

# Análisis y diseño de una red de videollamadas basado en la estructura de red de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Patricia Chavez-Burbano, Diego Faria Dominguez, Jesús Jácome Reyes

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

[pchavez@fiec.espol.edu.ec](mailto:pchavez@fiec.espol.edu.ec); [dfaria@fiec.espol.edu.ec](mailto:dfaria@fiec.espol.edu.ec); [rjacome@fiec.espol.edu.ec](mailto:rjacome@fiec.espol.edu.ec)

## Resumen

*Gran parte de las instituciones educativas utilizan varios servicios de comunicación, como el correo electrónico, entre otros; todas estas herramientas deberían administrarse fácilmente y hacer que la interacción del usuario sea una experiencia agradable en sus respectivos lugares de trabajo. Ahora es posible mejorar la comunicación e interacción del usuario con la adición de servicios multimedia, en este caso, un servicio de videollamadas en una red ya implementada, con el fin de mejorar dichos sistemas actuales de comunicación como la telefonía IP, seleccionando software de libre distribución. Esta investigación propone la adición de un servicio de videollamadas como nuevo programa informático para el personal docente de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, el cual podría traerles beneficios (como reuniones frecuentes) y ayudará a determinar la factibilidad de una implementación. Para ello se implementó una solución piloto en la institución educativa, donde se realizaron pruebas de rendimiento y de saturación.*

**Palabras Claves:** videollamada, diseño de redes, instituciones educativas, mejora de comunicaciones.

## Abstract

*Educational organizations use communication services such as e-mail among others, all of these tools should be easily managed and should make the user's interaction a nicer experience. Now it's possible to improve the user's communication and their interaction by adding multimedia services (such as videocalling) to an existing network in order to enhance the communication system like IP telephony. Based on that, this research proposes the addition of a videocalling service, using open-source software as new computer programs for faculty staff at FIEC's network ("Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación") that could bring them some benefits like frequent meetings and also analyze the feasibility of the proposal with a pilot solution that was hardened with performance and stress tests.*

**Keywords:** videocalling, network design, educational organizations, improve communication systems.

## 1. Introducción

Existen algunas organizaciones educativas que han implementado las videollamadas y/o videoconferencia para diversos ámbitos. Estas instituciones generalmente utilizan la videoconferencia para eventos y reuniones exclusivas, la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) es un claro ejemplo de esto. Esta institución actualmente brinda el servicio de videoconferencia a través de un equipo o software, los cuales pueden ser usados por los miembros de la facultad en seminarios, conferencias y comunicaciones con otras instituciones. Este servicio actualmente solo puede ser accedido desde las inmediaciones del Bloque Principal 15-A de la facultad, es decir no puede ser utilizado por los usuarios desde otros

edificios, por ende se encuentra limitado por ubicación y un horario determinado. Existen otras organizaciones educativas que han propuesto la integración del servicio de videollamadas a los actuales servicios de red, el cual pueda estar presente de forma concurrente y no esté sujeto a lugares exclusivos. La Universidad de Madrid, ha realizado un similar análisis, donde se propone la implementación de un servicio de videoconferencia para todos los usuarios de dicha institución [1]. Por consiguiente, en base a las limitaciones existentes (disponibilidad y lugar), este proyecto propone la adición de un servicio de videollamadas con la opción de videoconferencia para la FIEC, utilizando aplicativos de libre distribución y la cual tenga como enfoque a los usuarios administrativos de la facultad, es decir se establezca en un futuro como un servicio integral

como lo es el correo electrónico, a fin de traer consigo algunos beneficios de aplicación.

## 2. Servicios de comunicación

Conocer y entender cómo funciona cualquier tipo de comunicación es importante para así determinar diferencias, ventajas o desventajas.

### 2.1. Telefonía convencional y Telefonía IP

Comenzando con la “telefonía convencional” o red telefónica pública conmutada (PSTN) es la que interconecta teléfonos ubicados en las diferentes casas y negocios, donde la transmisión es análoga, es decir ondas de radios que viajan a través de un cable de cobre. Por otro lado la telefonía IP además de lo que ofrece la telefonía convencional puede incluir, envío de fax y mensajes de voz; las llamadas son enrutadas a través de la nube IP como Internet en vez de la PSTN.

### 2.2. Videollamada y Videoconferencia

La videollamada es un servicio de aplicación de audio y video manejada por un servidor central como por ejemplo Asterisk. En donde una llamada de este tipo, intervienen solo dos nodos que al realizar la llamada se comporta de igual forma que en la telefonía IP; Los usuarios deben poseer un videoteléfono o un softphone para poder enviar y recibir sus llamadas.

La videoconferencia que es de acuerdo con la página web [www.whatis.com](http://www.whatis.com) “Una conexión entre varias personas ubicadas en diferentes locaciones, que tienen el propósito de comunicarse, incluyendo la transmisión de audio y video” [2].

## 3. Elementos dentro de una videollamada

Dentro del diseño de una solución los elementos físicos y lógicos son parte indiscutible de un sistema de videollamadas. Entre los elementos físicos podemos mencionar al hardware de los servidores de videollamadas, los cuales son similares a los de telefonía IP, con la diferencia que exigen otros tipos de requerimientos.

Desde este servidor (usando el software para PBX) se crean las cuentas de los usuarios de una organización, lo que centraliza la administración y mejora el control de los mismos, por lo que si no existiera un servidor de por medio, un dispositivo final no sabría a donde realizar su respectiva autenticación y por ende no podría acceder al respectivo servicio ya que a través de él se gestionan todas las llamadas y el servicio depende de su continuidad y estado. Del lado del cliente puede ser utilizado un videoteléfono, que es un dispositivo que permite enviar o recibir audio y video de manera concurrente y bidireccional. Dicho

dispositivo incluye además de los componentes básicos de un teléfono (altavoz o botones de marcado) una cámara, una pequeña pantalla y un puerto Ethernet que le provee la capacidad de funcionar en una red LAN al igual que un teléfono IP [3].

Adicionalmente en un usuario final puede utilizar un softphone que emula, virtualiza un teléfono sobre una computadora de escritorio, laptop o cualquier dispositivo que soporte dicha aplicación. El mismo puede ser utilizado como un dispositivo en la red ya que es capaz de soportar los diferentes protocolos de voz sobre IP (VoIP) [4-5].

Pero con la implementación de un softphone es necesario tener en cuenta algunas consideraciones como plataforma del sistema operativo entre otras, dichas consideraciones básicas pueden ser visualizadas dentro de la Tabla 1.

**Tabla 1.** Consideraciones del softphone

Consideraciones	
<b>La plataforma</b>	Tal como Windows, Linux o Mac.
<b>Procesamiento del sonido</b>	Sonido dúplex, softphone no funcionaría bien con una tarjeta de sonido semi-dúplex
<b>Protocolo</b>	Cual protocolo soporta cada softphone (H323 o SIP entre otros)
<b>Audífonos, Micrófonos y Cámara Web</b>	La calidad del sonido y del video depende de los accesorios y del hardware de la computadora personal o laptop.

## 4. Infraestructura de red de la institución

El análisis de infraestructura de red es importante porque nos ayuda a identificar las limitantes existentes dentro de la organización para luego proponer mejoras y soluciones, además nos permite analizar de forma detallada los componentes físicos y lógicos existentes dentro de la red de la FIEC. En base a este estudio se trató de mejorar la interacción y experiencia del usuario mediante la adición del servicio de videollamada.

#### 4.1. Distribución y comunicación en edificios

La distribución y comunicación de los IDF (distribución intermedia) hacia los diferentes edificios mediante los MDF (distribución principal) dentro de la facultad, dicha distribución y comunicación entre los diferentes edificios de la FIEC puede ser visualizada en la Figura 1.

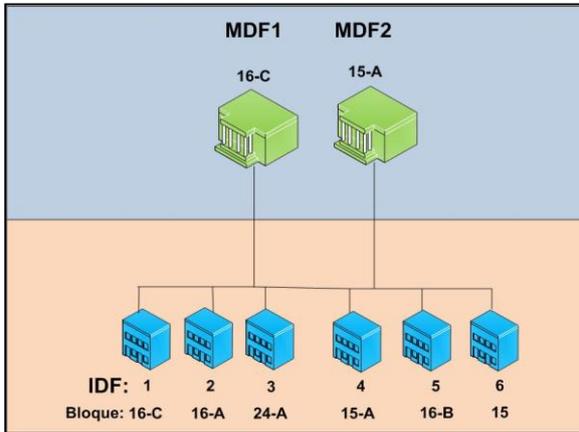


Figura 1. Comunicación y distribución de edificios de la FIEC.

#### 4.2. Usuarios en la facultad

En toda la facultad existen aproximadamente 4500 usuarios entre estudiantes, personal administrativo y docentes, tal como lo describe la Tabla 2.

Según datos obtenidos de la administración, la red podría soportar hasta 10.000 usuarios los cuales poseen perfiles diferentes que son definidos por la administración.

Tabla 2. Usuarios en la facultad

USUARIOS	CANTIDAD
Estudiantes	4340
Docentes	120
Personal Administrativo	40
<b>TOTAL</b>	<b>4500</b>

La solución descrita posteriormente solo es dirigida al personal docente y administrativo que según el análisis previo son 160 usuarios en toda la facultad, de los cuales solo 108 actualmente poseen un computador con Windows 7 como sistema operativo por defecto.

#### 4.3. Cableado de red local

El cableado de FIEC en su mayor parte es asimétrico según se puede comprobar dentro de la Tabla 3, la cual contiene información acerca del tipo de cableado existente en la facultad y sus tasas de transferencias.

Tabla 3. Cableado en la red de la FIEC.

	Cableado	Categoría	Capacidad
Núcleo	Fibra Mono Modo	No Aplica	Decenas de Gbps
Edificios y Laboratorios	UTP	5-E	10/100 Mbps
Edificio 15-A	UTP	6A	10/100/1000 Mbps

#### 4.4. Servidores en la institución

Existen un total de catorce servidores en la FIEC, pero por políticas de seguridad solo se pueden conocer ciertos detalles de los mismos. Por esa razón, para objeto de este estudio, sólo se consideraron cuatro servidores para el desarrollo de este estudio.

Desde estos cuatro servidores ubicados en la facultad se maneja todo el tráfico referente a aplicaciones, pagina web, base de datos y de archivos., tal como lo muestra la Figura 2, la cual muestra la interacción de dichos servidores dentro de la red local de la facultad.

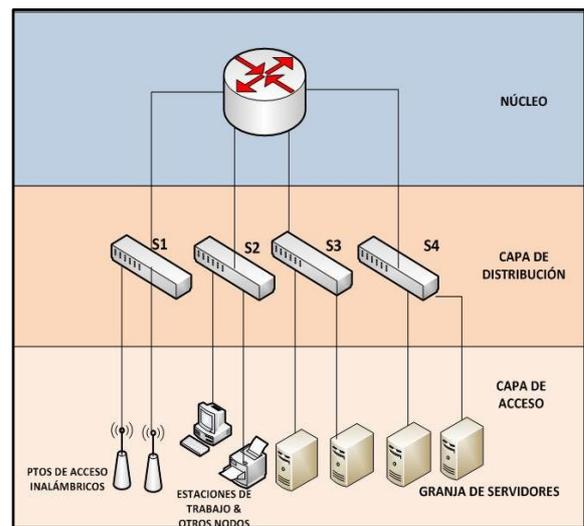


Figura 2. Servidores en la red local

#### 4.5. Servicios de red en la institución

El departamento de soporte técnico de FIEC (DST-FIEC) está encargado de administrar diversos servicios internos, es decir que son solo dirigidos hacia los usuarios de la facultad tales como personal docente, administrativos y estudiantes. Estos servicios son comúnmente utilizados por dichos usuarios en sus actividades diarias.

Entre estos servicios podemos mencionar al correo de la institución, el cual puede ser accedido por solo usuarios de FIEC a través de su cuenta sincronizada con los servidores de correo de Google Inc. En cuanto al servicio de videollamadas/videoconferencia, dentro de la institución, este se maneja para determinados eventos, dado que depende de un lugar físico y no es actualmente un servicio recurrente que pueda ser usado por el personal docente y administrativo como una herramienta de trabajo, tal como se propone en esta investigación.

La forma de videollamada actual puede realizarse en diferentes lugares del bloque 15-A tales como la sala de reuniones, salón de eventos, auditorio y aulas de clases pero antes de poder acceder a este servicio se debe realizar una solicitud de préstamo de dichos equipos.

#### 5. Diseño del sistema

Basado en la investigación y análisis de red realizado en secciones anteriores, la presente describe la propuesta recomendada del servicio de videollamadas para la red de FIEC, con la opción adicional de videoconferencia, analizando que componentes de la red deben ser sustituidos y/o actualizados gradualmente, que equipos pueden mantenerse y que nuevos componentes deben añadirse a la red en la FIEC.

##### 5.1. Equipos nuevos

Dentro de los servidores existentes en la facultad se encuentran alojados los diferentes servicios brindados hacia los usuarios, por lo que una futura implementación de un servidor de video en los mismos pueden interferir con los existentes, por lo que se recomienda la selección de un nuevo servidor, en base a los requerimientos solicitados como escalabilidad del hardware y costos de adquisición, para finalmente seleccionar el dispositivo donde se despliega el servidor de videollamadas, hardware que se detalla en la Tabla 3.

##### 5.2. Cambios en la infraestructura

Dentro de la red de la FIEC existen algunos elementos que tienen que ser modificados. El análisis nos ayudó a determinar las capacidades y

características del cableado, equipos, etc. Después de estudiar la red y diseñar la solución, se determinó que uno de los elementos que se deben modificar para garantizar un buen desempeño del nuevo servicio de video y continuidad de los existentes es el cableado LAN.

**Tabla 3.** Hardware de servidor de videollamadas

Servidor	Características
Servidor HP ProLiant DL120 G7	Procesador : Intel® Xeon® E3-1220: 1 con 4 núcleos Tarjeta de red de 1000Mbps Disco duro: 2(250GB) Memoria RAM Estándar: 4 GB

Tal como se mencionó ,los edificios principales donde se encuentran localizadas la mayor parte de las oficinas del personal docente y administrativo, son los bloques 15-A, 24-A, Y 16-C y en estos dos últimos bloques se tiene implementado cableado de cobre UTP categoría 5E que posee una capacidad de transferencia de hasta 100Mbps al igual que algunos conmutadores. A diferencia de las estaciones de trabajo que poseen tarjetas de red que soportan capacidades de hasta 1000Mbps, por lo que se recomienda que se migre el cableado hacia uno de mayor capacidad, tal como cableado UTP de cobre categoría 6A y se adquieran nuevos conmutadores, que puedan transmitir a tasas de transferencia de hasta 1000Mbps.

##### 5.2. Solución de videollamadas

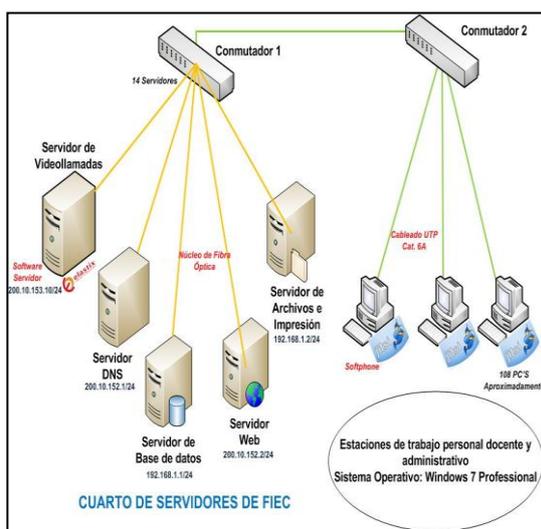
Tal como muestra la Figura 3, el servidor de videollamadas es el ente principal del servicio, el cual administra todos los usuarios mediante las configuraciones hechas en Elastix(software de libre distribución para PBX) por el administrador, en él se encuentran creadas las cuentas del personal docente y administrativo, los cuales tienen asociado un número de extensión y contraseña..

Los usuarios pueden acceder a sus cuentas a través de un softphone de libre distribución, en este caso se recomendó la utilización de Jitsi, el cual puede ser usado en las computadoras del personal donde se tiene instalada una distribución de Windows, pero con la posibilidad de que Jitsi se pueda instalarse en ambientes Ubuntu & Mac según sea el caso.

Todo el tráfico de este servicio llega al servidor de video llamadas a través del cableado de fibra óptica que ya posee la facultad en su cuarto de servidores y viaja desde las estaciones de trabajo a través del cableado UTP de cobre categoría 6A y los

conmutadores seleccionados con capacidades de transferencia de hasta 1000Mbps, el cual se recomienda tenga incorporado el soporte de POE, si se llega a implementar teléfonos IP o videoteléfonos.

Además los usuarios pueden realizar videollamadas concurrentes “ilimitadas” sin estar regidos por una licencia o membrecía, aunque dichas llamadas realmente dependan del hardware de su estación de trabajo.



**Figura 3.** Solución de videollamadas en la FIEC

## 6. Costos en implementación

Para poder acceder a este servicio de video en un futuro, se recomendó realizar ciertas modificaciones en la infraestructura de la FIEC para garantizar el desempeño de los servicios nuevos y existentes. Uno de los cambios sugeridos fue el cableado LAN, ya que como se expresó, necesita ser renovado en ciertas locaciones. Dentro de esta recomendación se deben incluir otros gastos tales como la compra de cajetines de red, funda de conectores RJ45, costos operativos de técnicos entre otros, ya que todos estos elementos tendrían que ser renovados junto al cableado debido a que trabajan conjuntamente. Otro de los cambios sugeridos dentro de la propuesta, es la renovación de los conmutadores existentes, para que posean mayor capacidad de conmutación y soporte de POE en sus puertos Ethernet.

La compra e implementación de un nuevo servidor como parte de la solución de videollamadas es otro de los costos a considerar, dentro de la implementación de este equipo se deben tomar en cuenta otros gastos adicionales tales como precio del producto y costos operativos o técnicos relacionados con la instalación y configuración de Elastix. Aparte de ello se incluyeron

valores de compra de disco duro y Memoria RAM para aumentar las capacidades de este equipo a fin de que se pueda garantizar una escalabilidad en el servicio en los primeros años de su funcionamiento y adicionalmente se incluye el costo de exportación desde Estados Unidos del nuevo equipo servidor.

Adicionalmente a partir de este último costo, se recomienda incluir los gastos operativos (sueldos) de dos técnicos que se encarguen de dar el soporte a usuarios para facilitar el proceso de adaptación de la nueva aplicación (Jitsi) y además tendrían como labor dar mantenimiento a los equipos. Estos técnicos se encargaran además de instalar y configurar Jitsi en las estaciones de trabajo y manejar también el proceso de capacitación de los usuarios en la facultad.

Otros dispositivos que deben adquirirse para utilizar el softphone son: audífonos, micrófonos y cámaras web, los cuales trabajan con los usuarios finales en este caso docentes y personal administrativo cuando establezcan una sesión de videollamadas, dicha compra es imprescindible, ya que sin estos equipos los usuarios no pueden acceder al servicio.

El presupuesto o costo de implementación del servicio ronda los \$42000,00 aproximadamente los cuales incluyen los valores antes mencionados y descritos en la Tabla 4.

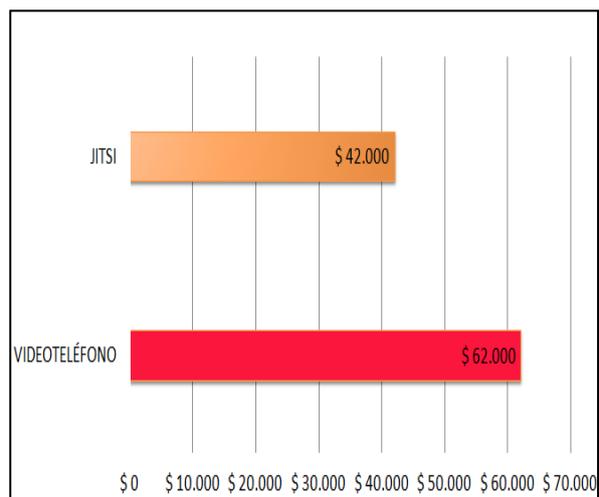
**Tabla 4.** Desglose en costos de implementación

Gasto	Valor
Renovación de cableado	\$ 5.614,50
Cambio de conmutadores	\$ 5.995,74
Compra, Instalación y configuración de servidor de videollamadas	\$ 3.718,94
Audífonos, micrófonos y cámara web	\$ 2.410,56
Hardware Adicional (Servidor)	\$ 458,67
Instalación y capacitación de Jitsi	\$ 6.680,00
Sueldos de técnicos (1 año)	\$ 16.680,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 41.558,41</b>

El costo de mantenimiento es considerado a partir del primer año de la implementación del servidor, dicho valor ronda los \$1500,00 aproximadamente, ya que existirían técnicos encargados de proveer el mantenimiento al software y hardware del equipo, por lo que este gasto no sería tan elevado aunque puede variar según el mercado o si se decidiera contratar a terceros para realizar dicho mantenimiento. El costo de implementación de videoteléfonos no fue considerado parte de la solución, pero para fines de

comparación si se decidiera elegir una solución de videollamadas con videoteléfonos, esta tendría un costo aproximado de \$62000,00 tal como se puede visualizar en la Figura 4, que en comparación a una solución que utilice software de libre distribución que posee un costo de \$42000, 00.

Después de realizar pruebas y configuraciones en el servidor, es cuando se recomienda comprar los accesorios tales como audífonos micrófonos y cámaras web que son utilizados con Jitsi.



**Figura 4.** Comparativa de soluciones de videollamadas

## 7. Implementación piloto

La implementación piloto fue basada en la propuesta, la cual determinó los elementos necesarios dentro de un servicio de videollamadas. Inicialmente para probar dicha solución, se implementó un servidor Elastix dentro de la red local de la FIEC cuyas características fueron definidas en la Sección 5.1 y en este equipo es dónde se crearon y se administran las cuentas de los usuarios tal como se expresó en secciones anteriores.

Dentro de la misma red se implementó adicionalmente tres clientes, cada uno con diferentes sistemas operativos instalados (Mac Os Leopard, Windows 7 Professional, Ubuntu 12.04), los cuales sólo poseían una cuenta de usuario registrada con una extensión previamente creada dentro del servidor.

Si bien es cierto Jitsi puede ser instalado en diferentes plataformas, pero debido a que dentro de la facultad los computadores de los usuarios tienen instalados por defecto Windows 7 Professional como sistema operativo, las videollamadas de pruebas fueron realizadas tomando como eje central dicha

distribución de windows, estas pruebas cliente a cliente tuvieron resultados satisfactorios tanto en el envío como en la recepción de audio y video.

La recepción de audio y video entre los usuarios fue igualmente satisfactoria utilizando el escenario descrito para videoconferencia en la Tabla 5, el cual empezaba con una videollamada (1:1) entre dos usuarios (Mac y Windows) y después se agregaba a la conversación al usuario Ubuntu, este último solo enviando audio por limitaciones de hardware.

**Tabla 5.** Escenario de pruebas de videoconferencia

Emisor	Receptor 1	Receptor 2
Mac Envía Audio y Video	Windows Recibe Audio y Video	Ubuntu Recibe Audio y Video
Ubuntu Envía Audio	Windows Recibe Audio	Mac Recibe Audio
Windows Envía Audio y Video	Mac Recibe Audio y Video	Ubuntu Recibe Audio y Video

## 8. Resultados

En esta sección se analizaron los resultados de los escenarios descritos para saturación y rendimiento del hardware del servidor.

### 8.1. Pruebas de saturación

Considerando además que se debía medir el rendimiento con el mayor número de usuarios conectados en la FIEC (160), se decidió utilizar un script de saturación SIP desde un cliente Ubuntu 12.04 el cual enviaba tres intentos de llamadas por segundo, cada videollamada tenía una duración de tres minutos, donde el pico máximo de llamadas eran 160 y cuya duración total de la prueba era 30 minutos aproximadamente. El resultado de 100 pruebas de saturación realizadas bajo este ambiente de laboratorio se encuentra resumido en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Resultados de pruebas de saturación

Promedio Duración de Prueba	Promedio De Llamadas	Pico Máximo De Llamadas
1856,07	2,84	160
Llamadas no Contestadas	Llamadas Realizadas	Llamadas Contestadas
3442,60	5273,14	1938,78

Existieron pruebas de cinco en un día donde la suma total fue de 430 y para las de diez en un día fue de 478 videollamadas. En base a esto se estableció

que estos valores son las llamadas que poseían un nivel de retardo aceptable (menos de 100ms) dentro de una comunicación usando video pese a la tendencia y escenario de saturación.

## 8.2. Pruebas de rendimiento

En conjunto con la ejecución del script de saturación se encontraba conectado remotamente desde un cliente Windows 7 Professional, un software de monitoreo conocido como Remote-Linux-Monitor (RLM), el cual con la ayuda del Java Runtime Environment permitía desde la plataforma Windows, monitorear el rendimiento del sistema Linux tal como lo es el servidor Elastix, para esta prueba de laboratorio se capturaban muestras cada tres minutos con ayuda del Screen Capture Utility (SCU), el cual tomaba una imagen del RLM monitoreando el rendimiento del servidor desde Windows. El escenario descrito puede ser visualizado dentro de la Figura 5.

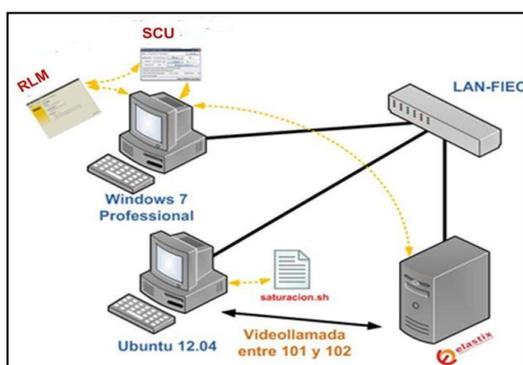


Figura 5. Escenario de pruebas de rendimiento

Los resultados arrojaron que el promedio de uso de los procesadores son cercanos (67.14%, 70,26%, 69,59%, 68,95%) y que bajo las condiciones descritas, el uso del procesador no supera el 71,00% en ninguno de los casos. En cuanto a la memoria RAM, se obtuvo que bajo las mismas condiciones de saturación, el promedio de uso es de 41,13Mb (17,27%) de 4096 Mb de memoria disponibles para el servidor. La tasa de transferencia de datos enviados y recibidos por la tarjeta de red en el servidor es de 4,11Mbps y 1,99Mbps respectivamente.

Estas mencionadas tasas están dentro de un periodo de tiempo de un segundo y como se estableció, se realizaron tres llamadas por segundo, por lo que para establecer 160 llamadas se necesitó 112, 11 Mbps y 231,54 Mbps de capacidad de transferencia para datos enviados y recibidos por la tarjeta red, basado en eso podemos confirmar que el hardware del servidor de videollamadas seleccionado soporta hasta 1000Mbps,

es decir puede satisfacer dicha demanda conjunta (343,65Mbps) en su tarjeta de red a pesar de la tendencia de saturación de los otros recursos (procesador y memoria RAM).

Cuando el servidor debe enviar una respuesta a sus clientes, la carga de red generada es doblada (1,99Mbps y 4,11Mbps), por lo que podemos asumir que la carga por las sesiones de video establecidas afecta directamente a la tarjeta de red en sus datos enviados y que la carga enviada por los clientes la cual es recibida por el servidor es menor en comparación.

En cuanto a la memoria RAM pudimos ver que el porcentaje de uso de este recurso no es significativamente afectado (17,27 %) por las sesiones de video [6].

## 9. Conclusiones

Después de realizado el análisis de campo, podemos visualizar que bajo las condiciones actuales de la infraestructura de la facultad, una futura implementación es factible siempre que se realicen algunas modificaciones en parte del cableado y equipos de las inmediaciones.

Finalizada la implementación de Jitsi con Elastix dentro de un ambiente de laboratorio, donde Jitsi fue instalado en diferentes sistemas operativos bajo la administración del software servidor, se pudo comprobar que ambos aplicativos eran compatibles si los diferentes sistemas clientes utilizaban la misma versión de softphone (Ej. Versión Jitsi.1.lastest)

En base al análisis de costo, podemos observar que la solución propuesta dentro de esta investigación, reduce el 33,00% de los costos de implementación en comparación a una solución que utilice software propietario, adicionalmente por políticas de gobierno en instituciones ecuatorianas se sugiere el uso de soluciones de red que utilicen aplicativos de libre distribución (Decreto 1014).

Basados en los resultados obtenidos en las pruebas de saturación y rendimiento, se pudo constatar que el hardware del servidor propuesto es capaz de satisfacer las llamadas del actual número de usuarios dentro de la facultad (160) y cuya capacidad puede crecer hasta un 50,00% aproximadamente.

## 10. Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Ignacio Marín por permitarnos utilizar el Laboratorio de Sistemas Distribuidos y Pedro Carlo en nuestras pruebas e investigación, al Ing. Juan Moreno e Ing. Margarita Fillian por proporcionarnos la información necesaria para el análisis, a Gianella Prado, Sara Zambrano, Maribel Cedeño, José Muñoz, por colaborarnos en la implementación piloto y a los organizadores del Congreso Internacional de Computación de México

por darnos la oportunidad de exponer y publicar nuestro proyecto.

## 11. Referencias

- [1] Universidad de Madrid, J.Cercvino, J. Salvachua, P. Rodriguez, G. Huecas and J. Quemada, "Demostrador de una arquitectura de videoconferencia en la Web 2.0," in press.
- [2] Lifesize(2013), "Overview of LAN-Based Video Conferencing Software",  
<http://www.lifesize.com/all-about-conferencing/lan-video-conferencing-software.html#1> , Fecha de consulta: Febrero 2013,Guayaquil-Ecuador
- [3] Encyclopedia Brittanica facts matter(2013), "Videophone",  
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/627947/videophone> , Fecha de consulta: Febrero 2013, Guayaquil-Ecuador
- [4] John Alexander, Anne Smith & Chris Pearce(2001), "Cisco CallManager Fundamentals: A Cisco AVVID Solution", 576p, Cisco Press
- [5] Juanita Ellis, Charles Pursell & Joy Rahman (2003), "The Convergence of voice, video and data network" , 130-131p , Academic Press
- [6] Diego Faria Domínguez, Patricia Chavez-Burbano, Jesús Jácome Reyes (2013), "Análisis y diseño de un servicio de videoconferencia para computadores de trabajo dirigido hacia usuarios administrativos de una institución educativa usando software de libre distribución," Congreso Internacional de Computación no. 6, pp. 54-61.