

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sistema de Información Telemedicina

Jovar Andres Mosquera

Ingeniería en telecomunicaciones

Fabio Leon Suarez Alvarez

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Fecha 03/03/2015

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Los avances tecnológicos han transformado la vida del ser humano, ya que de alguna manera influyen en todos los ámbitos y se han vuelto indispensables en el quehacer. Por eso el presente trabajo aborda la telemedicina, el cual busca con la ayuda de las telecomunicaciones lograr que las personas que habitan en zonas lejanas puedan tener acceso a citas con médicos especialistas. Actualmente las personas que habitan en las zonas lejanas de las ciudades, no logran tener a tiempo el concepto de los médicos especialistas y esto lleva a que las condiciones físicas de estos se deterioren con mayor rapidez. Esto motiva a desarrollar un sistema en el cual por medio de las telecomunicaciones, estas personas logren tener consultas con médicos especialistas en un menor tiempo, ya que los pacientes acudirán al médico general el cual realizará su valoración, y de ser necesario, éste a través de una plataforma de telemedicina podrá consultar al médico especialista, el cual deberá dar su concepto a través de la misma plataforma en determinado tiempo. Al adoptar este sistema los principales beneficiados serán las personas, quienes podrán tener conceptos médicos especializados y a tiempo, y así, las Empresas Prestadoras de Salud se ahorrarán grandes cantidades de dinero en transporte y mantenimiento de los pacientes.

Palabras claves: Asíncrono, Interoperabilidad, Protocolo, Red, Teleconsulta, Telemedicina, Telesalud.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

El desarrollo de este proyecto se hizo posible por la colaboración y aportes de Algunas personas que invirtieron tiempo, esfuerzo y creatividad.

A mis padres y hermanos por todo el apoyo que me brindaron durante la etapa de formación y que mucho de lo que he logrado es gracias a todo lo que me brindan.

A mis profesores de pregrado, por impartirme esos conocimientos tan valiosos e importantes para poder aportar soluciones a situaciones problemáticas

Al personal de la empresa UNE TELECOMUNICACIONES compañeros de trabajo y excelentes profesionales con cuales comparto día a día, nuevas experiencias y Conocimientos y por la colaboración prestada en todo momento.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

<i>BGP</i>	<i>Border Gateway Protocol</i>
<i>B.W</i>	<i>Ancho de Banda</i>
<i>CPE</i>	<i>Customer Premises Equipment</i>
<i>EBGP</i>	<i>External Border Gateway Protocol</i>
<i>EPS</i>	<i>Entidad Promotora de Salud</i>
<i>F.O</i>	<i>Fibra óptica</i>
<i>IBGP</i>	<i>Interior Border Gateway Protocol</i>
<i>IP</i>	<i>Protocolo de Internet</i>
<i>IPSEC</i>	<i>Internet Protocol security</i>
<i>LER</i>	<i>Label Edge Routers</i>
<i>LSP</i>	<i>Label Switch Path</i>
<i>LSR</i>	<i>Label Switching Routers</i>
<i>MPLS</i>	<i>Multiprotocol Label Switching</i>
<i>NOC</i>	<i>Centro de Control de Red</i>
<i>OSPF</i>	<i>Open Shortest Path First</i>
<i>VRP</i>	<i>Virtual Routing and Forwarding</i>
<i>RIP</i>	<i>Routing Information Protocol</i>
<i>TICS</i>	<i>Tecnologías de las Información y las Comunicación</i>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Generalidades	6
1.2 Objetivos	6
1.3 Organización del trabajo.	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Sistema de Telemedicina.....	8
2.1.1 Componente Tecnológico.	8
2.1.1.1 RED MPLS (Multiprotocol Label Switching).....	9
2.1.1.2 Datacenter.....	11
2.1.1.3 Reglas de Firewall.....	12
2.1.1.4 Medio de Comunicación	13
2.1.1.5 Modo de Transmisión	14
2.1.2 Componente Médico.....	14
2.1.2.1 Centro de Remisión	14
2.1.2.2 Centro de Referencia.....	14
2.1.2.3 Capacitaciones.....	15
2.1.2.4 Dotaciones.....	15
3. METODOLOGÍA.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
5. CONCLUSIONES.....	19
5.1 Recomendaciones	19
5.2 Trabajo Futuro.....	20
6. APÉNDICE.....	22

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En Colombia se han desarrollado varios proyectos en los cuales se ha hecho uso de la telemedicina, y se han observado los beneficios que estos le traen a la sociedad. Al utilizar este sistema las empresas prestadoras de salud se ahorrarán una cantidad aproximada de **\$15.500.000.000** al tener la posibilidad de dar solución a una enfermedad en un estado más leve, y en evitarse el traslado de estas personas a las grandes ciudades. Cada vez las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) son más utilizadas para resolver problemas que se presentan a diario en la sociedad, actualmente en las zonas lejanas de las ciudades se encuentran entidades de salud las cuales no tienen la posibilidad de prestar servicios de médicos especialistas. Por tal motivo se desarrolla este trabajo con el fin de lograr que estas personas puedan tener acceso a consultas con médicos especialistas, y evitar que sus enfermedades pasen a un nivel más crítico.

1.2 Objetivos

General

Desarrollar e implementar un modelo de prestación de servicios de Teleconsulta Especializada en tiempo asíncrono, donde se integra el conocimiento médico con las telecomunicaciones.

Específicos

Diseñar el modelo de prestación de servicios de teleconsulta especializada, según los resultados obtenidos en prototipos ya probados. Esto de acuerdo con la oferta médica disponible y las condiciones geográficas del departamento que requiere la solución.

Implementar el diseño de la solución en cual se tendrá en cuenta las actualizaciones, el soporte y los ajustes de la plataforma tecnológica implementada.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.3 Organización del trabajo.

Para facilitarle al lector la comprensión del trabajo, este informe está organizado de la siguiente manera. En el primer capítulo se describe como por medio de las TIC, podemos resolver problemas que se presentan a diario en la sociedad. En este caso se trata de lograr que las personas que se encuentran ubicadas en las zonas lejanas de las ciudades, puedan tener un concepto de un médico especialista. En el segundo capítulo se muestra que la telemedicina cada vez se utiliza más, y ya las empresas empiezan a especializarse para ofrecer este tipo de servicios. Además se muestra el diseño de la solución propuesta para este trabajo, así como sus dos componentes. En el tercer capítulo se pueden observar los pasos que se realizaron en la implementación de este proyecto. Y por último se muestran los resultados obtenidos en el trabajo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

El avance día a día de las telecomunicaciones nos permite la evolución de sistemas de medicina a distancia. La telemedicina es un término que abarca el uso de la tecnología de la comunicación en la asistencia sanitaria, y se busca la atención del paciente desde una oficina de consulta a distancia por un especialista (Mariani, 2012).

En los últimos años, empresas multinacionales comienzan a realizar pilotos con equipos especialmente diseñados para realizar telemedicina. Esto ha ocurrido debido a un desarrollo más intenso de las telecomunicaciones y al desarrollo de software específico, que mediante grandes compresiones de archivos, se logra la transmisión de sonido y video en tiempo real, permitiendo una comunicación de carácter fluido entre el paciente y el médico ubicado distante de él. Estos equipos, utilizan simplemente las líneas telefónicas o canales de ancho de banda relativamente pequeños para lograr una transmisión apropiada (Cosoi, 2002).

El uso de la telemedicina puede resolver los problemas de cobertura de salud en Colombia, ya que este tiene una gran extensión de áreas de aislamiento, ya sea por montañas, selvas o por la misma violencia. Por ello, la telemedicina puede ser una solución, ya que aprovecha estos métodos para hacer educación a distancia por el mismo sistema. Por fortuna, Colombia comienza a presentar una corriente de Privatización de la telefonía digital y extensión cada vez mayor de la telefonía celular, la fibra óptica, la banda ancha, etc. (Camacho, 2007).

2.1 Sistema de Telemedicina.

El sistema de telemedicina está conformado por dos componentes.

- Componente tecnológico.
- Componente médico.

2.1.1 Componente Tecnológico.

Cada vez las TIC son más utilizadas para resolver problemas que se presentan a diario en la sociedad. En el desarrollo de este proyecto se diseñó una red de telecomunicaciones la cual tiene la responsabilidad de soportar todo el funcionamiento del proyecto. Dicha red está conformada como se muestra en la Figura 1.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

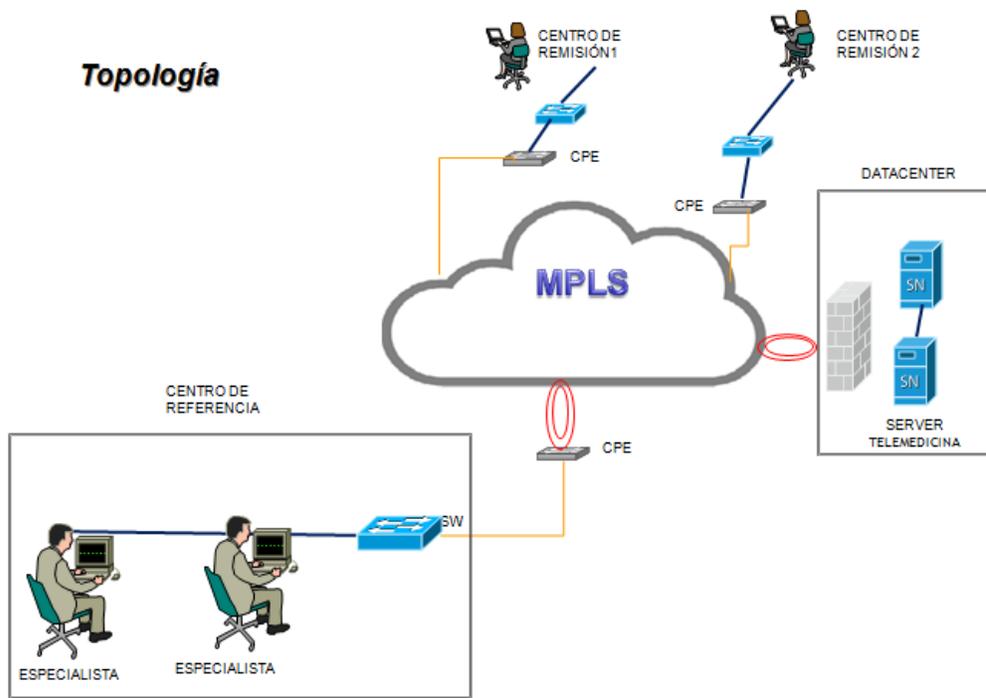


Figura 1. Diseño de la solución, Fuente: Diseño propio

2.1.1.1 RED MPLS (Multiprotocol Label Switching)

Las redes MPLS se crearon por la necesidad de Estandarizar el paradigma de conmutación por etiqueta, el cual integra la conmutación de capa 2 con el enrutamiento de capa 3, como funcionalidad para el núcleo de una red. (Guevara, 2011)

Un concepto muy importante en una RED MPLS es el de LSP (Label Switch Path), el cual es un camino de tráfico a través de la red MPLS. Una Red MPLS está compuesta por dos tipos principales de nodos, los LER (Label Edge Routers) y los LSR (Label Switching Routers), tal y como se muestra en el ejemplo de la Figura 2. Los dos son físicamente el mismo dispositivo, un router o switch de red troncal que incorpora el software MPLS; siendo su administrador, el que lo configura para uno u otro modo de trabajo. Los nodos MPLS al igual que los routers IP normales, intercambian información sobre la topología de la red mediante los protocolos de encaminamiento estándar, tales como OSPF (Open Shortest Path First), RIP (Routing Information Protocol) y BGP (Border Gateway Protocol), a partir de los cuales construyen

tablas de encaminamiento basándose principalmente en la alcanzabilidad a las redes IP destinatarias.

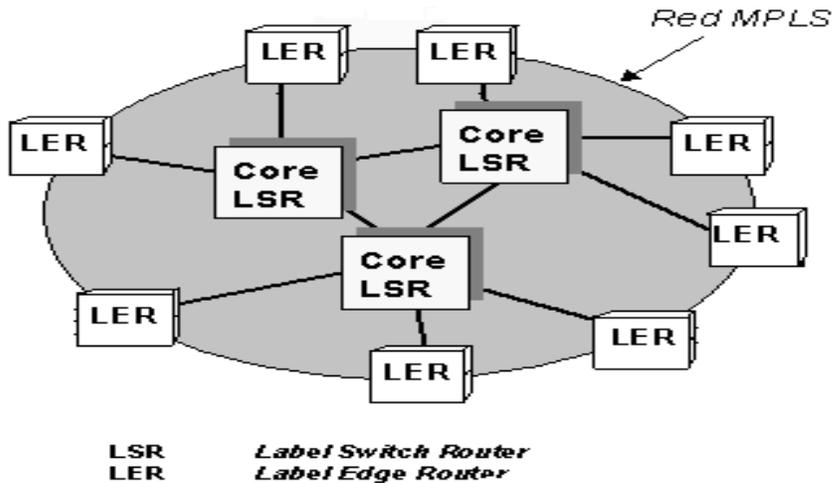


Figura 2 Ejemplo de RED MPLS, Fuente: (Tejedor, 2002)

Los LERs están ubicados en el borde de la red MPLS para desempeñar las funciones tradicionales de encaminamiento y proporcionar conectividad a sus usuarios, generalmente routers IP convencionales. El LER analiza y clasifica el paquete IP entrante considerando hasta el nivel 3, es decir, considerando la dirección IP de destino y la QoS demandada; añadiendo la etiqueta MPLS que identifica en qué LSP está el paquete. Es decir, el LER en vez de decidir el siguiente salto, como haría un router IP normal, decide el camino entero a lo largo de la red que el paquete debe seguir. Una vez asignada la cabecera MPLS, el LER enviará el paquete a un LSR. Los LSR están ubicados en el núcleo de la red MPLS para efectuar encaminamiento de alto rendimiento basado en la conmutación por etiqueta, considerando únicamente hasta el nivel 2. Cuando le llega un paquete a una interfaz del LSR, éste lee el valor de la etiqueta de entrada de la cabecera MPLS, busca en la tabla de conmutación la etiqueta e interfaz de salida, y reenvía el paquete por el camino predefinido escribiendo la nueva cabecera MPLS. Si un LSR detecta que debe enviar un paquete a un LER, extrae la cabecera MPLS; como el último LER no conmuta el paquete, se reducen así cabeceras innecesarias (Tejedor, 2002).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.1.1.2 Datacenter

Un Internet Data Center es un centro de altísima confiabilidad para el alojamiento de infraestructura tecnológica de la información y de la comunicación que son considerados de misión crítica o de gran impacto para el cumplimiento del objeto social de su empresa. En esta solución se entregan los medios de transmisión de datos, se instalan los equipos y se pone en funcionamiento el sistema de conectividad con el centro de cómputo. Igualmente se definen los procesos de gestión y administración para llevar a cabo su operación y mantenimiento. Las principales características de un datacenter son:

- Características físicas y ambientales ideales
- Alta Disponibilidad
- Infraestructura eléctrica
- Infraestructura robusta de comunicaciones y conectividad
- Monitoreo permanentemente de los equipos del Centro de Control de Red (NOC)
- Seguridad física y lógica
- Infraestructura de Red

Como se muestra en la Figura 3. A cada uno de los clientes (Hospitales) se le configuro una VRF (Virtual Routing and Forwarding), Esta VRF permite crear una tabla de enrutamiento a cada cliente. Las tablas de enrutamiento de cada una de estas VRF están configuradas como export: esta función permite divulgar la tabla de enrutamiento, import: esta función nos permite conocer tablas de enrutamiento. Todas las VRF de los clientes están asociadas a una VRF principal, la cual es la encargada de divulgar las tablas de enrutamiento de las VRF que estén asociadas a ella y de permitir que los clientes puedan acceder a la aplicación de telemedicina la cual está alojada en el datacenter de UNE.

Los equipos que están alojados dentro del datacenter son NX1 y NX2, estos equipos nos permiten realizar un balanceo de cargas y tener un sistema con redundancia. (En el

apéndice A Routers NetEngine20, se pueden ver las características de estos equipos). El equipo SRX es un switch (en el Apéndice B Switche NEXUS 7000, se habla sobre las funcionalidades de este equipo), este switch nos permite crear VLANs para separar los servidores de base de datos en los cuales se almacenara toda la información médica de los pacientes, y los servidores de aplicaciones en los cuales está alojada la aplicación de telemedicina, estos servidores son virtualizados bajo la herramienta de VNWARE con el fin de ahorrar espacio físico en el datacenter y dinero. (En el apéndice C Equipos datacenter, se pueden ver las características de los servidores y se describe la funcionalidad de VNWARE)

(Huawei technologies)

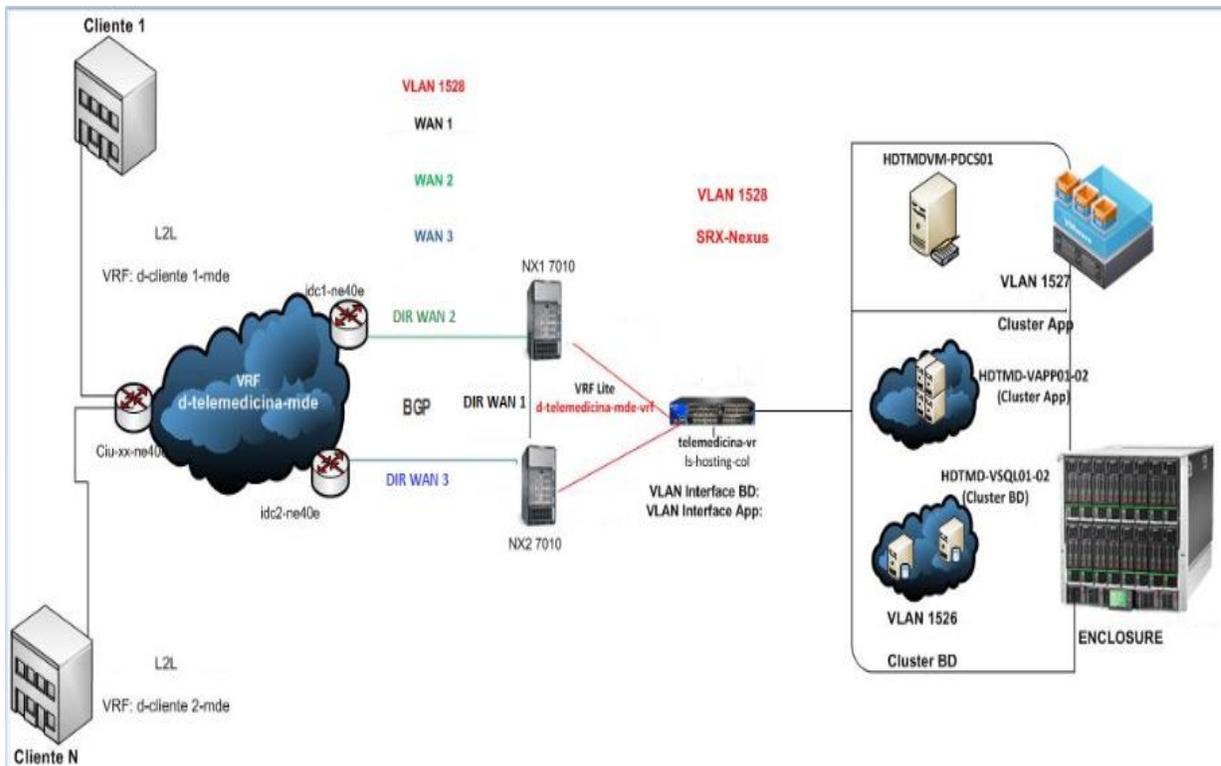


Figura 3. Diseño datacenter, Fuente: Adaptado de un modelo de Data center de UNE

2.1.1.3 Reglas de Firewall

La configuración de las reglas de firewall es muy importante en la seguridad del sistema, se crearon reglas de firewall para permitir que los equipos de los hospitales y del centro de referencia envíen y/o reciban tráfico del software de telemedicina, y de otros servicios que

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

hagan parte del sistema. Se pueden crear reglas de firewall que lleven a cabo una de las tres acciones siguientes:

- Permitir la conexión
- Permitir una conexión solo si está protegida mediante el uso de protocolo de seguridad de Internet (IPsec)
- Bloquear la conexión

Las reglas pueden crearse para el tráfico entrante o el tráfico saliente. Una regla se puede configurar para especificar los equipos o los usuarios, el programa, el servicio, o bien el puerto y el protocolo. Puede especificar el tipo de adaptador de red al que se aplicará la regla: red de área local (LAN), inalámbrica, acceso remoto, como una conexión de red privada virtual (VPN), o bien todos los tipos. También puede configurar la regla para que se aplique cuando se use un determinado perfil o cuando se use cualquier perfil.

A medida que cambia el entorno de TI, es posible que tenga que cambiar, crear, deshabilitar o eliminar reglas, Estas reglas de firewall se crean entre el datacenter y la RED MPLS.

2.1.1.4 Medio de Comunicación

Existen diversos tipos de medios de comunicación como cable coaxial, fibra óptica (F.O), cable plan trenzado, microondas, radio comunicación entre otros. Tanto los LER como los LSR están conectados por medio de fibra óptica la cual nos permite una mayor facilidad de escalabilidad a la hora de requerir mayor BW, además este medio tiene características de selectividad de longitud de onda, la inmunidad electromagnética, es de baja pérdida, es liviana y es fácil la conectividad. (Chung, 2003), el BW que se utiliza para conectar los equipos de la Red MPLS los cuales son los encargados del transporte de datos es de 100GB. La conectividad desde el equipo LER hasta el equipo CPE (switch) se hace por medio de fibra óptica, este equipo se utiliza para cerrar el anillo de fibra óptica que se crea en cada uno de los LER. El CPE utilizado nos permite mejorar el funcionamiento, la capacidad de gestión, y tener una mejor expansibilidad del servicio. Y respecto a la seguridad nos permite configurar, ACL, QinQ, 1:1 de conmutación de VLAN, y n: 1 de conmutación de VLAN. En este anillo se utiliza topología anillo doble la cual nos permite tener dos anillos concéntricos para transmitir la información, donde cada equipo que haga parte del anillo estará conectado a ambos, esta topología nos incrementa la redundancia y flexibilidad de la RED pero tiene una desventaja y es que los costos se incrementan debido a la infraestructura necesaria.

La conectividad desde el equipo CPE hasta la RED LAN del hospital se hizo en FO, esto debido al BW que se requiere para el correcto funcionamiento de la aplicación.

En toda la topología de la solución se usó el protocolo de enrutamiento BGP (Border Gateway Protocol). BGP es el protocolo de enrutamiento utilizado para interconectar distintos SA (sistemas autónomos) y sus redes. Su objetivo es proveer un enrutamiento entre sistemas autónomos libre de bucles. BGP Soporta VLSM y CIDR, lo cual ayuda en gran

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

medida a reducir el tamaño de grandes tablas de enrutamiento. BGP no requiere una arquitectura jerárquica y posee la capacidad de soportar múltiples conexiones, acompañándolas con excelentes políticas de control de rutas. (Zambrano, 2014). El protocolo BGP está dividido en dos sub-protocolos:

IBGP: Interior Border Gateway Protocol

EBGP: external Border Gateway Protocol

El sub-protocolo iBGP se configura en los equipos que hacen parte de la RED MPLS (LER,LSR) ya que estos hacen parte del mismo SA, y los equipos CPE se configuran con el sub protocolo eBGP ya que pertenecen a un SA diferente al de la RED MPLS

2.1.1.5 Modo de Transmisión

Debido a los altos costos que requiere una transmisión síncrona (en línea) se optó por utilizar la transmisión asíncrona, la cual necesita consumir menos recursos de la red de telecomunicaciones, por ende sus costos son más bajos y permite a los médicos tener mejor control de sus teleconsultas.

2.1.2 Componente Médico

El éxito del proyecto depende en gran medida en poder concientizar a los médicos de la utilización del sistema, porque al final serán ellos quienes lo operarán. El componente médico será el encargado de realizar las siguientes funciones:

2.1.2.1 Centro de Remisión

El centro de remisión es lo que hoy en día todos conocemos como el consultorio del médico general, allí es donde llegan los pacientes, el médico general realiza sus procedimientos como los hace hoy en día, si el paciente requiere la atención por parte de un especialista en este momento es cuando se hace uso de la aplicación de telemedicina.

2.1.2.2 Centro de Referencia

Es el lugar donde estarán los diferentes médicos especialistas, cuando un médico general requiere una consulta con alguno de los médicos especialistas el sistema se encarga de agendar la cita en la agenda del médico especialista que este requiera, este deberá responder las consultas en determinado tiempo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.1.2.3 Capacitaciones

El personal médico será encargado de habilitar a los médicos que prestarán el servicio de telemedicina así como el centro de remisión y el centro de referencia.

2.1.2.4 Dotaciones

El personal médico se debe encargar de la dotación de los hospitales en cuanto a los equipos biomédicos que estos deben utilizar para prestar el servicio de telemedicina, vale tener en cuenta que estos equipos deben cumplir con estándares de interoperabilidad con el sistema de información para facilitar el transporte de ayudas diagnósticas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que en la región se han realizado varios proyectos buscando este mismo impacto, proyectos como el de puerto Carreño realizado por UNE en el año 2011, y el realizado por la universidad nacional en varios departamentos de Colombia, en estos proyectos no se ha obtenido el mejor resultado debido a varios factores. Se empezó por analizar los resultados de dichos proyectos y por saber cuáles fueron las causas por las cuáles no se llegó a los resultados esperados. Habiendo realizado el análisis correspondiente se llegó a la conclusión, de que uno de los principales causantes de los problemas es la mala conectividad que existe en la regiones apartadas de las grandes ciudades, ya que no se cuenta con un buen ancho de banda y esto hace que la aplicación sea muy inestable, otro problema es la mala capacitación al personal médico sobre el uso de la aplicación, y la poca apropiación que se tiene por parte de los médicos a la hora utilizar la herramienta. El problema de la conectividad se resolvió con las empresas filiales de UNE que cuentan con cobertura en la regiones que se requiere (ANTIOQUIA), y pueden ofrecer un mayor ancho de banda. El problema de las capacitaciones estará a cargo el personal especializado (docentes) de la UDEA con la ayuda de la EPS a la cual pertenecen todos los hospitales que participan en el proyecto.

Con la ayuda de los hospitales que hacen parte del proyecto, en el año 2014 se realizó un estudio con el fin de saber cuáles son las especialidades médicas que más consultas requieren, esto para definir cuáles son las especialidades que se atenderán, se definió que se atenderán medicina interna, cardiología y dermatología, después de definir las especialidades se dotó el centro de referencia de equipos biomédicos, como electrocardiógrafo, monitor de signos vitales, desfibrilador entre otros.

Se realizó una visita a cada uno de los hospitales que hacen parte del proyecto para conocer lo siguiente, la estabilidad de la red de telecomunicaciones, cuáles equipos capa 2 y capa3 utilizan, cuál es el proveedor de servicios de internet que actualmente tienen, qué sistemas de información interno utilizan, y cuántos PCs tienen; estas visitas fueron realizadas por personal técnico de UNE.

Luego con la ayuda de personal médico se definieron los requerimientos y las funcionalidades que la aplicación de telemedicina debe tener, para luego proceder con la contratación del proveedor de dicha aplicación, al ser UNE una empresa pública, el proceso de selección del proveedor se hizo a través de una licitación pública, RFP. Luego se implementó el software de telemedicina en el datacenter dispuesto, se realizaron los enlaces de conectividad de cada uno de los hospitales, y se hicieron todas las configuraciones necesarias para que estos hospitales puedan hacer uso de la aplicación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Posteriormente se diseñó y se implementó la mesa de ayuda en la cual se reciben todas las solicitudes de fallas de la aplicación.

Por último se realizó una constante capacitación al personal médico sobre el uso de la aplicación, los beneficios que traería utilizar el sistema de telemedicina tanto para los médicos como para los usuarios, a realizar los primeros descartes en caso de que falle la conectividad y la forma como se deben comunicar con la mesa de ayuda.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el uso del sistema, una de las primeras dificultades que se ha debido enfrentar en el proyecto es el desconocimiento que tiene gran parte del personal médico sobre el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, sabiendo esta problemática se desarrolló un plan de capacitación y apropiación a todas las personas que de manera directa o indirecta participan en el proyecto, en cual se les explicó los beneficios que se obtienen la utilizar esta aplicación, se les explicó cómo es el funcionamiento de la aplicación, se les enseñó a realizar los primeros descartes ante una eventual falla de la aplicación y que en todo momento pueden contar con una mesa de ayuda en la cual se le ayudara a resolver cualquier problema. Al terminar con todo el plan de capacitación se observó que los médicos hacen un uso constante de la aplicación y utilizan las herramientas de ayuda que les presentó en la capacitación.

Con este sistema no solo se benefician las personas que viven en las zonas lejanas y de difícil acceso, Constantemente las personas que viven en las grandes ciudades donde se encuentran los hospitales de primer nivel, manifiestan estar en desacuerdo con los largos periodos de tiempos que deben esperar para lograr acceder a una consulta con un especialista, debido a la escasas de estos, Con esta nueva forma de realizar consultas un médico especialista puede atender más pacientes en menos tiempo garantizando la misma calidad de la consulta.

Las aseguradoras también obtienen un gran ahorro con este sistema, al tener que evitarse muchos traslados de pacientes desde zonas muy lejanas, pagar la estadía de estos, así como el de la persona que los acompañe y sobre todo evitan que la enfermedad de una persona pase a un nivel más grave.

La infraestructura tecnológica ha funcionado correctamente, debido al gran trabajo de análisis que se hizo sobre los equipos que deberían destinarse para soportar la aplicación de telemedicina, así como los anchos de banda que se requieren, los niveles de seguridad que se debe tener y los niveles de servicio que se ofrecen.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES

A pesar del gran trabajo que se realiza actualmente en el despliegue de las telecomunicaciones por toda Colombia, son muchos los lugares que no cuentan con un buen servicio de acceso a internet y esto nos obligó a cambiar el diseño de la solución con el fin de reducir costos de implementación. Por eso, se desarrolló e implementó un modelo de prestación de servicios de Teleconsulta especializada en tiempo asíncrono, donde se integra el conocimiento médico (general y especializado) con las telecomunicaciones, se utilizó la transmisión de datos utilizando fibra óptica sobre MPLS, la aplicación de telemedicina se aloja en un servidor de aplicación y un servidor de base de datos, estos servidores están en el datacenter de UNE, además se implementó una mesa de servicio la cual es la encargada de brindar todo el soporte a la infraestructura tecnológica.

Ya que uno de los principales problemas del porqué es tan difícil acceder a una cita con un médico especialista es por la poca oferta que actualmente hay en el país, esto generó la necesidad de diseñar un modelo de prestación de servicios de teleconsulta especializada, la cual permite que las personas puedan acceder a consultas con médicos especialistas en un menor tiempo, a través de la infraestructura tecnológica implementada y la aplicación de telemedicina la cual estará en el datacenter de UNE.

Al tratarse de un proyecto que tiene un componente médico, la plataforma tecnológica requiere de una gran estabilidad. Por este motivo de diseño y se implementó una mesa de servicio la cual brindará soporte 7x24, realizando las actualizaciones y los ajustes que la plataforma tecnológica requiera.

5.1 Recomendaciones

Se recomienda dotar a los hospitales de equipos ofimáticos, ya que durante la formulación del proyecto esto no se tuvo en cuenta, y durante la implementación se observó en algunos hospitales, que estos equipos no tienen las características necesarias, que aseguren un buen funcionamiento de la aplicación, y esto nos llevó a tener retrasos en la implementación. Por otra parte al dotar a los hospitales de estos equipos se les puede garantizar un buen soporte.

En el momento que se estén definiendo la funcionalidades que debe tener el aplicativo de telemedicina, se recomienda hacer estas definiciones acompañadas de un personal médico con conocimiento en el tema, pero más importante es tener la seguridad de que las funcionalidades que se van a exigir estén disponibles en el mercado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.2 Trabajo Futuro

Logrando un buen acceso a internet y un ancho banda considerable, sería muy interesante ver funcionando la aplicación síncrona, con consultorios médicos dotados de equipos biomédicos. Al tener un sistema de telemedicina totalmente síncrono los médicos pueden interactuar en vivo y el paciente tendrá la posibilidad de obtener sus diagnósticos en el instante, reduciendo así el tiempo de respuesta.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

1. Camacho, H. (2007). El futuro de la medicina con equidad en Colombia. *Revista Colombiana de Cardiología*, 1-8.
2. Chung, Y. (2003). Fabrication of Optical Fiber Gratings and. *Information, Communications and Signal Processing, 2003 and Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia. Proceedings of the 2003 Joint Conference of the Fourth International Conference on*, 167 - 170.
3. CISCO. (s.f.). CISCO. Recuperado el 28 de 01 de 2015, de CISCO:
http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/datacenter/nexus7000_series_switches.html
4. Cosoi, E. (2002). Telemedicina en el mundo. *revista chilena de pediatria*, 300-301.
5. EcuRed. (s.f.). *Servidor Bases de Datos*. Recuperado el 28 de 01 de 2015, de
http://www.ecured.cu/index.php/Servidor_Bases_de_Datos
6. EcuRed. (s.f.). *Sistema Gestor Bases de Datos*. Recuperado el 28 de 01 de 2015, de
http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_Gestor_de_Base_de_Datos
7. Guevara, A. (2011). Nivel de desempeño en redes IPv4 con respecto a redes IPv6 con MPLS y RSVP. *Tecnura*, 123-133.
8. Huawei technologies. (s.f.). HUAWEI. Recuperado el 28 de enero de 2015, de HUAWEI:
<http://www.huawei.com/co/products/data-communication/ne-routers/ne20e20/>
9. jtech. (s.f.). *jtech*. Recuperado el 28 de 01 de 2015, de <http://www.jtech.ua.es/j2ee/2003-2004/abierto-j2ee-2003-2004/sa/sesion1-apuntes.htm>
10. Mariani, A. W.-F. (2012). Telemedicine: a technological revolution. *Medical Journal*, 277-278.
11. Tejedor, J. M. (2002). MPLS (MultiProtocol Label Switching). *BIT*, 70-73.
12. VMWARE. (s.f.). VMWARE. Recuperado el 28 de 01 de 2015, de
<http://www.vmware.com/co/virtualization#sthash.5YAI3IM8.dpuf>
13. Zambrano, J. (07 de febrero de 2014). *teleccna*. Obtenido de
<http://www.teleccna.cl/bgp.html>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. APÉNDICE

6.1 Apéndice A: Routers NetEngine20

NX1 Y NX2 son equipos NetEngine20 son routers de alta gama que se pueden instalar en varios escenarios, que incluyen el borde de la red “backbone” IP, las capas de “core” o de agregación de las redes del proveedor de servicios de Internet (ISP) y las redes corporativas y comerciales.

El equipo NE20 adopta la tecnología de procesador de red (NP) que cuenta con las ventajas ofrecidas por ASIC y CPU. Al contar con un hardware de alto rendimiento (4.5 Mpps) y flexibilidad de software, el router NE20 puede soportar el reenvío de paquetes rápido en varias interfaces, incluidos el paquete con calidad del servicio y la seguridad de la información.

Funcionalidades.

- Soporta el túnel de capa 2 basado en L2TP y el túnel de capa 3 basado en GRE. Ofrece un conjunto completo de esquemas de seguridad de red, tales como control de acceso, integridad sin conexión y autenticación de fuente de datos, encriptación, así como la clasificación del tráfico, en combinación con IPSec.
- Proporciona sólidas funciones de VPN MPLS, como VPN MPLS L2/L3, VPN L2 tradicional, transmisión transparente de datos de L2 en redes MPLS y arquitectura jerárquica PE (jerarquía de PE, HoPE).
- Soporta el servicio estándar diferenciado (Dif-Serv) compuesto de la clasificación de tráfico complejo, el control de tráfico (TP), la conformación de tráfico (TS), la administración de congestión (PQ/CQ/WFQ/CBQ) y el mecanismo de prevención de congestión (WRED) y garantiza el ancho de banda y retardo para diferentes servicios. Soporta algoritmos avanzados de control de la congestión, como SARED.
- Proporciona autenticación, autorización y contabilidad (AAA), como RADIUS y HWTACACS. Soporta la transmisión de datos mediante los métodos de texto plano y algoritmo de resumen del mensaje 5 (MD5). Soporta el filtrado de paquetes (ACL de interfaz y ACL basado en el intervalo de tiempo)
- Soporta NAT. (Huawei technologies)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6.2 Apéndice B: Switche NEXUS 7000

El equipo SXR es un switche NEXUS, Los switches Nexus de Cisco reducen la necesidad de cableado y energía al tiempo que dan respuesta a más dispositivos de computación, al usar los switches Nexus para reducir la energía consumida por los servidores y la red, puede maximizar la utilización del espacio del centro de datos y reducir al mínimo la demanda de energía eléctrica y de refrigeración.

Para los centros de datos, Nexus de Cisco serie 7000 ofrece una solución de extremo a extremo en una sola plataforma para el núcleo de centro de datos, agregación, y conectividad de servidor de fin de hilera y parte superior del rack de alta densidad. Para implementaciones de núcleo de campus, proporciona una solución escalable, con gran flexibilidad y de alto rendimiento.

La plataforma Nexus de Cisco serie 7000 se ejecuta en el software Cisco NX-OS. Se diseñó específicamente para las implementaciones más críticas en el centro de datos y el campus. (CISCO)

La serie 7000 de Nexus de Cisco se diseñó con tres principios en mente:

- Infraestructura escalable: las capacidades de virtualización, alimentación y enfriamiento eficientes, alta densidad y alto rendimiento permiten el crecimiento de la infraestructura del centro de datos.
- Continuidad operativa: el diseño de Nexus de Cisco integra hardware, características del software NX-OS y gestión para permitir entornos con cero tiempos de inactividad.
- Flexibilidad de transporte: usted puede adoptar de manera progresiva y económica las más recientes innovaciones y tecnologías de red, tales como:
 - Virtualización de transporte superpuesto de Cisco (Overlay Transport Virtualization, OTV)
 - Cisco FabricPath
 - Fibre Channel over Ethernet (FCoE)
 - Cisco Locator/ID Separation Protocol (LISP)
 - Cisco IOS Multiprotocol Label Switching (MPLS)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 1. Principales características del equipo NEXUS 7000

Cantidad de Ranuras	9, 10 y 18
Ancho de Banda por Ranura	550 Gbps
Máxima Capacidad de Switching	17,6 Tbps
Cantidad Máxima de Paquetes Por segundo	11,5 Bpps
Densidad	Hasta 768 puertos

Fuente: adaptado de (CISCO)

6.3 Apéndice C: Equipos datacenter

6.3.1 Servidor de base de datos

También conocidos como RDBMS (acrónimo en inglés de Relational DataBase Management Systems), son programas que permiten organizar datos en una o más tablas relacionadas. Los servidores de Bases de Datos se utilizan en todo el mundo en una amplia variedad de aplicaciones.

Para bases de datos con múltiples usuarios sirve un servidor de base de datos. Las bases de datos están situadas en un servidor y se puede acceder a ellas desde terminales o equipos con un programa -llamado cliente- que permita el acceso a la base o bases de datos. Los gestores de base de datos de este tipo permiten que varios usuarios hagan operaciones sobre ella al mismo tiempo: un puede hacer una consulta al mismo tiempo que otro, situado en un lugar diferente, está introduciendo datos en la base. (EcuRed, Servidor Bases de Datos)

La seguridad en todo sistema abierto, debe proporcionarse un potente mecanismo de seguridad que garantice que ningún intruso pueda acceder o corromper la integridad del sistema, en servidores de bases de datos hablaremos de la seguridad a 4 niveles básicos:

- Seguridad de acceso al sistema.
- Seguridad a nivel de objetos de datos.
- Seguridad a nivel de datos.
- Seguridad en cuanto a protección de los almacenamientos físicos de los datos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 2. Principales Características técnicas del servidor de base de datos

COMPONENTE	DETALLE DEL COMPONENTE	
Servidores de Bases de Datos en Clúster-Alta Disponibilidad. (Especificar si es Servidor virtual o físico.)	Arquitectura de procesador recomendada (ejemplo: Intel 64 bits)	Intel
	Cantidad	1
	Sistema operativo	Windows Server 2008
	Motor y versión de base de datos	Microsoft SQL server 2008
	Tipo de Procesadores: cores, threads por core, velocidad de reloj	v2 2.40GHz, 25M Cache, 8.0GT/s QPI, Turbo, 10C, 95W, Max Mem 1600MHz
	Modelo de procesadores	Intel® Xeon® E5-2470
	Cantidad de procesadores sugeridos	1
	Capacidad de expansión sugerida: hasta cuantos procesadores	2
	RAM	48
	Capacidad de expansión de memoria RAM	128
Configuración de discos. Especificar por disco, ejemplo: Disco 1: tecnología, capacidad en GB, velocidad	Disco Duro Hot Plug 2TB 7.2K RPM SATA 3.5 pulgadas	

Fuente: adaptado de factibilidad de IDC de UNE

6.3.2 Servidor de aplicaciones

El concepto de servidor de aplicaciones está relacionado con el concepto de sistema distribuido. Un sistema distribuido, en oposición a un sistema monolítico, permite mejorar tres aspectos fundamentales en una aplicación: la alta disponibilidad, la escalabilidad y el mantenimiento. En un sistema monolítico un cambio en las necesidades del sistema (aumento considerable del número de visitas, aumento del número de aplicaciones, etc.) provoca un colapso y la adaptación a dicho cambio puede resultar catastrófica. Vamos a ver estas características con ejemplos. (jtech)

- La alta disponibilidad hace referencia a que un sistema debe estar funcionando las 24 horas del día los 365 días al año. Para poder alcanzar esta característica es necesario el uso de técnicas de balanceo de carga y de recuperación ante fallos (failover).
- La escalabilidad es la capacidad de hacer crecer un sistema cuando se incrementa la carga de trabajo (el número de peticiones). Cada máquina tiene una capacidad finita de recursos y por lo tanto sólo puede servir un número limitado de peticiones. Si, por ejemplo, tenemos una tienda que incrementa la demanda de servicio, debemos ser capaces de incorporar nuevas máquinas para dar servicio.
- El mantenimiento tiene que ver con la versatilidad a la hora de actualizar, depurar fallos y mantener un sistema. La solución al mantenimiento es la construcción de la lógica de negocio en unidades reusables y modulares.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 3. Principales Características técnicas del servidor de base de datos

COMPONENTE	DETALLE DEL COMPONENTE	
Servidores de aplicaciones para el manejo de las peticiones sobre HTTP en Clúster - Alta Disponibilidad. (Especificar si es Servidor virtual o físico.)	Arquitectura de procesador recomendada (ejemplo: Intel 64 bits)	Intel
	Cantidad	1
	Sistema operativo	Windows Server 2008
	Tipo de Procesadores: cores, threads por core, velocidad de reloj	Intel® Xeon® E5-2470 v2 2.40GHz, 25M Cache, 8.0GT/s QPI, Turbo, 10C, 95W, Max Mem 1600MHz
	Modelo de procesadores	Intel Xeon E5-2470 v2 2.40Ghz
	Cantidad de procesadores sugeridos	1
	Capacidad de expansión sugerida: hasta cuantos procesadores	2
	RAM	64
	Capacidad de expansión de memoria RAM	64
	Configuración de discos. Especificar por disco, ejemplo: Disco 1: tecnología, capacidad en GB, velocidad	NAS 12TB 7.2K RPM SATA 3.5 pulgadas.

Fuente: adaptado de factibilidad de IDC de UNE

6.3.3 Gestor de Base de Datos

SQL Server es un sistema gestor de base de datos relacionales producido por Microsoft. Es un sistema cliente/servidor que funciona como una extensión natural del sistema operativo Windows. Entre otras características proporciona integridad de datos, optimización de consultas, control de concurrencia y backup y recuperación.

Es relativamente fácil de administrar a través de la utilización de un entorno gráfico para casi todas las tareas de sistema y administración de bases de datos. Utiliza servicios del sistema operativo Windows para ofrecer nuevas capacidades o ampliar la base de datos, tales como enviar y recibir mensajes y gestionar la seguridad de la conexión. Es fácil de usar y proporciona funciones de almacenamiento de datos que sólo estaban disponibles en Oracle y otros sistemas gestores de bases de datos más caros. (EcuRed, Sistema Gestor Bases de Datos)

6.3.4 Vnware

La tecnología de virtualización aumenta la eficiencia en su centro de datos ya que permite que los servidores actuales ejecuten múltiples aplicaciones y sistemas operativos. Las

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cargas de trabajo se implementan con mayor rapidez, el rendimiento y la disponibilidad aumentan, y las operaciones se automatizan. Todo esto hace que la administración de TI sea más simple y que la operación y la propiedad sean menos costosas.

La separación del sistema operativo y de las aplicaciones del hardware físico le brinda un entorno de servidores más rentable, ágil y simplificado. Gracias a la virtualización de servidores, se pueden ejecutar varios sistemas operativos en un solo servidor físico como máquinas virtuales, cada uno con acceso a los recursos de computación del servidor subyacente. (VMWARE)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO – FACULTAD DE INGENIERÍAS	Código	FDE 089
		Versión	02
		Fecha	2014-10-14

FIRMA ESTUDIANTES Andres Mosquera.

FIRMA ASESOR 

FABIO SUAREZ.
2/03/2015

FECHA ENTREGA: 03/03/2015

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____