica mayor fluidez a la hora de la trasmisión de paquetes y por ende continuidad en la reproducción del contenido multimedia.

En esta experiencia se tuvo la oportunidad de identificar a nivel de **red de área local**, componentes como nuestro servidor, estaciones de trabajos, Gateway, tarjetas de red y hasta el medio en el que se llevaron a cabo todas las actividades. Así como la topología que en este caso fue estrella. Se manejaron conceptos de protocolos de red, tanto como para el funcionamiento en general de una red como para el funcionamiento de servicios críticos, tales como RTP, RTSP y RTCP, sin dejar atrás nuestro protocolo también estudiado el FTP. A nivel de **video digital comprimido**, esta experiencia, brindó la oportunidad de testiguar el proceso de codificación y/o compresión de archivos multimedia para luego ser transmitidos sobre la red especificada. A nivel de **Ambientes** se trabajó sobre una arquitectura cliente-servidor de 2 niveles, es decir, los clientes solicitaban directamente los servicios al servidor, y este respondía directamente a la solicitud con sus propios recursos. Con este laboratorio se logró cumplir de manera significativa con los objetivos planteados ya que se demostró a través de una serie de procedimientos y pruebas la efectividad y funcionalidad de la implementación de este tipo de sistemas a través de esta metodología diseñada. Además se pudo llevar en gran parte la teoría expuesta a través de todo el documento, a la práctica.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ A través de la recolección de datos, que permitió el diseño del sistema para el estudio de los escenarios y el desarrollo de esta investigación, se obtuvo como resultado una metodología para la implementación de una infraestructura de red que soporte servicios webcast para apoyo docente que optimice el aprendizaje de los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena.
- ✓ La importancia de la investigación, desarrollo de la metodología y aplicación de los conceptos enmarcados está en la implementación de un sistema que ofrece a la institución una herramienta que de forma interactiva es capaz de apoyar y optimizar el proceso de enseñanza/aprendizaje de nuestra comunidad educativa.
- ✓ Investigaciones sobre la implementación de tecnologías afines como IPTV, VoIP, etc. Facilitaron la Interpretación de resultados a través de comparaciones entre las literaturas previa y actual.
- ✓ El servidor de streaming adquirido a lo largo de la serie de pruebas se presentó como una limitante tecnológica en cuanto a calidad de la transmisión, ya que a pesar de contar con los requerimientos mínimos expuestos en el documento, no contaba con la tecnología optima a nivel de hardware por no ser un servidor dedicado de streaming.
- ✓ Después de comprimir información de video en flujos de datos con tasas de bits relativamente pequeños y con excelente calidad visual y auditiva, se puede afirmar que no hay barrera para la comunicación por medios audiovisuales en redes corporativas e incluso internet.
- ✓ El ancho de banda utilizado en la transmisión de un video depende directamente de su resolución y la velocidad de los datagramas. Además que la variación de la tasa de bits de un archivo de video está relacionada con su contenido y las escenas de este.
- ✓ Es recomendable utilizar códec de alta tasa compresión cuando se realice la transmisión de archivos de video simultáneamente a múltiples clientes. Hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea la tasa de compresión mayor será el deterioro de la imagen transmitida.
- ✓ La planificación de colas, la limitación y el recorte de tráfico son métodos utilizados en la tecnología streaming para proveer calidad de servicio debido a que permiten realizar la distribución de recursos de manera equitativa evitando de esta forma la congestión en la red.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda solicitar datos más específicos sobre el estado actual de la infraestructura de red, esto con el fin de facilitar la determinación de los requerimientos a nivel de hardware, software y red.
- ✓ Se recomienda el uso de la infraestructura basada en ambiente administrador-servidor-cliente ya que permite mayor control sobre la transmisión.
- ✓ Se recomienda el uso de políticas de QoS a nivel de red y firewall para no limitar la calidad del servicio y garantizar una transmisión óptima.
- ✓ La universidad debe realizar todos los esfuerzos técnicos, jurídicos, legales y administrativos para que este proyecto continúe en desarrollo y pueda generar una plataforma robusta para todos los programas a distancia, no solo el de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ Se recomienda el uso de códec WMV y la herramienta de streaming WMS para Windows Server ya que son herramientas muy útiles y fáciles de entender para este tema.
- ✓ Al momento de implementar esta metodología, se recomienda un segundo estudio de tráfico a nivel WAN haciendo uso del canal de Internet de la Universidad debido a las limitaciones que se presentaron a nivel administrativo a la hora de configurar los dispositivos de networking para dichos escenarios.
- ✓ Se recomienda localizar el equipo servidor de sistema en una locación aislada de tráfico de personal y donde se puede restringir su uso al administrador y en lo posible que la conectividad a internet sea por un canal de internet simétrico.
- ✓ Para que los equipos reproductores puedan conectarse al servidor del sistema, debe excluirse de la tabla del firewall el equipo con la dirección IP del servidor y/o la exclusión de protocolo HTTP, RTP, etc.
- ✓ Implementar un sistema de nombre de dominio al interior de la red traería mucho más beneficios porque todas las app de red pueden desarrollarse para resolver nombres de computadoras y no direcciones IP. Se recomienda la asignación de un IP pública al servidor, así se ofrece el servicio a la comunidad del Programa Ingeniería de Sistemas a Distancia.
- ✓ Se recomienda, para la implementación del sistema, un nuevo cálculo de ancho de banda ya que la población estudiada podría ir en constante incremento. Con esto se garantiza la buena calidad del servicio.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, Edwin., Parra, Dina y Winkler, Walter. Publicación de materiales audiovisuales a través de un servidor de video-streaming. *REVISTA Q, REVISTA ELECTRÓNICA DE DIVULGACIÓN ACADÉMICA Y CIENTÍFICA DE LAS INVESTIGACIONES SOBRE LA RELACIÓN ENTRE EDUCACIÓN, COMUNICACIÓN Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA*. [En línea]. Junio 2010. N° 9. Volumen 05. ISSN-e 1909-2814. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3629242>

ATELIN, Philippe y DORDOINE, José. TCP/IP y protocolos de Internet. Editorial ENI, 2007. ISBN: 978-2-7460-35-99-7

CLIENTE-SERVIDOR. [En línea].  
<<http://www.ecured.cu/index.php/Cliente-Servidor>> [Consultado en 30 de enero 2015]

CODECS. Códecs. [En línea] <<http://www.mundodivx.com/codecs/index.php>>  
[Consultado en 16 de Febrero de 2015]

CORTES, German Alexis. [En línea]  
<[http://www.alas-la.org/Descargas\\_Socios/Ttutorial.ed41.pdf](http://www.alas-la.org/Descargas_Socios/Ttutorial.ed41.pdf)> [Consultado en 19 de marzo 2015]

EL MODELO CLIENTE SERVIDOR. [En línea]  
<[http://www.infor.uva.es/~fdiaz/sd/2005\\_06/doc/SD\\_TE02\\_20060305.pdf](http://www.infor.uva.es/~fdiaz/sd/2005_06/doc/SD_TE02_20060305.pdf)>  
[Consultado en 1 de marzo de 2015].

GIL, Jesús. Protocolo de Transporte en Tiempo Real. [En línea].  
<<http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>>. [Consultado el 10 de abril 2015]

HUNT, Graig. TCP/IP Network Administration. 3 ed. Editorial Emily Quill, 2002. ISBN: 0-596-00297

LICERO, Miguel. (2001) Sistema audiovisual en redes de área local en la CUTB [Tesis de carrera]. Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena – Colombia.

MENDOZA, Efrén (2010) Montaje de un laboratorio de televisión sobre IP con análisis de calidad de servicio [Tesis de carrera]. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga - Colombia. [En línea].  
[http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/914/1/digital\\_19595.pdf](http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/914/1/digital_19595.pdf)  
[Citado en 23 de Agosto de 2014].

MPEG4 [En línea]. Wikipedia en Ingles. <<http://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-4>>  
[Consultado en 20 Febrero de 2015]

QoS. Calidad de servicio. [En línea].

<[https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06\\_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf](https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf)>. [Citado en 10 de abril de 2015].

RENATA. Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada. [En línea].

<<http://www.renata.edu.co/>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

RTP Payload format for theora Encoded Video [En línea]. [Fecha de consulta: 6 de abril de 2015]. Disponible en < <http://tools.ietf.org/html/draft-barbaro-avt-rtp-theora-01> >.

RUIZ, Erica., García Armando., Domitsu, Manuel y Hernández, Alejandro. Diseño e Implementación de un sistema de transmisión de video remoto a través del protocolo TCP/IP. *IMPULSO, REVISTA DE ELECTRÓNICA, ELÉCTRICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES* [en línea]. Diciembre de 2005, nº 1, Volumen 1. [Fecha de consulta: 18 Julio 2014]. Disponible en: [http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v1/revista\\_impulso\\_amarillo.pdf](http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v1/revista_impulso_amarillo.pdf)

SAN ANTONIO COLLEGE. WEBCAST. [En línea].

<http://www.sonicfoundry.com/press-release/san-antonio-college-uses-mediasite-webcasting-platform-online-training>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

SANCHEZ, Jessica (2006) Sistema de vigilancia por medio de cámaras de videos utilizando tecnologías de media streaming para los predios de la facultad de ingeniería en sistemas [Tesis de carrera]. Universidad de Ambato. Ecuador. [En línea]. [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/388/3/Tesis\\_t203si.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/388/3/Tesis_t203si.pdf) [Citado en 18 de Julio de 2014].

SENA. Servicio Nacional de Aprendizaje. Plataforma estudiantil. [En línea].

<https://sena.blackboard.com/webapps/login/>>. [Citado en 30 de agosto de 2013].

STREAMING. [En línea].

<[www.upm.es/sfs/Rectorado/Educacion/Videostreaming.pdf](http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Educacion/Videostreaming.pdf)>. [Citado el 20 abril de 2015].

TANENBAUM, Andrés. Redes de Computadoras. 4 ed. Editorial Pearson Education, 2003. ISBN: 970-26-0162-2

TCP y el modelo OSI Fuente [En línea]. <<http://meryg.files.wordpress.com>> [Citado en 12 de Febrero de 2015]

UDEA. Compresión de Video [En línea].

<<http://ingenieria.udea.edu.co/~marthac/multimedia/codecvideo.html>> [Citado en 16 de Febrero de 2015]

UNAB. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Plataforma estudiantil. [En línea]. <<http://www.unavirtual.edu.co/>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Plataforma estudiantil. [En línea]. <<http://campus.unadvirtual.org/campus/>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNAL. Universidad Nacional. Plataforma estudiantil. [En línea]. <<http://www.virtual.unal.edu.co/unvPortal/index.do>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. Portal web. [En línea]. <[http://www.econ.uba.ar/www/departamentos/sistemas/plan97/tecn\\_informac/briano/seoane/tp/yquiro/redes.htm](http://www.econ.uba.ar/www/departamentos/sistemas/plan97/tecn_informac/briano/seoane/tp/yquiro/redes.htm)>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. Centro de informática. [En línea]. <<http://ci.ucr.ac.cr/node/252>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNIVERSIDAD DE GRANADA. CEVUG. SWAD. [En línea]. <<http://swad.ugr.es/>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Plataforma estudiantil. [En línea]. <<https://sicuaplus.uniandes.edu.co/webapps/login/>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

UNIVERSIDAD LA SALLE CANCUN. WEBCAST. [En línea]. <<http://educaciondistancia.lasallecancun.edu.mx/webcast.html>>. [Citado en 30 de Agosto de 2013].

WMV. Windows Media Video. [En línea]. <[http://en.wikipedia.org/wiki/Windows\\_Media\\_Video](http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Media_Video)> [25 de marzo de 2015]

# ANEXOS

## Anexo A. Creación de contenido multimedia webcast con Microsoft Producer.

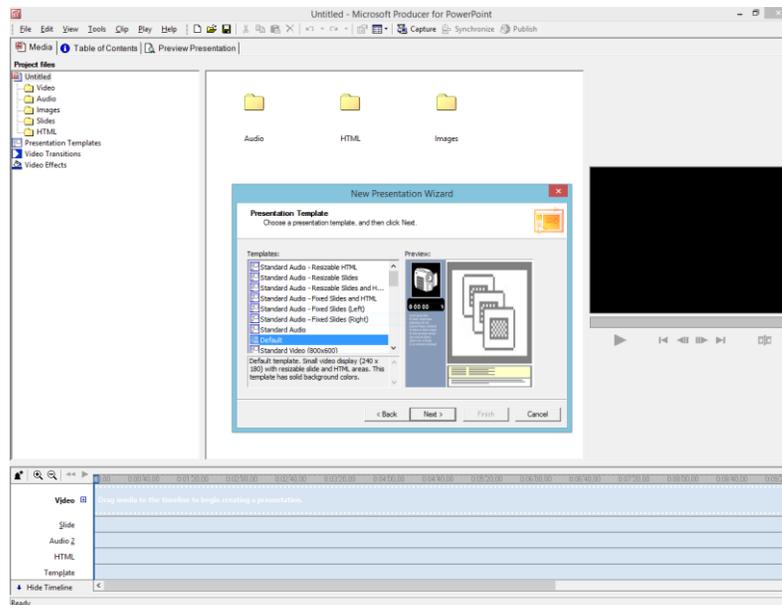
En la actualidad existen distintas aplicaciones para la creación de webcast. Esta guía metodológica, recomienda el uso de **Microsoft Producer for power point**.

Microsoft Producer es un gran complemento para PowerPoint 2002, 2003, 2007 y 2010 que te permitirá generar espectaculares presentaciones multimedia combinando fácilmente todo tipo de elementos.

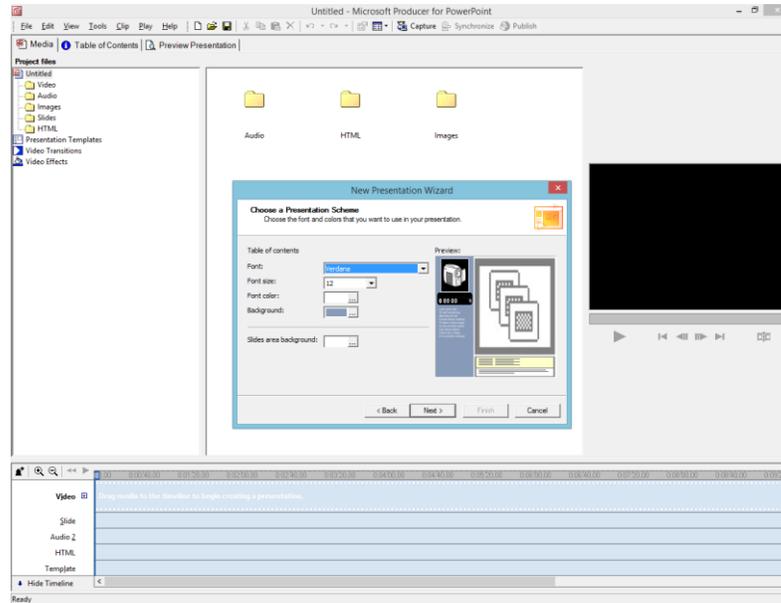
Captura, sincroniza y publica diapositivas, imágenes, audio y vídeo en una presentación que puede visualizarse con un simple navegador Web a través de Internet, perfecta para reuniones profesionales, cursos de entrenamiento, campañas de marketing, anuncios oficiales de la empresa, etc.

En esta sección se enseñará a crear a través del asistente de Microsoft Producer, un webcast. Una vez creada la presentación, ésta se puede publicar en un servidor de Internet o en red local, y visualizarla en tu propio PC conectando a través de un navegador Web.

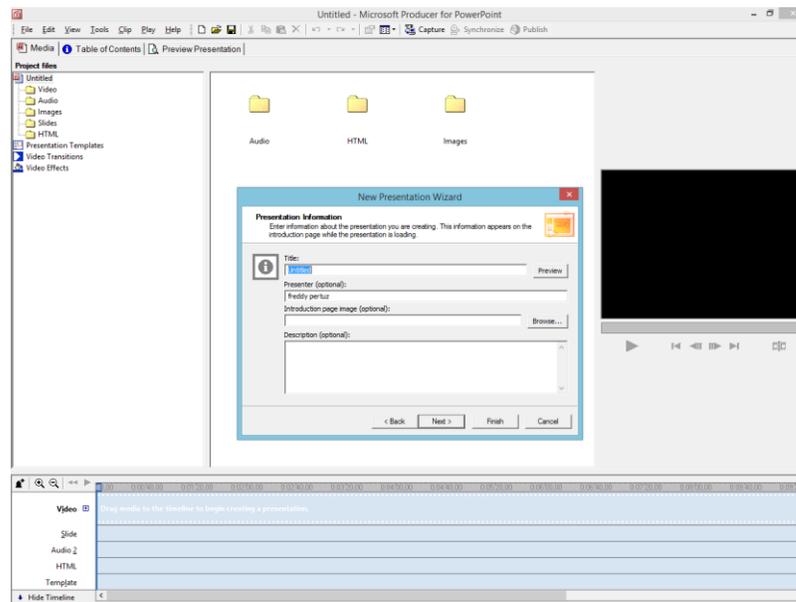
- Se ejecuta el asistente en file – new presentation wizard y se especifica la plantilla que se usará para la presentación.



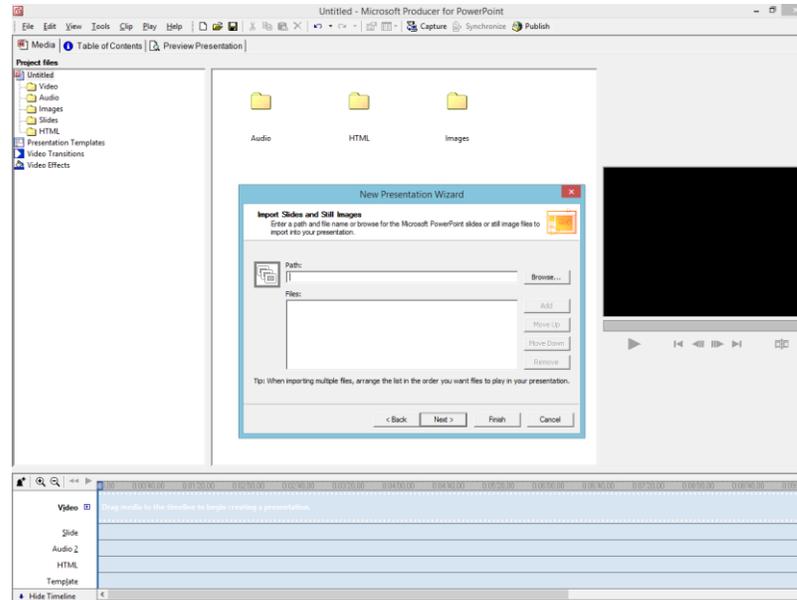
- Se define el esquema de la presentación



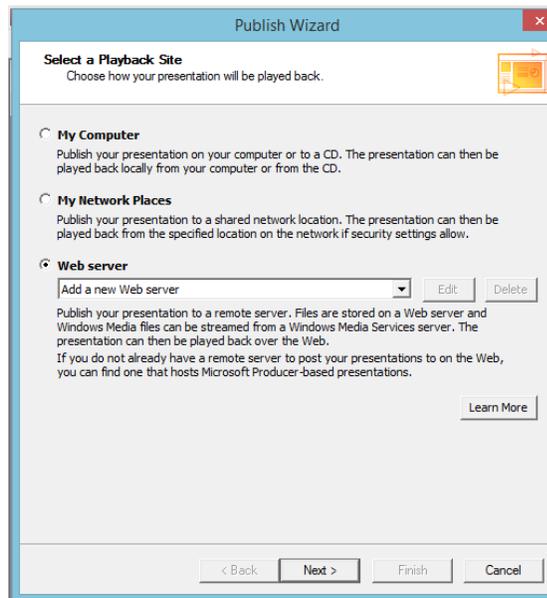
- Se introduce información acerca de la presentación que se creará. Esta información aparece en la introducción de la página mientras carga el contenido multimedia



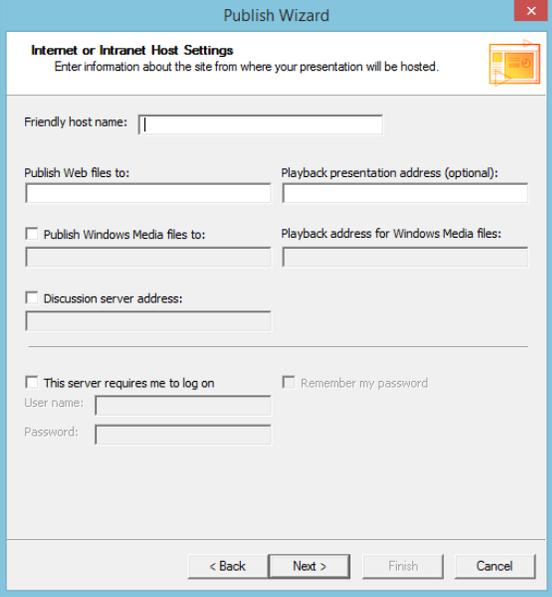
- Se importan presentaciones de PowerPoint y todos los componentes multimedia necesarios para crear la presentación y se finaliza el asistente.



- Para publicar la presentación, se hace click a la opción publish y se selecciona la opción web server



- Se introduce la información acerca del sitio donde se alojara nuestro contenido y se finaliza el wizard.



The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Publish Wizard". The main heading is "Internet or Intranet Host Settings" with a subtitle "Enter information about the site from where your presentation will be hosted." The dialog contains several input fields and checkboxes:

- "Friendly host name:" followed by a text input field.
- "Publish Web files to:" followed by a text input field.
- "Playback presentation address (optional):" followed by a text input field.
- A checkbox labeled "Publish Windows Media files to:" followed by a text input field.
- "Playback address for Windows Media files:" followed by a text input field.
- A checkbox labeled "Discussion server address:" followed by a text input field.
- A checkbox labeled "This server requires me to log on" followed by a text input field for "User name:" and another for "Password:".
- A checkbox labeled "Remember my password" next to the "This server requires me to log on" checkbox.

At the bottom of the dialog, there are four buttons: "< Back", "Next >", "Finish", and "Cancel".

- Ahora se puede disfrutar de una clase o cualquier tipo de contenido multimedia en la red a través de un explorador.

## Anexo B. Información solicitada al coordinador de la división del Programa Ingeniería de Sistemas a Distancia.

INGENIERIA DE SISTEMAS - CARMEN DE BOLIVAR **183**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - CARTAGENA **253**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - CERES BOSQUE **15**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - CERES OLAYA **22**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - CERETÉ **172**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - COVEÑA **43**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - LORICA **201**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - MAGANGUE **145**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - MOMPOX **114**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - SAN ESTANISLAO **5**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - SAN JUAN NEPOMUCENO **101**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - SAN MARCOS **38**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - SAN PELAYO **13**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - SINCE **2**  
INGENIERIA DE SISTEMAS - TURBACO **16**

**TOTAL 1323**

--

Amaury Cabarcas Alvarez  
Docente Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería de Sistemas

## Anexo C. Información solicitada al jefe de la División de Sistemas de la Universidad de Cartagena

 1827 ¡Siempre a la altura de los tiempos!	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b> CUESTIONARIO BÁSICO DE REQUERIMIENTOS SOBRE COMO ESTA ESTRUCTURADA LA TOPOLOGÍA DE RED DE DATOS E INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA ANÁLOGA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
<b>PROYECTO</b>	DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED VOIP PARA LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA UTILIZANDO AL METODOLOGÍA TOP-DOWN
<b>INTEGRANTES:</b>	EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO - FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO
<b>DIRECTOR :</b>	ING. CARLOS CUESTAS YEPES
<b>1</b>	¿Qué topología de red se usa en cada una de las sedes de la Universidad en Cartagena?
<b>Respuesta:</b>	Estrella
<b>2</b>	¿Qué topología de red se usa para conectar las 5 sedes?
<b>Respuesta:</b>	Estrella
<b>3</b>	¿Cuántos y cuáles son los equipos que componen la red de datos de la Universidad de Cartagena?
<b>Respuesta:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- CORE CISCO CATALYST 3560 G ✓</li><li>- Fortigate 1000C (firewall, web filtering, antivirus)</li><li>- servidores Dell, HP y SUN</li><li>- switches (Arendet y Dell) ✓</li><li>- Transceivers de Fibra</li><li>- CCTV (NVR y cámaras IP)</li><li>- wifi Hotspots (routers Linksys) ✓</li></ul>



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CUESTIONARIO BÁSICO DE REQUERIMIENTOS SOBRE COMO ESTA ESTRUCTURADA LA TOPOLOGÍA DE RED DE DATOS E INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA ANÁLOGA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

4 ¿De qué fabricante son estos equipos?

Respuesta:

Vea punto 3

5 ¿Los equipos activos de la universidad de Cartagena están en la capacidad de soportar telefonía IP?

Respuesta:

No. Tocaría adquirirlos.

6 ¿Cuál es el operador que provee de internet a la Universidad de Cartagena?

Respuesta:

-ETB para internet corporativo  
-telefónica para RENATA

7 ¿Cuál es el ancho de banda?

Respuesta:

100 mbps (subida y bajada, internet dedicado de ETB)



1827  
¡Siempre a la altura  
de los tiempos!

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CUESTIONARIO BÁSICO DE REQUERIMIENTOS SOBRE COMO ESTA ESTRUCTURADA LA  
TOPOLOGÍA DE RED DE DATOS E INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA ANÁLOGA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

8 ¿Usa un canal dedicado?

Respuesta:

Si

9 ¿Actualmente hay una forma de monitorear la red de datos de la universidad de Cartagena?

SI



NO



Si la respuesta es SI:

9.1 ¿Qué parámetros mide de la red?

- consumo de bandwidth por IP origen y por destino
- apps que más consumen
- IPs externas que generan ataques

10 ¿Los equipos de la red de datos están configurados con QoS?

Respuesta:

No



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CUESTIONARIO BÁSICO DE REQUERIMIENTOS SOBRE COMO ESTA ESTRUCTURADA LA TOPOLOGÍA DE RED DE DATOS E INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA ANÁLOGA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

11 ¿Cómo está estructurada la telefonía análoga que actualmente se encuentra en la Universidad?

Respuesta:

[Empty response box for question 11]

12 ¿Se les realiza algún tipo de mantenimiento a los equipos de telefonía análoga?

Respuesta:

[Empty response box for question 12]

13 ¿Cuántos E1 o líneas telefónicas existen en la UDC?

Respuesta:

[Empty response box for question 13]

DATOS DE LA ENTREVISTA

NOMBRE DEL ENTREVISTO	JAVIER PINEDO
FECHA DE LA ENTREVISTA	18 DE NOVIEMBRE 2014

## Anexo D. Carta dirigida al jefe de la División de Sistemas de la Universidad de Cartagena solicitando información sobre el estado actual de la infraestructura de red de la Universidad de Cartagena

Cartagena de Indias, Enero 30 de 2015

Sr Francisco Rojas,  
División de Sistemas - Universidad de Cartagena

Cordial Saludo

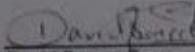
Los estudiantes Edgardo José Díaz Del castillo con código estudiantil 0220920003, Freddy Andrés Pertuz Prieto con código estudiantil 0220910039, Westly Escamilla Hernández con código estudiantil 0220920027 y Kelvin Hernández Cabrera con código estudiantil 0220920011 de manera muy respetuosa solicitan a través de la dirección del programa de ingeniería de sistemas en su modalidad presencial la siguiente información a la división de sistemas de la universidad de Cartagena sede san Agustín con el fin de avanzar en el cumplimiento de los objetivos de las tesis tituladas:

"METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA" y "DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED VOIP PARA LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA UTILIZANDO LA METODOLOGIA TOP-DOWN."

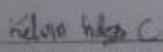
La Información Requerida es la siguiente:

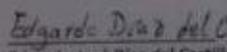
- Topología de red LAN
- Sistemas de interconexión
  - Medios de transmisión
  - Tecnología capa 2
  - Ancho de bandas canales
  - Proveedores (ISP o carriers)
- Cantidad de servers
  - Clases (aplicación, base de datos, stream, etc.)
  - Hardware (capacidad, memoria, procesador, etc.)
- Dispositivos de networking
  - Switches
  - Routers
  - Configuraciones
- Esquema de seguridad
  - Firewall (hardware o software)
  - IPS o IDS
  - ACL
  - Políticas de seguridad
  - Estrategias de gestión de la red
- Bases de datos
  - Motores actuales
  - Capacidad actual
- Caracterización de la red LAN
- Caracterización del tráfico de red.
- Infraestructura de la telefonía analógica
  - Centrales telefónicas
  - Líneas telefónicas
  - Departamentos que usen el servicio de telefonía
  - Proveedor de las líneas telefónicas.

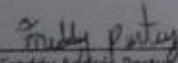
Es conocimiento de todos que este tipo de información es confidencial para la institución, por lo que como titulares de la tesis nos comprometemos y nos disponemos de firmar cualquier documento de confidencialidad para la integridad de esta.

  
David Franco Borre  
Director Programa Ing. De Sistemas

  
DIRECTOR

  
Kelvin José Hernández Cabrera  
0220920011

  
Edgardo José Díaz del Castillo  
0220920003

  
Freddy Andrés Pertuz Prieto  
0220910039

  
Westly David Escamilla Hernández  
0220920027



## Anexo E. Encuestas de satisfacción sobre el uso del servicio de transmisión webcast realizada a estudiantes de la Universidad de Cartagena.

### Encuesta 1

 <p>1827 ¡Siempre a la altura de los tiempos!</p>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>				
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>				
<b>PROYECTO</b>	<b>METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>				
<b>INTEGRANTES:</b>	<b>EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO – FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO</b>				
<b>DIRECTOR :</b>	<b>ING. CARLOS CUESTA YEPES</b>				
<b>1</b>	<b>¿El material de apoyo (webcast) es comprensible, fácil de leer y comprender?</b>				
Respuesta:					
SI	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	<input type="checkbox"/>	
<b>2</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de imagen del video?</b>				
Respuesta:					
<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente				
<input type="checkbox"/>	Buena				
<input type="checkbox"/>	Regular				
<input type="checkbox"/>	Mala				
<input type="checkbox"/>	Deficiente				
<b>3</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de audio del video?</b>				
Respuesta:					
<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente				
<input type="checkbox"/>	Buena				
<input type="checkbox"/>	Regular				
<input type="checkbox"/>	Mala				
<input type="checkbox"/>	Deficiente				
<b>4</b>	<b>¿Ha participado en otras tutorías bajo esta metodología (Webcast)?</b>				
Respuesta:					
SI	<input type="checkbox"/>		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	



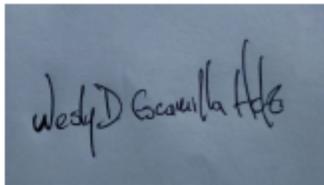
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST

5	Satisfacción con la experiencia a nivel general	
Respuesta:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente	
<input type="checkbox"/>	Buena	
<input type="checkbox"/>	Regular	
<input type="checkbox"/>	Mala	
<input type="checkbox"/>	Deficiente	

6	¿Qué tan útil considera usted que es el uso de esta herramienta para transmisión de clases a estudiantes a distancia?	
Respuesta:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muy útil	
<input type="checkbox"/>	Útil pero no trascendente	
<input type="checkbox"/>	Necesario para debe mejorar algunos aspectos	
<input type="checkbox"/>	No es útil ni necesaria	

7	¿Qué aspecto recomienda usted que debe mejorar?	
Respuesta:		

DATOS DE LA ENTREVISTA		
NOMBRE DEL ENTREVISTADO	Wesly David Escamilla Hernández	FIRMA 
FECHA DE LA ENTREVISTA	25 de mayo 2015	

## Encuesta 2

 1827 <i>¡Siempre a la altura de los tiempos!</i>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>PROYECTO</b>	<b>METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
<b>INTEGRANTES:</b>	<b>EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO – FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO</b>
<b>DIRECTOR :</b>	<b>ING. CARLOS CUESTA YEPES</b>

<b>1</b>	<b>¿El material de apoyo (webcast) es comprensible, fácil de leer y comprender?</b>				
Respuesta:					
SI	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	<input type="checkbox"/>	

<b>2</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de imagen del video?</b>				
Respuesta:					
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena			
	<input type="checkbox"/>	Regular			
	<input type="checkbox"/>	Mala			
	<input type="checkbox"/>	Deficiente			

<b>3</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de audio del video?</b>				
Respuesta:					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente			
	<input type="checkbox"/>	Buena			
	<input type="checkbox"/>	Regular			
	<input type="checkbox"/>	Mala			
	<input type="checkbox"/>	Deficiente			

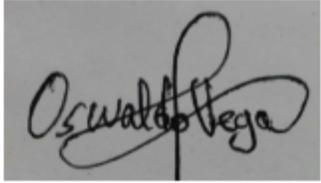
<b>4</b>	<b>¿Ha participado en otras tutorías bajo esta metodología (Webcast)?</b>				
Respuesta:					
SI	<input type="checkbox"/>		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	

 1827 <i>¡Siempre a la altura de los tiempos!</i>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>5</b>	<b>Satisfacción con la experiencia a nivel general</b>
Respuesta:	
	Excelente
<b>X</b>	Buena
	Regular
	Mala
	Deficiente

<b>6</b>	<b>¿Qué tan útil considera usted que es el uso de esta herramienta para transmisión de clases a estudiantes a distancia?</b>
Respuesta:	
<b>X</b>	Muy útil
	Útil pero no trascendente
	Necesario para debe mejorar algunos aspectos
	No es útil ni necesaria

<b>7</b>	<b>¿Qué aspecto recomienda usted que debe mejorar?</b>
Respuesta:	

DATOS DE LA ENTREVISTA		
<b>NOMBRE DEL ENTREVISTADO</b>	Oswaldo Andrés Vega Galarza	<b>FIRMA</b> 
<b>FECHA DE LA ENTREVISTA</b>	25 de mayo 2015	

### Encuesta 3

 1827 <i>¡Siempre a la altura de los tiempos!</i>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>PROYECTO</b>	<b>METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
<b>INTEGRANTES:</b>	<b>EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO – FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO</b>
<b>DIRECTOR :</b>	<b>ING. CARLOS CUESTA YEPES</b>

<b>1</b>	<b>¿El material de apoyo (webcast) es comprensible, fácil de leer y comprender?</b>				
Respuesta:					
SI	<input checked="" type="checkbox"/>		NO		

<b>2</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de imagen del video?</b>				
Respuesta:					
		Excelente			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena			
		Regular			
		Mala			
		Deficiente			

<b>3</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de audio del video?</b>				
Respuesta:					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente			
		Buena			
		Regular			
		Mala			
		Deficiente			

<b>4</b>	<b>¿Ha participado en otras tutorías bajo esta metodología (Webcast)?</b>				
Respuesta:					
SI			NO	<input checked="" type="checkbox"/>	

 1827 <i>¡Siempre a la altura de los tiempos!</i>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>5</b>	<b>Satisfacción con la experiencia a nivel general</b>	
Respuesta:		
	<input type="checkbox"/>	Excelente
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena
	<input type="checkbox"/>	Regular
	<input type="checkbox"/>	Mala
	<input type="checkbox"/>	Deficiente

<b>6</b>	<b>¿Qué tan útil considera usted que es el uso de esta herramienta para transmisión de clases a estudiantes a distancia?</b>	
Respuesta:		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy útil
	<input type="checkbox"/>	Útil pero no trascendente
	<input type="checkbox"/>	Necesario para debe mejorar algunos aspectos
	<input type="checkbox"/>	No es útil ni necesaria

<b>7</b>	<b>¿Qué aspecto recomienda usted que debe mejorar?</b>	
Respuesta:		

DATOS DE LA ENTREVISTA		
<b>NOMBRE DEL ENTREVISTADO</b>	Daniel Alfonso Fuentes López	<b>FIRMA</b> 
<b>FECHA DE LA ENTREVISTA</b>	25 de mayo 2015	

Encuesta 4

 1827 <i>¡Siempre a la altura de los tiempos!</i>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>PROYECTO</b>	<b>METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
<b>INTEGRANTES:</b>	<b>EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO – FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO</b>
<b>DIRECTOR :</b>	<b>ING. CARLOS CUESTA YEPES</b>

<b>1</b>	<b>¿El material de apoyo (webcast) es comprensible, fácil de leer y comprender?</b>				
Respuesta:					
SI	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	<input type="checkbox"/>	

<b>2</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de imagen del video?</b>				
Respuesta:					
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena			
	<input type="checkbox"/>	Regular			
	<input type="checkbox"/>	Mala			
	<input type="checkbox"/>	Deficiente			

<b>3</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de audio del video?</b>				
Respuesta:					
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena			
	<input type="checkbox"/>	Regular			
	<input type="checkbox"/>	Mala			
	<input type="checkbox"/>	Deficiente			

<b>4</b>	<b>¿Ha participado en otras tutorías bajo esta metodología (Webcast)?</b>				
Respuesta:					
SI	<input checked="" type="checkbox"/>		NO	<input type="checkbox"/>	



1827  
¡Siempre a la altura  
de los tiempos!

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST

5 Satisfacción con la experiencia a nivel general

Respuesta:

- |   |            |
|---|------------|
|   | Excelente  |
| X | Buena      |
|   | Regular    |
|   | Mala       |
|   | Deficiente |

6 ¿Qué tan útil considera usted que es el uso de esta herramienta para transmisión de clases a estudiantes a distancia?

Respuesta:

- |   |  |
|---|--|
|   | Muy útil                                     |
|   | Útil pero no trascendente                    |
| X | Necesario para debe mejorar algunos aspectos |
|   | No es útil ni necesaria                      |

7 ¿Qué aspecto recomienda usted que debe mejorar?

Respuesta: El reproductor predeterminado para reproducción de video no es html5 y por ende no es compatible por defecto con todos los navegadores, para Mozilla toca instalar un complemento

DATOS DE LA ENTREVISTA

NOMBRE DEL ENTREVISTADO	Leonard Yepes Rojas	FIRMA
FECHA DE LA ENTREVISTA	26 de mayo 2015	

Encuesta 5

 1827 <i>¡Siempre a la altura de los tiempos!</i>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>PROYECTO</b>	<b>METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR UNA INFRAESTRUCTURA DE RED QUE SOPORTE SERVICIOS WEBCAST PARA APOYO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
<b>INTEGRANTES:</b>	<b>EDGARDO JOSE DIAZ DEL CASTILLO – FREDDY ANDRES PERTUZ PRIETO</b>
<b>DIRECTOR :</b>	<b>ING. CARLOS CUESTA YEPES</b>

<b>1</b>	<b>¿El material de apoyo (webcast) es comprensible, fácil de leer y comprender?</b>				
<b>Respuesta:</b>					
SI	<b>X</b>		NO		

<b>2</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de imagen del video?</b>				
<b>Respuesta:</b>					
		Excelente			
	<b>X</b>	Buena			
		Regular			
		Mala			
		Deficiente			

<b>3</b>	<b>¿Cómo calificaría la calidad de audio del video?</b>				
<b>Respuesta:</b>					
		Excelente			
	<b>X</b>	Buena			
		Regular			
		Mala			
		Deficiente			

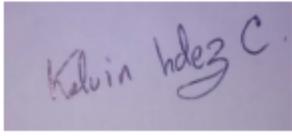
<b>4</b>	<b>¿Ha participado en otras tutorías bajo esta metodología (Webcast)?</b>				
<b>Respuesta:</b>					
SI			NO	<b>X</b>	

 <p>1827 ¡Siempre a la altura de los tiempos!</p>	<b>UNIVERSIDAD DE CARTAGENA</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCION DEL USO DE LA HERRAMIENTA PARA TRASMISION DE DATOS POR WEBCAST</b>

<b>5</b>	<b>Satisfacción con la experiencia a nivel general</b>
Respuesta:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente
<input type="checkbox"/>	Buena
<input type="checkbox"/>	Regular
<input type="checkbox"/>	Mala
<input type="checkbox"/>	Deficiente

<b>6</b>	<b>¿Qué tan útil considera usted que es el uso de esta herramienta para transmisión de clases a estudiantes a distancia?</b>
Respuesta:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Muy útil
<input type="checkbox"/>	Útil pero no trascendente
<input type="checkbox"/>	Necesario para debe mejorar algunos aspectos
<input type="checkbox"/>	No es útil ni necesaria

<b>7</b>	<b>¿Qué aspecto recomienda usted que debe mejorar?</b>

DATOS DE LA ENTREVISTA		
NOMBRE DEL ENTREVISTADO	Kelvin José Hernández Cabrera	FIRMA
		
FECHA DE LA ENTREVISTA	26 de mayo 2015	