

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Implementación de las TIC en el departamento de radiología para la asistencia de actividades del servicio de urgencias del E.S.E hospital San Juan de Dios del municipio de Floridablanca, Santander

Oscar Javier Vargas González

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Redes y Sistemas de Comunicación

Director(s):

Msc Ricardo Andrés Díaz

Ph.D Yudy Natalia Flórez Ordóñez

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones

2020

Dedicatoria

A mi madre Miryam González Suarez por su paciencia comprensión y su apoyo incondicional,

A mi hermana y familiares que siempre me han apoyado en todo momento y han creído en mí.

A mi novia Slendy Gómez Zambrano que siempre ha estado apoyándome y contribuyéndome para alcanzar esta meta.

A la Doctora NATALIA SOFIA OJEDA ORTIZ, Gerente del Hospital de Floridablanca quien me permitió realizar este proyecto.

A todo el personal del Hospital de Florida por su apoyo y comprensión.

Agradecimientos

A la Doctora Yudy Natalia Flórez Ordóñez, por su dirección y apoyo

Al profesor Msc Ricardo Andrés Díaz, por su dirección y apoyo

A la Profesora Diana Teresa Parra por sus orientaciones en el desarrollo de este trabajo de grado.

Al Profesor Tito por compartir su conocimiento y colaboración en mi desarrollo profesional.

A la Universidad Santo Tomas, y la facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones

A los profesores de la Universidad que aportaron sus conocimientos y contribuyeron a hacer realidad este proyecto

A mis padres, familiares y amigos quienes creyeron en mi esfuerzo y han hecho realidad este sueño de ser MRSC REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACION.

A La Doctora Natalia Sofía Ojeda Ortiz Gerente del Hospital de Florida

A mis compañeros de Maestría.

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema.....	13
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. Marco referencial	15
3.1 Marco conceptual	15
3.2 Marco teórico.....	17
3.2.1 e-Health o e-salud.....	17
3.2.2 Sistema de información.....	21
3.2.3 Software computacional.....	22
3.2.4 Bases de datos	23
3.3 Marco legal	24
3.4 Marco contextual	26
3.4.1 Factores del contexto colombiano que impulsan o retrasan el avance de la telemedicina en el país	26
3.5 Estado del arte	30
4. Metodología	34
5. Definición de procedimientos del traslado de imágenes diagnosticas	36
5.1 Generalidades y definiciones básicas	36
5.2 Procedimientos de traslado	37

5.3	Punto de vista legal.....	39
5.4	Fallas y tiempos de arribo.....	40
6.	Caracterización de la infraestructura de red.....	42
6.1	Caracterización de la red.	43
6.1.1	Transmisión de imágenes.....	43
6.1.2	Capacidad de transmisión.....	44
6.1.3	Medio de transmisión.....	45
6.2	Caracterización y desempeño de la seguridad en la red.	46
6.2.1	Políticas y procedimientos	47
6.2.2	Física y perimetral.....	47
6.2.3	Red interna. (Aplicación, acceso al medio y host).....	48
6.2.4	Protección perimetral	50
6.3	Instalación de Servidor Virtualizado	50
6.4	VMware vSphere Hypervisor™ (ESXi).....	51
6.5	Thinstuff XP/VS Terminal Server Standard.....	53
6.6	Data center.....	53
7.	Caracterización de parámetros de confiabilidad y accesibilidad de la Red	55
8.	Conclusiones	60
	Referencias.....	62

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Equipos que componen el Data center</i>	53
Tabla 2. <i>Resumen de la actividad en los tres meses de evaluación</i>	57
Tabla 3. <i>Recursos tecnológicos del departamento de radiología</i>	58

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Modelo en espiral.....	35
<i>Figura 2.</i> Muestra de la toma de imágenes.	38
<i>Figura 3.</i> Estructura de los equipos de red.	43
<i>Figura 4.</i> Políticas de seguridad en capas.	46
<i>Figura 5.</i> Estructura del VMware vSphere Hypervision	52
<i>Figura 6.</i> Captura de pantalla de la configuración del del VMware vSphere Hypervision.	52
<i>Figura 7.</i> Software XP/VS Server	53
<i>Figura 8.</i> Data center. Adaptada por HPE (2019).	54
<i>Figura 9.</i> Evolutivo tiempo promedio de solicitud y diagnóstico en el traslado de imágenes diagnósticas.....	56

Resumen

Título: Implementación de las TIC en el departamento de radiología para la asistencia de actividades del servicio de urgencias del E.S.E hospital San Juan de Dios del municipio de Floridablanca, Santander

Autor: Oscar Javier Vargas González

Descripción: En este trabajo de investigación se describen los procesos que permitieron la implementación de las TIC en el departamento de radiología para la asistencia de actividades del servicio de urgencia del Hospital San Juan de Dios del municipio de Floridablanca, Santander. Para esta implementación se definieron un grupo de fases que serán descritas a continuación: En la primera fase se lograron definir los procedimientos involucrados en el traslado de las imágenes diagnósticas desde el servicio de urgencias hasta el diagnóstico final, donde se encontraron fallas asociadas a demoras en tiempo tanto en la entrega de las imágenes como en procesos innecesarios, así como subprocesos repetitivos entre otros. En la segunda fase se logró la definición y detección de fallas, así como el diseño de la infraestructura de red necesaria que optimizara los procesos de traslado, almacenamiento y consulta de imágenes diagnósticas para ofrecer un servicio dinámico y oportuno en el E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca. En la última fase, se observaron los parámetros de confiabilidad y accesibilidad de la red lo que permitió establecer un comparativo antes/después evidenciando una reducción de 24% del tiempo que se demoraba el proceso de toma de imágenes, traslado y diagnóstico determinando la efectividad de la infraestructura de red en su objeto principal.

Palabras claves: Infraestructura de red, imágenes diagnósticas, radiología.

Abstract

Title: Implementation of ICT in the radiology department for the assistance of emergency service activities of the E.S.E hospital San Juan de Dios of the municipality of Floridablanca, Santander

Author: Oscar Javier Vargas González

Description: This research describes the processes that allowed the implementation of ICT in the radiology department for the assistance of activities of the emergency service of the San Juan de Dios Hospital in the municipality of Floridablanca, Santander. In terms of implementation, a group of phases were defined, which will be described below: In the first phase, it was possible to define the procedures involved in the transfer of the diagnostic images from the emergency department to the final diagnosis room, where faults associated with delays in time of delivery, unnecessary processes as well as repetitive threads, were observed. In the second phase, once the definition and detection of faults was achieved, the necessary network infrastructure to optimize the processes of transfer, storage and consultation of diagnostic images to offer a dynamic and timely service at the ESE Hospital San Juan de Dios of Floridablanca was designed. In the last phase, the reliability and accessibility parameters of the network were observed, which allowed establishing a before / after comparison, evidencing a reduction of 24% in the time it took for the imaging, transfer and diagnosis process to determine the effectiveness of the network infrastructure in its main object.

Keywords: Network infrastructure, diagnostic images, radiology.

Introducción

En la actualidad las tecnologías se desarrollan rápidamente, y cada día se visualizan más empresas adoptando dichas tecnologías entre las que se destacan aquellas relacionadas con la infraestructura de telecomunicaciones avanzadas debido a que permiten mejorar procesos y aportar un mayor valor a las organizaciones. Cualquier prestador de servicios de la salud debe reconocer y comprender que los avances tecnológicos que han surgido en los últimos años sirven para ofrecer mejores procesos para sus colaboradores y para los usuarios, lo que hace necesario apropiarse de las herramientas idóneas en el propósito ulterior de mejorar la prestación del servicio. Estas empresas deben asirse de nuevas tecnologías en el ámbito hospitalario para modernizar sus recursos tecnológicos y permanecer activos en el campo de la salud.

La E.S.E. Hospital San Juan De Dios De Floridablanca, no puede ser ajena a estas situaciones de cambio, es por ello que adopta las TIC para el área de urgencias utilizando el recurso técnico humano y científico para el beneficio de la comunidad vulnerable que tiene similitudes con el espectro del sistema socioeconómico de la estructura social de Colombia.

Este proyecto se realiza en conjunto con la E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca aplicando los conocimientos adquiridos en la Maestría de Redes y Sistemas de Comunicación en la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga, mediante la metodología en espiral que permite flexibilizar y compensar el tiempo de desarrollo total y alcanzar resultados funcionales en etapas tempranas mediante la ejecución de regiones de tareas. Este proyecto está diseñado para apoyar a la institución en los procesos misionales y así aportar una solución a la problemática de la empresa. El objetivo de este proyecto consiste en implementar una infraestructura de telecomunicaciones

que permita el almacenamiento, centralización y acceso a la información en la transmisión de imágenes diagnósticas.

1. Planteamiento del problema

Actualmente la E.S.E Hospital San Juan de Dios del municipio de Floridablanca cuenta con el servicio de toma de rayos-x para toda la población del municipio y su área de influencia. Los resultados de este examen (Radiografía) o imágenes diagnósticas son entregados al médico en medio magnético para realizar su lectura y así identificar o determinar el diagnóstico correspondiente. Este proceso es dispendioso debido a que la toma de la radiografía se realiza en un servicio y su respectiva lectura se realiza en otro, el desplazamiento del personal de un servicio a otro entorpece aún más el procedimiento por lo cual la interpretación de la radiografía se ve afectada y retrasa el diagnóstico clínico principal del paciente.

Debido a la problemática descrita, no se brinda una atención oportuna al usuario, ya que se evidencia una demora en la interpretación y la identificación del diagnóstico clínico. Por este motivo los médicos mencionan su preocupación pues no se garantiza la atención a los pacientes en estado crítico y que requieren una atención prioritaria.

A lo anterior, se plantea implementar una infraestructura de telecomunicaciones que permita el almacenamiento, centralización y acceso a la información en la transmisión de imágenes diagnósticas a través del formato DICOM apoyando la interpretación del diagnóstico clínico para asistencias de actividades del servicio de urgencias. La implementación de la infraestructura consiste en reducir el tiempo de desplazamiento y optimizar la interpretación del diagnóstico, mejorando la calidad del servicio y ofreciendo una mejor atención a los usuarios. La idea es que el radiólogo, en conjunto con el médico especialista realice la lectura identificación del diagnóstico y procedan a brindar un buen servicio a los usuarios obteniendo una atención de calidad.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Implementar una infraestructura de telecomunicaciones que permita el almacenamiento, centralización y acceso a la información en la transmisión de imágenes diagnosticas a través del formato DICOM apoyando la interpretación del diagnóstico clínico para asistencias de actividades del servicio de urgencias en la E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca.

2.2. Objetivos específicos

- Definir los procedimientos para el traslado de imágenes diagnósticas que permitan conocer con detalle las fallas, los tiempos de arribo para la prestación del servicio en el E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca.
- Desarrollar la infraestructura de red que permita ofrecer los servicios de almacenamiento y consulta de imágenes radiológicas en el E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca.
- Caracterizar el funcionamiento de la infraestructura de red en parámetros de confiabilidad y accesibilidad E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca.

3. Marco referencial

El presente proyecto tiene una cobertura a nivel de la E.S.E Hospital San Juan de Dios del Municipio Floridablanca Santander que pretende implementar una infraestructura de telecomunicaciones diagnóstica que otorgue un mejor rendimiento en la interpretación de un diagnóstico clínico a la E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca.

3.1 Marco conceptual

- **Ingeniería de Tráfico:** Es una disciplina que procura la optimización del *performance* de las redes operativas. La Ingeniería de Tráfico abarca la aplicación de la tecnología y los principios científicos a la medición, caracterización, modelado, y control del tráfico que circula por la red (Awduche,D; Chiu, A; Elwalid, A; Widjaja, I; Xiao, X. , 2002).
- **Calidad de Servicio:** Adquiere la realidad en la percepción considerando la confiabilidad, tiempo de respuesta, seguridad, empatía ofreciendo al cliente lo que desea (Berry, David, Carter, & Brown., 1989).
- **Diagnóstico clínico:** Se puede definir la Epidemiología Clínica como la aplicación directa de los principios y método epidemiológico al estudio de los problemas de los pacientes (Sackett, Haynes, Guyatt, & Tugwell, 1994).
- **Red Hospitalaria:** Es la capacidad técnica y operativa de prestación de servicios de salud en el país (MINSALUD, 2018).
- **DICOM:** (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) Promueve la comunicación de imágenes digitales, sin importar el fabricante del dispositivo (Revet, 1997).

- **Red LAN:** son redes que se diseñaron para conectar los equipos locales a sitios remotos.

Las redes LAN permiten la interconexión de uno o varios computadores, y se encuentran definidas por diferentes topologías de red (Alvarez, 2013).

- **e-Health:** La eSalud es el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la salud. La unidad de eHealth trabaja con socios a nivel mundial, regional y nacional para promover y fortalecer el uso de las TIC en el desarrollo de la salud, desde las aplicaciones en el campo hasta la gobernanza global (OMS, 2019).

- **Medicina:** La práctica médica de la medicina y de sus actividades conexas, como la educación y la planeación de los sistemas de salud, a distancia, por medio de sistemas de comunicación. su característica principal es la separación geográfica entre dos o más agentes implicados: ya sea un médico y un paciente, un médico y otro médico, o un médico y/o un paciente y/o la información o los datos relacionados con ambos (Fundación Telefónica, 2008).

- **Servidor PACS:** (Sistema de comunicación y archivo de imágenes) a través de redes digitales para brindar servicios de salud con mayor calidad (Alvarez, 2013).

- **RIS:** (Sistema de información de radiología) Describe las técnicas utilizadas para la interconexión de nodos locales en una red de área amplia WAN remota LAN (red de área local) a través de Internet y WLAN (red de área inalámbrica) (Alvarez, 2013).

3.2 Marco teórico

3.2.1 **e-Health o e-salud.** Según la Organización Mundial de la Salud, la salud electrónica o e-salud es un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y las empresas, que se refiere a los servicios de salud y la información entregada o mejorada a través de Internet y las tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término caracteriza no sólo un desarrollo técnico, sino también un estado de ánimo, una forma de pensar, una actitud y un compromiso para el pensamiento global en red, para mejorar la atención médica a nivel local, regional y mundial, utilizando las tecnologías de la información y la comunicación (OMS, 2019).

La 71a Asamblea Mundial de la Salud en 2018 celebrada en Ginebra, Suiza reconoció el potencial de las tecnologías digitales en el desempeño de un importante rol en la mejora de la salud pública, donde los delegados acordaron una resolución sobre salud digital. La resolución insta a los Estados miembros a priorizar el desarrollo y el mayor uso de las tecnologías digitales en la salud como un medio para promover la cobertura universal de salud y promover los Objetivos de Desarrollo Sostenible (OMS, 2019).

Existen diferentes ramas de la e-salud en las prácticas de la salud actual, como por ejemplo la telemedicina y la teleradiología. Según se lee en *Standards for the Provision of Teleradiology within the United Kingdom* (2010), publicación del *Royal College of radiologists*, la telerradiología es la transmisión de imágenes radiológicas de pacientes (así como datos asociados), entre dos lugares diferentes, con el objetivo de generar un reporte primario, solicitar una segunda opinión por parte de un experto o apoyar el análisis clínico. desde luego, la telerradiología implica el proceso de visualización remota de imágenes a través de visores web. Conviene agregar también

que dichos procesos incluyen el intercambio de información relacionada con la identificación de los pacientes dentro de las organizaciones y entre ellas, así como, potencialmente, a través de fronteras internacionales (RCR, 2010).

En Colombia la e-salud ha sido reconocida como una prioridad desde el año 2007, cuando el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones dio inicio a su programa nodos de Innovación, que busca vincular la oferta y la demanda de productos y servicios TIC para su uso y apropiación en diversos sectores productivos (incluido el de la salud). La legislación concerniente a la e-salud en Colombia está plasmada en la normatividad establecida desde 2007 mediante las leyes 1122 y 1419 de 2010 y la ley 1438 de 2011, al igual que mediante el Plan nacional de salud Pública y los Planes de desarrollo 2006-2010, 2010-2014 y 2014-2018.

Igualmente, con el fin de poner en práctica las recomendaciones de la OMS y articular la normativa existente, en el año 2014 el Ministerio de salud y Protección social, con asesoría y acompañamiento del Ministerio del TIC, formuló la agenda Estratégica de Innovación - nodo salud, en cuyo diseño fueron invitadas a participar las entidades públicas, la academia, los centros de desarrollo tecnológico, los centros de excelencia y las empresas del sector privado. Desde el punto de vista del emprendimiento, la puesta en marcha de esta estrategia busca fomentar la creación innovadora de productos, servicios y soluciones para el sector, con el fin de reducir la brecha de las inequidades en salud mediante el uso y apropiación del TIC dentro del marco de la Estrategia de Gobierno en línea (GEl). Toda la iniciativa buscar consolidar un Estado más eficiente, más transparente, más participativo y que garantice el mejoramiento del modelo de salud actual (MINSALUD, 2017).

Según G Eysenbach en su artículo ¿qué es la e-salud?, este concepto trae consigo múltiples concepciones de lo que debería ser y las características que debe contener la salud electrónica o e-salud, de tal manera que sea considerada una herramienta valiosa que apoye los procedimientos de la prestación de servicios de salud en el mundo. El autor sugiere que este concepto se extiende en las siguientes concepciones:

Eficiencia: una de las promesas de la salud electrónica es aumentar la eficiencia en el cuidado de la salud, disminuyendo así los costos. Una posible forma de reducir los costos sería evitar intervenciones diagnósticas o terapéuticas duplicadas o innecesarias, a través de mayores posibilidades de comunicación entre los establecimientos de atención médica y la participación del paciente (Eysenbach, 2001).

Mejora de la calidad de la atención: aumentar la eficiencia implica no solo reducir los costos, sino también mejorar la calidad. La salud electrónica puede mejorar la calidad de la atención médica, por ejemplo, al permitir comparaciones entre diferentes proveedores, involucrar a los consumidores como un poder adicional para el aseguramiento de la calidad y dirigir las corrientes de pacientes a los proveedores de la mejor calidad (Eysenbach, 2001).

Basada en la evidencia: las intervenciones de salud en línea deben basarse en la evidencia en el sentido de que su efectividad y eficiencia no se deben asumir, sino que deben demostrarse mediante una evaluación científica rigurosa. Aún queda mucho trabajo por hacer en esta área (Eysenbach, 2001).

Empoderamiento de consumidores y pacientes: al hacer que las bases de conocimiento de la medicina y los registros electrónicos personales sean accesibles para los consumidores a través de Internet, e-health abre nuevas vías para la medicina centrada en el paciente y permite la elección de la paciente basada en la evidencia (Eysenbach, 2001).

Fomento de una nueva relación entre el paciente y el profesional de la salud, hacia una verdadera asociación, donde las decisiones se toman de manera compartida (Eysenbach, 2001).

Educación de médicos a través de fuentes en línea (educación médica continua) y consumidores (educación de salud, información preventiva adaptada para los consumidores)

Permitir el intercambio de información y la comunicación de manera estandarizada entre los establecimientos de atención de salud (Eysenbach, 2001).

Extender el alcance de la atención de salud más allá de sus límites convencionales. Esto se entiende tanto en un sentido geográfico como en un sentido conceptual. e-health permite a los consumidores obtener fácilmente servicios de salud en línea de proveedores globales. Estos servicios pueden abarcar desde simples consejos hasta intervenciones más complejas o productos tales como productos farmacéuticos (Eysenbach, 2001).

Ética: la salud electrónica implica nuevas formas de interacción médico-paciente y plantea nuevos desafíos y amenazas a problemas éticos, como la práctica profesional en línea, el consentimiento informado, la privacidad y los problemas de equidad (Eysenbach, 2001).

Equidad: hacer que la atención médica sea más equitativa es una de las promesas de la salud electrónica, pero al mismo tiempo existe una amenaza considerable de que la salud electrónica puede profundizar la brecha entre los "que tienen" y los "que no tienen". Las personas que no tienen el dinero, las habilidades y el acceso a computadoras y redes no pueden usar las computadoras de manera efectiva. Como resultado, estas poblaciones de pacientes (que en realidad se beneficiarían más de la información de salud) son las que tienen menos probabilidades de beneficiarse de los avances en tecnología de la información, a menos que las medidas políticas garanticen un acceso equitativo para todos. En la actualidad, la brecha digital se extiende entre las poblaciones rurales frente a las urbanas, las personas ricas y pobres, las jóvenes y las viejas, las

masculinas y femeninas, y entre las enfermedades olvidadas / raras frente a las enfermedades comunes (Eysenbach, 2001).

3.2.2 Sistema de información. Los sistemas de información son un conjunto integrado de componentes para recopilar, almacenar y procesar datos y para proporcionar información, conocimiento y productos de manera digital (Lapiedra & Guiral, 2011). Las empresas comerciales y otras organizaciones confían en los sistemas de información para llevar a cabo y gestionar sus operaciones, interactuar con sus clientes y proveedores y competir en el mercado. Los sistemas de información se utilizan para dirigir cadenas de suministro interorganizacionales y mercados electrónicos (Dominguez, 2012). Por ejemplo, las corporaciones usan sistemas de información para procesar cuentas financieras, administrar sus recursos humanos y llegar a sus clientes potenciales con promociones en línea. Muchas compañías importantes se construyen completamente alrededor de sistemas de información. Las personas dependen de los sistemas de información, generalmente basados en Internet, para llevar a cabo gran parte de sus vidas personales: para socializar, estudiar, comprar, realizar actividades bancarias y entretenerse.

Técnicamente un sistema de información comúnmente se refiere a un sistema informático básico, pero también puede describir un sistema de conmutación telefónica o de control ambiental. Los sistemas de información involucran recursos para información compartida o procesada, así como personal que administra el sistema (Cañavate, 2003).

Hay muchos tipos de sistemas de información, dependiendo de la necesidad para la cual están diseñados. Un sistema de soporte de operaciones, como un sistema de procesamiento de transacciones, convierte los datos comerciales (transacciones financieras) en información valiosa. De manera similar, un sistema de información de gestión utiliza la información de la base de datos

para generar informes, lo que ayuda a los usuarios y las empresas a tomar decisiones basadas en los datos extraídos (Dominguez, 2012).

En un sistema de apoyo a las decisiones, los datos se obtienen de varias fuentes y luego los revisan los gerentes, quienes toman las determinaciones en función de los datos compilados. Un sistema de información para ejecutivos es útil para examinar las tendencias comerciales, ya que permite a los usuarios acceder rápidamente a información estratégica personalizada en forma de resumen, que se puede revisar con más detalle (Lapiedra & Guiral, 2011).

3.2.3 Software computacional. El software de computadora se divide en dos clases amplias: software de sistema y software de aplicación. El principal software del sistema es el sistema operativo, el cual administra el hardware, los archivos de datos y programas, y otros recursos del sistema y proporciona medios para que el usuario controle la computadora, generalmente a través de una interfaz gráfica de usuario (GUI) (Hernández L. , 2014). El software de aplicación es un programa diseñado para manejar tareas específicas para los usuarios. Las aplicaciones para teléfonos inteligentes se convirtieron en una forma común para que las personas accedan a los sistemas de información (Council & Heineman, 2001). Otros ejemplos incluyen conjuntos de aplicaciones de propósito general con sus programas de hoja de cálculo y de procesamiento de textos, así como aplicaciones verticales que sirven a un segmento específico de la industria, por ejemplo, una aplicación que programa, enruta y rastrea las entregas de paquetes para un operador nocturno.

Las empresas más grandes utilizan aplicaciones con licencias desarrolladas y mantenidas por compañías de software especializadas, personalizándolas para satisfacer sus necesidades específicas y desarrollando otras aplicaciones internas o de forma externa. Las empresas también

pueden usar las aplicaciones entregadas como software como servicio (SaaS) desde la nube a través de la web. El software propietario, disponible y respaldado por sus proveedores, está siendo desafiado por el software de código abierto disponible en la Web para su uso y modificación gratuitos bajo una licencia que protege su disponibilidad futura (Zennaro & Fonda, 2012).

3.2.4 Bases de datos. Una base de datos es una colección de datos interrelacionados organizados de manera que los registros individuales o grupos de registros se pueden recuperar para satisfacer diversos criterios (Millán, 2012). Muchos sistemas de información son principalmente vehículos de entrega de datos almacenados en bases de datos. Ejemplos típicos de bases de datos incluyen registros de empleados y catálogos de productos. Las bases de datos soportan las operaciones y funciones de gestión de una empresa. Los almacenes de datos contienen los datos de archivo, recopilados a lo largo del tiempo, que pueden extraerse para obtener información con el fin de desarrollar y comercializar nuevos productos, servir mejor a los clientes existentes o llegar a potenciales nuevos clientes.

La recopilación y el procesamiento masivo de los datos cuantitativos o estructurados, así como de los datos textuales que a menudo se recopilan en la Web, se ha convertido en una amplia iniciativa conocida como “big data” (Camps, y otros, 2005). Muchos beneficios pueden surgir de decisiones basadas en los hechos reflejados por el big data. Los ejemplos incluyen medicina basada en evidencia, economía de recursos como resultado de evitar el desperdicio y recomendaciones de nuevos productos (como libros o películas) basados en los intereses de un usuario. Big Data permite modelos de negocio innovadores. Los datos agregados proporcionan información temprana sobre los movimientos de precios, lo que permite una toma de decisiones más receptiva de lo que antes era posible.

El procesamiento de datos textuales, como revisiones y opiniones articuladas por individuos en redes sociales, blogs y foros de discusión, permite el análisis automatizado de sentimientos para marketing, inteligencia competitiva, desarrollo de nuevos productos y otros propósitos de toma de decisiones (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002).

3.3. Marco legal

La implementación de una infraestructura de telecomunicaciones será elaborada a partir de los datos proporcionados por la ESE Hospital San Juan De Dios De Floridablanca.

Al finalizar la implementación de este proyecto, se estipula que la infraestructura de telecomunicaciones será propiedad del Hospital San Juan de Dios del Municipio de Floridablanca. Los antecedentes legales de este proyecto se rigen en a la normatividad mencionada respecto a los derechos de autor, el artículo 61 de la constitución política de Colombia donde especifica que el Estado protegerá la propiedad intelectual por el tiempo y mediante las formalidades que establezca la ley.

La ley 44 de 1993 del registro nacional de derecho de autor establece que el individuo que reproduzca cualquier tipo de software sin previa y expresa autorización del titular o transporte, almacene, conserve, distribuya, importe, venda, ofrezca para la venta o distribuya o suministre cualquier programa será castigado con una multa de 5 a 20 años.

Decreto 162 de 1996 la cual reglamenta la relación con las Sociedades de Gestión Colectiva de derecho de autor o de derechos conexos.

Según el artículo 193 de la ley 23 de 1992 dice: Dar publicidad al derecho de los titulares y a los actos y contratos que transfieran o cambien ese dominio amparado por la ley. Dar garantía de

autenticidad y seguridad los títulos de propiedad intelectual y a los actos y documentos que a ella se refieran. En Colombia según la ley 23 de 1982 el software goza de una serie de prerrogativas, obligaciones y derechos en general los cuales se dan desde el mismo momento de la creación intelectual sin que se requiera registro alguno por lo que las formalidades de ley son para dar mayor seguridad a los titulares de los derechos de autor.

La Dirección Nacional de Derechos de Autor, el 9 de octubre de 2001 publicó la circular 05 que precisa el conjunto de leyes acerca de los derechos de autor sobre los programas de computador, su licenciamiento y sanciones derivadas de su uso no autorizado.

La resolución No.2654 (2019) trata sobre el establecimiento de las disposiciones para la tele salud y parámetros para la práctica de medicina en el país. Dicha resolución se encuentra enmarcada en los principios la Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud, que se desarrollan a partir de tres ejes, accesibilidad, calidad y eficiencia, en cada uno de los cuales se definen estrategias, líneas de acción y proyectos o programas a ejecutar. El propósito de la resolución 2654 de 2019 consistió en determinar las características y parámetros de la práctica de la tele medicina haciendo énfasis en el uso de los medios tecnológicos, la calidad, y seguridad de la atención, así como de la información y los datos, es decir, los objetivos de la tele salud consisten en mejorar el acceso, la resolutividad, la continuidad y la calidad de la atención clínica, impactar la salud pública y la educación para la salud, mediante el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones.

En temas de responsabilidad, el artículo 6 indica que los prestadores de servicios de salud que habiliten un servicio de salud en la modalidad de tele medicina, deberá cumplir con los estándares aplicables al servicio que se habilite, independientemente que para su funcionamiento asistan diferentes organizaciones o personas para aportar al cumplimiento de los estándares y garantizar

la formación continua del talento humano en el manejo de la tecnología utilizada, en los procesos, procedimientos y herramientas inherentes a la prestación de los servicios, en la que se use tecnologías de información y comunicación.

3.4 Marco contextual

3.4.1 Factores del contexto colombiano que impulsan o retrasan el avance de la telemedicina en el país. Los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos y legales desempeñan un rol fundamental en el desarrollo de productos o servicios, ya que operan como impulsores o barreras de entrada al mercado. Por eso, ahora se presentan aspectos contextuales más relevantes para la implementación de la e-salud en Colombia, haciendo hincapié en temas de tele radiología (Superintendencia de industria y Comercio, 2018). Aspectos como los costos o la sistematización en los que intervienen la puesta en marcha de la telemedicina en Colombia, han dificultado la implementación inicial, así como la falta de regulación en el contexto colombiano sobre el tema. La implementación de nuevos caminos en la transmisión de datos, la sistematización en la atención clínica y la revisión del paciente, que, en términos generales, es lo más relevante a la hora de implementar estas acciones, es lo que ha decidido los aspectos fundamentales de la tele medicina en el país. Sin embargo, se reconoce que estos temas han generado una evolución de los servicios de salud al proporcionar eficiencia y calidad en las demandas sociales.

3.4.1.1 Políticos

- Aspectos positivos: Para implementar la normativa existente con miras a consolidación de la e-salud en el país, en el año 2014 el Ministerio de las tecnologías de Información y

Comunicación de Colombia formuló la agenda Estratégica de Innovación - nodo salud, en la cual se considera las TIC como grandes aliadas de todos los implicados en la prestación de servicios de salud (Superintendencia de industria y Comercio, 2018).

- Aspectos negativos: En un reciente estudio llevado a cabo por la asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas (ACHC), la mayoría de los directivos de hospitales y clínicas del país aseguró que la contratación y el reconocimiento por parte de las EPS son las mayores dificultades para implementar proyectos de e-salud en el país. Además, el estudio evidencia que un alto porcentaje de las instituciones, financian este tipo de proyectos con recursos propios, pues muy pocas han logrado obtener capitales externos nacionales o extranjeros (ACHC, 2019).

3.4.1.2 Socioeconómicos

- Aspectos positivos: La telerradiología es el segundo servicio de e-salud más prestado en el país (después de la teleconsulta) lo cual es consistente con los hallazgos del estudio publicado por el Ministerio de salud (MINSALUD, 2015). Además, según el estudio de la ACHC, las clínicas y hospitales que utilizan telerradiología reportan mejoras notables: el 100% de éstas toma entre uno y dos días para otorgar una cita, mientras que el 67 % requiere también uno o dos días para entregar resultados (y el 33% restante lo hace en máximo 4 días); por su parte, las organizaciones que no cuentan con el servicio de telerradiología se tardan hasta 6 días en agendar una cita y hasta 8 en entregar resultados (ACHC, 2019).

- Aspectos negativos: Según los resultados de un estudio del Ministerio de la salud publicado en 2015, menos del 10% de los prestadores y pagadores de servicios de salud en el país difunden la modalidad de telemedicina en la población general, mientras que las Entidades territoriales de salud no la realizan. Por su parte, en el ya citado estudio de la aCHC, los directivos de las

instituciones de salud que no prestan servicios de telemedicina justifican esta decisión por los altos costos tanto de la infraestructura TIC (53%) como de los equipos biomédicos (49%) (MINSALUD, 2015).

3.4.1.3 Tecnológicos y de infraestructura TIC

- Aspectos positivos: De acuerdo con la ACHC, el 78% de los hospitales y clínicas ha contratado su software de e-salud con un proveedor externo, mientras que el 22% lo ha hecho mediante desarrollos propios. Por otra parte, en el estudio del Ministerio de Salud publicado en 2015 se encontró que el 54% de los hospitales y clínicas contaban con acceso a internet con poco más de 1MB, de los cuales el 50% tenía a disposición un canal para la transmisión de datos y el 18% ofrecía e-salud mediante dispositivos móviles (MINSALUD, 2015). Sólo tres años después, según la publicación de la ACHC, el 100% de las instituciones contaba con acceso a internet de entre 4 y 220MB, mientras que el 50% de estas tenía ya a disposición el servicio de telemedicina mediante dispositivos móviles (ACHC, 2019).

- Aspectos negativos: Los datos clínicos (audio y video) son ricos en información y necesitan un alto rendimiento de transmisión de información. Eso es costoso y tecnológicamente exigente, especialmente para lugares remotos y pobres en recursos. Si bien los problemas técnicos y de infraestructura básicos impusieron limitaciones en las primeras etapas de la telemedicina, muchos de estos componentes ahora son comunes (por ejemplo, pantallas de alta resolución y cámaras incorporadas; conectividad de telecomunicaciones de banda ancha y ubicua). Si bien según el estudio de la ACHC, el 93% de las instituciones de salud hace uso de la historia clínica electrónica, solo el 40% de estas cuentas con niveles adecuados de interoperabilidad (entendida como la

capacidad para compartir información entre los sistemas informáticos hospitalarios). Además, sólo el 39% de los hospitales y clínicas nacionales ha promovido la capacitación de su personal en los últimos dos años. Cabe agregar que la gran mayoría del personal capacitado corresponde a los médicos (64%), seguidos por enfermeras y administrativos (14%), y por último los tecnólogos (9%).

El énfasis en el dominio técnico se ha desplazado hacia el aprovechamiento de nuevas oportunidades técnicas presentadas por el despliegue continuo de nuevos productos y servicios de TIC, y la superación de problemas heredados cuando los sistemas no pueden adaptarse lo suficientemente rápido como para aceptar cambios técnicos. Las áreas que mayor desafío técnico requieren son: en situaciones específicas de servicios clínicos (por ejemplo, apoyo de emergencia para recuperaciones y primeros encuentros), en entornos particulares de atención (por ejemplo, monitoreo personal en hogares y centros de vida asistida) y en elementos humanos factores que afectan la adopción de tele salud (por ejemplo, la aceptación del usuario de cómo se implementan las nuevas tecnologías TIC).

Dado que la e-salud es una alternativa que mejora la oportunidad en la atención, el acceso a los servicios y la capacidad resolutive del sistema de salud, debería ser promovida y auspiciada con mayor determinación por parte de todos los agentes del sector: el Gobierno nacional, los pagadores, los prestadores, la academia y centros de investigación, entre otros. Y desde luego, no se trata de implementar la telemedicina de forma improvisada, sino teniendo en cuenta objetivos bien definidos, determinaciones de población beneficiaria, estrategias de seguridad para los pacientes, guías y protocolos de atención, capacitación periódica del personal, dotación institucional y difusión entre las comunidades (Superintendencia de industria y Comercio, 2018).

3.5 Estado del arte

Desde la Universidad de Duke en los Estados Unidos de América, se presentó una solicitud de patente (2014) titulada “Sistema y método para la organización y el análisis remoto de imágenes”, en inglés *System and Method for Remote Image Organization and Analysis*, cuyo autor George Allan Johnson presentó el contenido técnico destacando la creación de un sistema que posee un software almacenado en un medio no transitorio, legible por computadora y al cual se accede mediante un procesador. Dentro de las características del programa se destaca permitir acceder a una biblioteca multidimensional de datos de imágenes almacenadas y completarla con imágenes nuevas, comparte la imagen alojada en la biblioteca entre un conjunto de usuarios que pueden acceder a ella de forma remota, realiza funciones computacionales o analíticas relacionadas con la imagen al compararla con la información disponible en la biblioteca. también permite organizar y analizar remotamente las imágenes médicas y biológicas de tomografía computada (CT) o imagen por resonancia magnética (IRM) (Estados Unidos de América Patente nº US 2014/0358917 A1, 2014).

En opinión del experto, en la era actual del *Big Data & Data Analytic*, la radiología continuará liderando la obtención y el análisis de datos asociados a imágenes médicas. sistemas como el descrito, que permiten agregar y comparar datos en búsqueda de patrones, hacen que los radiólogos y otros profesionales de la salud reduzcan las variaciones y los errores en su ejercicio médico. Para lograr lo anterior resultan clave las herramientas TIC, como el internet y la nube, que difuminan las fronteras de la información y la comunicación, además de permitir que el acceso y la distribución mejoren en cuestiones de rapidez y eficiencia.

Otra solicitud de patente desde los Estados Unidos de América para la Comprehensive telemedicine (2018) presentó la creación de un aparato y sistema de examen de diagnóstico multipropósito, en inglés: *Multipurpose Diagnostic Examination Apparatus and System*. El contenido técnico expone que el dispositivo tiene una interfaz comunicada a un módulo de cámara y vinculada operativamente a un dispositivo de diagnóstico médico a través un accesorio dispuesto para recibir y enviar datos del paciente (sean imágenes diagnósticas o exámenes físicos) a un sistema de examen de diagnóstico médico (MDES) accesible mediante un dispositivo de usuario local. El MDES se comunica con un dispositivo de usuario remoto a través de una red de comunicación para facilitar la visualización, selección y examinación diagnóstica de áreas anatómicas. La opinión del experto afirma que el uso de herramientas TIC en el sector salud ha llevado a acuñar el concepto de e-salud, cuyo propósito es implementar la inmediatez, masividad y accesibilidad de las nuevas tecnologías en el sector. Y si bien la e-salud comprende numerosos beneficios asociados a la administración, gestión, y capacitación de los servicios de salud, su alcance más ambicioso es el de la consolidación de la telemedicina. A propósito, esta permite que un usuario en una región remota sea atendido por un especialista, o por varios de ellos, al mismo tiempo y desde cualquier parte del mundo. Entre los beneficios de la telemedicina pueden contarse: evitar desplazamientos, permitir que los centros de urgencias tengan respuesta inmediata sobre exámenes y análisis, así como facilitar que la comunidad médica tenga acceso al cuerpo de conocimientos profesionales de manera interactiva y rápida para consolidar procesos educativos e investigativos (Estados Unidos de América Patente nº US 2018/0344160 A1, 2018).

En el 2013 la Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud publicó un artículo relacionado con el diseño e implementación del sistema de información interna para el Departamento de Imagenología del Hospital Provincial de Camaguey. El propósito de la

investigación que dio origen al artículo consistió en que el Hospital Provincial Manuel Ascunce Domenech de Camagüey y su servicio de Imagenología presentaban información estadística estipulada utilizando un modelo de medios de diagnóstico que no satisface las necesidades internas del departamento, para lo cual se estableció mejorar la información estadística interna de este departamento. El método utilizado consistió en la realización de un estudio sobre la innovación tecnológica desde enero de 2011 hasta noviembre de 2012. Se realizó una entrevista a los miembros del Departamento de Imagenología y se analizaron 132 modelos que proporcionan datos internos de este servicio para identificar la información estadística necesaria. Posteriormente, los modelos que recopilan información de los servicios se diseñaron a través de un software que implementa el procesamiento de los datos que no se especificaron en el modelo oficial. Los resultados expuestos por los investigadores indicaron que los modelos y su posterior automatización mejoraron la información desde la seguridad, integridad, confiabilidad e inclusión del punto de vista de los datos necesarios. El software permitió calcular las tasas de posibilidad de los casos en estudio y controlar los recursos y los exámenes repetidos que contribuyeron al procesamiento efectivo y la recuperación de los datos estadísticos, favoreciendo así el uso y la explotación racional de los recursos tecnológicos. Los usuarios expresaron altos niveles de satisfacción con la información dada. Los autores presentaron recomendaciones tales como realizar un análisis de los costos correspondientes para determinar la viabilidad de la implementación del software desde el punto de vista efectivo y generalizar su instalación en unidades de salud que utilizan medios de diagnóstico (Pérez, Tarajano, Bembibre, & Sánchez, 2013).

Continuando con los antecedentes, desde la Universidad Politécnica de Valencia en España, se llevó a cabo un estudio titulado Diseño e implementación de una plataforma web para gestión

documental (WebDoc). El propósito del estudio fue el de desarrollar una plataforma web (WebDoc), diseñada y desarrollada bajo la premisa de automatizar la gestión documental de una organización lo máximo posible. Para ello los autores diseñaron un método semi-automático de clasificación de diferentes tipos de archivos, así como un sistema de monitorización sobre la creación y borrado de archivos, un etiquetado unívoco de los mismos (accesible desde un ordenador o desde un dispositivo móvil) así como la inclusión de un sistema ligero de búsqueda y un inventariado basado en el tipo de archivo. Para la realización de dicha plataforma se ha utilizado de base el gestor de contenidos Joomla, el cual se ha modificado radicalmente en la parte de usuario, incluyendo elementos en HTML5, CSS3 y JavaScript, así como código PHP incrustado en componentes Joomla y distribuido por diversas partes de todo el sistema. Los autores indican que luego de la implementación se logró diseñar un sistema de clasificación de documentos semiautomático que requiere de una intervención mínima por parte del usuario de WebDoc. Así mismo los autores lograron definir una interfaz gráfica basada en el tipo de archivo, teniendo en cuenta que el usuario suele saber qué tipo de archivo está buscando para obtener una información concreta. También diseñaron e implementaron (en la creación de documentos en la plataforma) un sistema de acceso rápido a plataformas móviles, mediante la inclusión de códigos BIDI a cada documento creado en WebDoc para una descarga rápida del documento al dispositivo móvil. La plataforma desarrollada es un sistema altamente autónomo, que requiere de una intervención mínima de los usuarios Administradores (*Super Users*), tal y como se espera de una plataforma de gestión documental, con lo cual pudieron cumplir con el propósito fundamental del estudio (Rodríguez, 2013).

4 Metodología

La investigación siguió los pasos del diseño experimental y el método cuantitativo. Los métodos consistieron en recolectar datos en diferentes periodos de tiempo o períodos específicos, para hacer inferencias respecto a posibles cambios, así como evidencia de la implementación del proyecto. Se contempló un modelo mixto debido a que los resultados corresponden a medidas de promedio derivadas de la implementación del software o interfaz de transmisión de datos en tiempos o periodos específicos. Se utilizó la metodología cuantitativa debido a que se logró medir datos sobre el funcionamiento del software. Tal y como lo indican Hernández y colegas, esta metodología enfatiza las mediciones objetivas y el análisis estadístico, matemático o numérico de los datos recopilados a través de toma de datos en periodos específicos de tiempo con diferentes técnicas. La investigación cuantitativa se centra en reunir datos numéricos y generalizarlos entre grupos de personas o también funciona para explicar un fenómeno particular (Hernández & Fernández, 2010).

Los estudios experimentales son aquellos en los que los investigadores introducen una intervención y estudian los efectos, como forma de investigación utilizada ampliamente en las ciencias sociales ya que el objetivo principal de una u otra forma consiste en determinar los principales factores del diseño y puesta en marcha de una infraestructura de telecomunicaciones para la prestación de servicios de salud en el E.S.E Hospital San Juan de Dios del Municipio de Floridablanca.

La metodología que se utilizó en el desarrollo de este proyecto correspondió a la metodología espiral, ya que esta metodología es una evolución del método clásico en cascada y permitió

flexibilizar y compensar el tiempo de desarrollo total y alcanzar resultados funcionales en etapas tempranas (ver figura 1).

El modelo en espiral se divide en un número de actividades de marco de trabajo, también llamadas regiones de tareas. Cada una de las regiones están compuestas por un conjunto de tareas que se adaptan a las características del proyecto que va a emprenderse (RYTE, 2018).



Figura 1. Modelo en espiral

Adaptado de “Metodología de desarrollo de software” por (Software Development, 2015).

Análisis de requerimientos: En esta fase se analizará la información suministrada por el departamento de radiología de la ESE Hospital San Juan de dios de Floridablanca.

Diseño del Sistema: En esta fase se establecerá la infraestructura de la red, elementos a utilizar.

Etapas de Construcción: En esta fase se establecerá las herramientas de multimedia y políticas de seguridad.

Test y Evaluación: En esta fase se realizan las pruebas respectivas a la infraestructura de comunicaciones que verifiquen su funcionalidad.

5. Definición de procedimientos del traslado de imágenes diagnosticas

El hospital San Juan de Dios de Floridablanca, es una Institución Pública de orden Departamental que brinda atención de Primer y Segundo Nivel de complejidad según su infraestructura física, en forma continua y oportuna a las personas que lo soliciten, participando activamente en el desarrollo social y en el mejoramiento de los niveles de salud, para el Municipio de Floridablanca y su área de influencia. El hospital es una empresa sólida con gran porvenir que trabaja prudentemente en la búsqueda interminable de nuevos retos de desarrollo y perfeccionamiento institucional y, para lo cual se dispone de los mejores recursos tecnológicos y científicos que permitan hacer la prevención, diagnóstico, y tratamiento la enfermedad, obteniendo el mejoramiento de las condiciones de salud de la población.

En la era del comercio electrónico y de las telecomunicaciones, los escenarios de prestación de servicios de salud hacen necesario que los sistemas de información cuenten con la capacidad para registrar información correcta, adecuada y oportuna, con el fin de mejorar la eficiencia.

5.1 Generalidades y definiciones básicas

Actualmente, el área de radiología e imágenes diagnosticas está experimentando grandes cambios, y el hospital depende cada vez más del uso de técnicas de imagen digital.

Existe la necesidad de crear instalaciones adaptables para cumplir con el ritmo del desarrollo clínico y tecnológico, no solo en el diagnóstico y tratamiento del paciente, sino también en muchos otros aspectos de la atención y la organización. De acuerdo a lo anterior, se describen las generalidades de los procesos relacionados con radiología y sus pormenores:

- La parte a radiografiar, debe estar lo más cerca posible a la película.
- En las proyecciones de extremidades debe aparecer una articulación para una mejor orientación.
- Haga todas las películas en expiración, sin respirar, solamente las películas de pulmón, las costillas y del esternón hágalas en inspiración profunda.
- El paciente debe estar en la posición más cómoda para disminuir la posibilidad de movimiento, los factores dependen del equipo, de la distancia entre el foco y la película y de las pantallas usadas.
- Las tres condiciones principales que influyen en una buena calidad radiográfica. Son el grosor del paciente, la distancia foco y la placa.
- Los factores radiológicos empleados. Anteroposterior (AP) y posteroanterior (PA): Describen la dirección de entrada del rayo central (RC) Posición lateral: Lateral derecha: indica que el lado derecho del paciente está en contacto con la placa lateral izquierda: indica que el lado izquierdo del paciente está en contacto con la placa.

5.2 Procedimientos de traslado

El profesional responsable de la atención (Medico general o Especialista), es quien define el tipo de radiografía a tomar y lidera las acciones que se realizan en la preparación adecuada del paciente. El enfermero encargado del servicio es quien prepara (elabora y organiza) la documentación y los elementos que se utilizarán para la toma de la radiografía del paciente. Este se encargará de realizar las llamadas al servicio de radiología para definir la toma del examen y

las demás comunicaciones que se requieran para obtener oportunamente el traslado del paciente. El paciente debe ser trasladado al servicio de radiología y asistido por un auxiliar de enfermería.

Al ingresar el paciente al servicio de radiología, el profesional encargado recibe al paciente y lo acondiciona para la toma del examen. El auxiliar de enfermería debe asistirlo y apoyarlo. El profesional realiza la toma necesaria de los rayos x y procede a entregar el paciente al auxiliar de enfermería.

Realizado la toma radiográfica, el profesional procede a grabar las imágenes mediante CD, para que el personal médico especializado proceda a realizar su interpretación. Después de grabar las imágenes el personal de radiología se comunica con el servicio de urgencias e informa que ya se encuentran los resultados del paciente y que se encuentran disponibles para su recolección. Los equipos usados son los siguientes (ver figura 2).



Figura 2. Muestra de la toma de imágenes.

El enfermero encargado del servicio designa a un auxiliar de enfermería para la recolección del examen radiográfico y sea entregado al médico especialista para su debida interpretación.

El médico especialista recibe el examen radiográfico en medio magnético (CD) y procede a observarlo en un ordenador, ejecutando la aplicación correspondiente para su correcta visualización y así poder dar un diagnóstico al paciente.

5.3 Punto de vista legal

Resolucion-0108-de-2014; por la cual se crea el Comité de prestación de servicios de Protección Radiológica. Artículo 1. Creación. Créase el Comité de prestación de servicios de Protección Radiológica, en adelante el Comité, en el Ministerio de Salud y Protección Social. Artículo 2. Objeto. El Comité tiene por objeto asesorar los trámites de aprobación o rechazo de las solicitudes de autorización para la prestación de servicios de Protección Radiológica. RESOLUCION 001043 DE 2006, abril 3 Por la cual se establece las condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones. Resolución 9031 de 1990 "Por la cual se dictan y se establecen procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos de Rayos X y otros emisores de Radiaciones ionizantes y se dictan otras disposiciones", en los artículos 21, 22 y 23 disponen normas relativas a requisitos para que las personas naturales o jurídicas interesadas en prestar servicios de Protección Radiológica obtengan la respectiva autorización ante el Ministerio de Salud, hoy Ministerio de Salud y Protección Social.

5.4 Fallas y tiempos de arribo

El trabajo se centró en el flujo de trabajo de cada modalidad, analizando el tráfico concurrente de imágenes, desde la toma hasta la entrega, incluidas las condiciones en las que el sistema está bajo estrés debido a una escasez inesperada de personal, interrupciones de la modalidad o debido a un alto volumen de estudios. Al ser el hospital uno de los más importantes de la región, el flujo de imágenes es alto, para lo cual se requiere rediseñar algunos procesos para eliminar los puntos críticos de falla y garantizar la estabilidad del sistema en condiciones inesperadas.

Actualmente la E.S.E Hospital San Juan de Dios del municipio de Floridablanca cuenta con el servicio de toma de rayos-x para toda la población del municipio y su área de influencia. Los resultados de este examen (Radiografía) o imágenes diagnósticas son entregados al médico en medio magnético para realizar su lectura y así identificar o determinar el diagnóstico correspondiente. Este proceso es dispendioso debido a que la toma de la radiografía se realiza en un servicio y su respectiva lectura se realiza en otro, el desplazamiento del personal de un servicio a otro entorpece aún más el procedimiento por lo cual la interpretación de la radiografía se ve afectada y retrasa el diagnóstico clínico principal del paciente.

El modelado detallado del proceso dio como resultado una imagen exhaustiva de los múltiples atascos, dificultades y obstáculos presentados y destacó los puntos únicos de falla que no eran visibles a menos que el sistema estuviera sometido a su máxima capacidad. A medida que fueron analizados los procesos, las sesiones de lluvia de ideas arrojaron soluciones que se probaron y puntuaron en función de la efectividad prevista y los costos de implementación y mantenimiento sin comprometer la seguridad del paciente. Las soluciones con la puntuación más alta se probaron como prototipos y luego se implementaron. La eficacia de las soluciones fue reexaminada y

comparada con los resultados iniciales. Con relación al pronóstico de fallas en los elementos de la infraestructura de red, puede optimizarse mediante la conexión de sensores adicionales y la medición de parámetros no estándar de la infraestructura de red que permiten la prevención de una posible emergencia.

Debido a la problemática descrita, no se brinda una atención oportuna al usuario, ya que se evidencia una demora en la interpretación y la identificación del diagnóstico clínico. Por este motivo los médicos mencionan su preocupación, pues no se garantiza la atención a los pacientes en estado crítico y que requieren una atención prioritaria.

A lo anterior, se plantea implementar una infraestructura de telecomunicaciones que permita el almacenamiento, centralización y acceso a la información en la transmisión de imágenes diagnósticas a través del formato DICOM apoyando la interpretación del diagnóstico clínico para asistencias de actividades del servicio de urgencias. La implementación de la infraestructura consiste en reducir el tiempo de desplazamiento y optimizar la interpretación del diagnóstico, mejorando la calidad del servicio y ofreciendo una mejor atención a los usuarios. La idea es que el radiólogo, en conjunto con el médico especialista realice la lectura, identificación del diagnóstico y procedan a brindar un buen servicio a los usuarios obteniendo una atención de calidad.

6 Caracterización de la infraestructura de red

Luego de definir los procedimientos e identificar las fallas, se procedió a adaptar la infraestructura de red que conduce a corregir el estado actual del almacenamiento, centralización y acceso de la información correspondiente a la transmisión de imágenes diagnosticas a través del formato DICOM apoyando la interpretación del diagnóstico clínico para asistencias de actividades del servicio de urgencias en la E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca. Agilizar el flujo de trabajo requiere tiempo y dedicación, pero es un proceso que a la larga sin duda resultará en trabajo más efectivo, mejor atención al paciente y mejores relaciones con los proveedores.

En la siguiente sección se abordará el desempeño de la red desde dos perspectivas. La primera corresponde al comportamiento del contenido de imágenes generadas a partir de los rayos x cuyas características de resolución y formato están definidas por el equipo que las genera. En vista de que el objeto de la primera perspectiva mencionada no es modificar las características propias de las imágenes sino generar el escenario ideal para la transmisión de estas, este escenario se puede representar mediante la caracterización de la red, la cual permite desglosar las variables que influyen en el desempeño del tráfico en un entorno cliente servidor.

La segunda perspectiva para tener en cuenta en el desempeño de la red es la seguridad en la misma. Mediante la caracterización de la seguridad en la red en el escenario en el cual se lleva a cabo la implementación con la finalidad de validar la confidencialidad, integridad y accesibilidad a la información.

6.1 Caracterización de la red

A continuación, se presentan los elementos característicos de la topología de red establecida a través de la cual se lleva a cabo el desarrollo de la metodología de la presente investigación.

6.1.1 Transmisión de imágenes. Las imágenes se generan en la máquina de Rayos x y tienen dimensiones de 1722 x 1430 píxeles con tamaños promedio de 4,96 MB (4.926.296 bytes) almacenadas en formato DICOM¹ y su interfaz de visualización se lleva a cabo por medio de la aplicación de escritorio que lleva el mismo nombre. Estas imágenes se transmiten inicialmente desde la máquina de rayos x y son visualizadas por dos computadores de escritorio como se muestra en la siguiente figura:

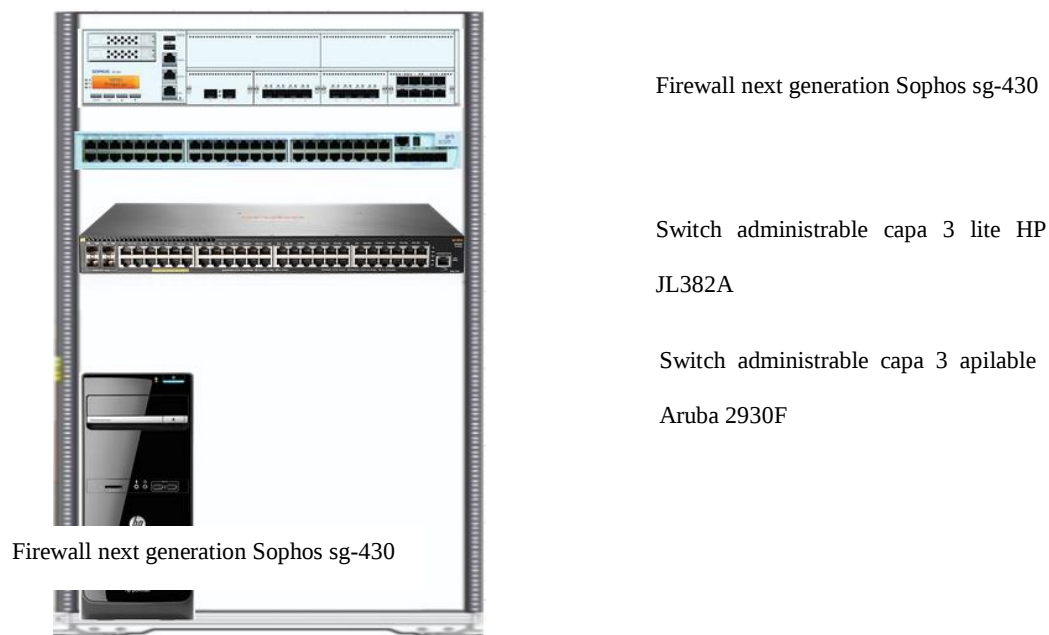


Figura 3. Estructura de los equipos de red.

¹ DICOM: Protocolo estándar de comunicación entre sistemas de información y a la vez un formato de almacenamiento de imágenes médicas.
Fuente: <https://clinic-cloud.com/blog/formato-dicom-que-es-estandar-imagenes-medicas/>

El equipo servidor hace la función de servidor secundario. En él se almacena la copia de seguridad de las imágenes, el cual tiene la propiedad de sobre escribir los ficheros después de cierto tiempo, es decir empieza a eliminar los archivos más antiguos creados para dar espacio a los archivos más recientes.

6.1.2 Capacidad de transmisión. Las imágenes se transmiten a través de la red local del establecimiento. Desde la capa física, se establece la primera condición en términos de capacidad de transmisión. La tasa de transmisión permitida por las interfaces de los equipos (Rayos x, hosts, servidor y equipos de telecomunicaciones) conectados a la red, es de 1 Gigabit por segundo (1000Mbps). Teniendo en cuenta que el tamaño promedio del fichero es de 4.96 MB (4.960.000Bytes o 39.68 Mbits) y que la tasa de transmisión de las interfaces es de 1Gbps, la transmisión de una sola imagen representa sólo un 0.03 por ciento del canal² (39.68/1000). Sin embargo, existen otros parámetros a tener en cuenta como la capacidad del canal o ancho de banda espectral del medio de transmisión, en este caso cable UTP.

² Refiérase canal al establecimiento de la comunicación uno de los equipos de la red y el equipo de telecomunicaciones, en este caso el switch de distribución secundario.

6.1.3 Medio de transmisión. El medio de transmisión de la topología de red presentada corresponde a cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*) categoría 6³ marca *Ortronics*. Este cable tiene un desempeño característico de 300MHz lo que le permite una velocidad de transmisión teórica de hasta 800 megabits por segundo (*Tracjack*, Módulo Apantallado. n.d. “Categoría 6.”). Entonces, la topología cuenta con interfaces de red que soportan hasta 1Gbps y un medio de transmisión que soporta 0.8Gbps lo cual reduce en un 20 por ciento la capacidad del canal.

Si nuevamente realizamos la relación entre la tasa de transmisión del canal teniendo en cuenta la limitante presentada por el cable UTP, y el tamaño de los archivos a transmitir, encontramos que; el tamaño promedio de los ficheros es de 39.68 Mbits y la tasa de transmisión es de 800 Mbps [$39.68/800=0,0496$] un factor de uso del canal del 0,04 por ciento del canal para la transmisión de una sola imagen. En términos de capacidad de transmisión del canal, se tiene en principio una infraestructura que permite disponibilidad del canal dado por la tasa de transmisión máxima permitida por las interfaces de red los equipos y por el medio de transmisión.

Por otra parte, la administración y gestión de la red se realiza desde un Firewall Sophos SG-430 el cual hace la función de equipo perimetral para la infraestructura de red del hospital y permite la salida a internet. Desde ahí, se establecen las políticas de seguridad en la red desde internet o desde dentro del hospital, así como los direccionamientos de red.

En el segmento de distribución de la red, se cuentan con dos conmutadores mencionados en la tabla 1. El conmutador 3com 4200 de 48 puertos 10BASE-T/100BASE-TX, es decir, que soportan hasta 100Mbps. Este es el equipo de distribución secundario que soporta las conexiones de los hosts finales del hospital, sin embargo, los hosts clientes y la máquina de rayos x se encuentran conectados al conmutador Aruba HPE 2930F, cuyos puertos soportan velocidades 10/100/1000

³ Especificaciones ISO 11801:2002, EN 50173-1 y ANSI/TIA-568-C.2

Mbps. Hasta aquí, el ancho de banda de la red dispone de un amplio margen de disponibilidad de más del 90 por ciento para la transmisión de imágenes.

6.2 Caracterización y desempeño de la seguridad en la red

Garantizar la seguridad en la red es un aspecto de vital importancia para el normal desarrollo de las actividades propias de cualquier compañía cuya razón social este fuertemente ligada a las tecnologías de la información y la comunicación. Una infraestructura de red vulnerable puede representar pérdidas incalculables en términos de capital humano y capital físico, así como de la información misma la cual puede contener datos financieros, contables, operativos, etc., que son el eje de la normal operación de la compañía.

En este sentido, se hace imprescindible implementar políticas de seguridad en varias capas como se muestra en la siguiente figura:

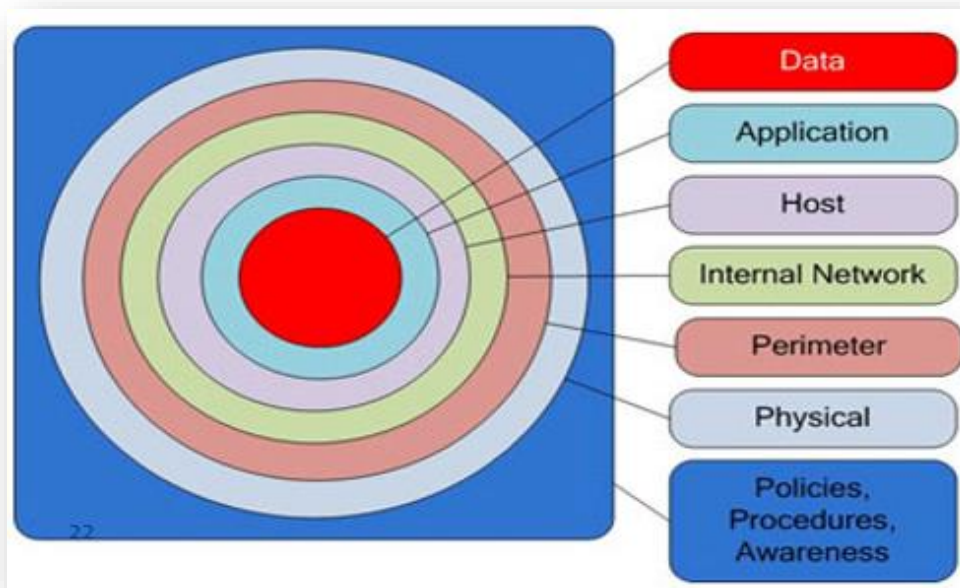


Figura 4. Políticas de seguridad en capas.

6.2.1 Políticas y procedimientos. Con el fin de garantizar la integridad, confiabilidad y disponibilidad en la red, se presenta un modelo de seguridad por capas que permite cubrir diferentes aspectos desde niveles de procedimiento de acceso físico a las locaciones donde se encuentran los equipos de telecomunicaciones, hasta la forma en que se accede a la información de la compañía.

6.2.2. Física y perimetral. Se establecen políticas de procedimiento de acceso y de conocimiento que permiten filtrar el acceso a personal no autorizado al lugar donde se ubican los equipos de telecomunicaciones. El centro de cableado se encuentra en un rack cerrado dentro de un cuarto destinado para el cableado. Las llaves de este centro de cableado se manejan por una sola persona y están fuera de la administración de las llaves de parte del cuerpo de vigilancia por tratarse de una locación especial y de acceso a personal no autorizado. Igualmente, las llaves del rack son manejadas sólo por dos personas en el hospital. De esta manera, se aplica seguridad a nivel de procedimientos de acceso en sitio o de acceso físico, a los equipos de telecomunicaciones.

6.2.3 Red interna. (Aplicación, acceso al medio y host). A nivel de la red interna, se cuenta con conmutadores administrables capa 3. Estos conmutadores permiten realizar funcionalidad de la capa tres del modelo TCP/IP en términos de enrutamiento estático. A nivel de acceso al medio, la autenticación basada en Web proporciona un ambiente basado en navegador, similar a IEEE 802.1X, para autenticar clientes que no soportan el supplicant IEEE 802.1X.- Autenticación basada en MAC autentica al cliente con el servidor RADIUS basado en la dirección MAC del cliente. Flexibilidad de autenticación- Multiple IEEE 802.1X users per port proporciona autenticación de múltiples usuarios IEEE 802.1X por puerto y evita que un usuario utilice la autenticación IEEE 802.1X de otro usuario. Esquemas de autenticación concurrentes IEEE 802.1X, Web y MAC por cada switchport aceptarán hasta 32 sesiones de autenticaciones IEEE 802.1X, Web y MAC. Las ACLs, listas de control de acceso, proporcionan filtrado IP de Capa 3 basado en dirección IP/subred de origen/destino y número de puerto TCP/UDP de origen/destino. El filtrado de puertos de origen permite que únicamente puertos especificados se comuniquen entre sí. RADIUS/TACACS+ facilita la administración de seguridad de cada switch, utilizando un servidor de autenticación de contraseñas. Secure shell cifra todos los datos transmitidos para acceso remoto seguro a la CLI sobre redes IP. SSL (Secure Sockets Layer) cifra todo el tráfico HTTP, permitiendo acceso seguro al GUI de administración basada en navegador del switch. Port security permite acceso solamente a direcciones MAC especificadas, las cuales se pueden aprender o ser especificadas por el administrador. MAC address lockout evita que direcciones MAC configuradas específicas se conecten a la red. Secure FTP permite la transferencia segura de archivos hacia y desde el switch; protege contra descargas de archivos no deseadas o copiado no autorizado del archivo de configuración de un switch. Switch management logon security ayuda a asegurar el inicio de sesión de la CLI de un switch, requiriendo opcionalmente autenticación de RADIUS o

TACACS+. Custom banner muestra la política de seguridad con los usuarios inician una sesión en el switch. STP BPDU port protection bloquea BPDUs (Bridge ProtocolData Units) en puertos que no requieren BPDUs, evitando ataques de BPDUs falsificadas. DHCP protection bloquea paquetes DHCP desde servidores DHCP no autorizados, evitando ataques denial-of-service. bloquea broadcasts ARP desde hosts no autorizados, evitando espionaje o robo de los datos de la red. STP root guard protege al puente raíz de ataques maliciosos de errores de configuración. Identity-driven ACL permite la implementación de una política de seguridad de acceso altamente granular y flexible, y asignación de VLANs específicas a cada usuario autenticado en la red. Per-port broadcast throttling configura el control de broadcasts selectivamente en puertos uplink con tráfico pesado. Por último, Private VLAN proporciona seguridad de la red restringiendo comunicaciones peer- to-peer para evitar una variedad de ataques maliciosos; típicamente, un switch port solo se puede comunicar con otros puertos en la misma comunidad y/o con un puerto uplink, sin importar la ID de la VLAN o de la dirección MAC de destino.

Los conmutadores tienen habilitados únicamente los puertos de red que están activos o conectados a equipos, de manera que si un atacante intenta conectarse bien sea directamente mediante las interfaces libres de los equipos de comunicaciones o a través de los puntos de red cableados disponibles en las instalaciones, no obtendrá direccionamiento IP de manera automática o dinámica (aún si conociera los segmentos de direccionamiento) y tendrá una limitante de acceso al medio para acceder a la red.

Por otra parte, se ha configurado una red de administración únicamente para los switches, de manera que los equipos de comunicaciones se encuentran bajo un dominio de broadcast totalmente independiente de las demás redes y de acceso limitado.

6.2.4 Protección perimetral. La red del hospital se encuentra protegida por un firewall next generation sophos sg-430, con capacidad para 200 usuarios. Con este equipo se proporciona seguridad a escala perimetral, es decir, protección a nivel externo o desde la red de internet, evitando así ataques de fuerza bruta desde diferentes ubicaciones fuera de la red interna.

Se proporciona igualmente, CFS (Content Filter Service), herramienta que crea listas blancas y listas para la clasificación de contenido, definidas por el tipo de servicio o de contenido ofrecido por las diferentes páginas web. Desde el firewall se crean y habilitan las listas de control de acceso de la red interna, así como se gestiona el direccionamiento, cumpliendo de esta manera, funciones de gestión de red interna y de seguridad perimetral.

Con esto se valida que el hospital cuenta con medidas ante la vulnerabilidad que pueda presentar la red ante amenazas de cualquier ataque a la red.

Como contramedida, se ha mencionado anteriormente que las imágenes generadas a partir de la máquina de rayos x son almacenadas en el equipo de escritorio ubicado localmente dentro de la sala. Sin embargo, un servidor local es el equipo central que gestiona el almacenamiento de imágenes, para que, de esta manera, se puedan generar constantemente copias de seguridad de la información directamente desde el servidor.

6.3 Instalación de Servidor Virtualizado

Se utilizó un servidor virtualizado LINUX y uno en Windows server 2012, en un sistema de virtualización llamado VMware vSphere Hypervisor™ (ESXi). En estas máquinas virtuales se habilito el acceso a las carpetas compartidas para permitir el acceso al aplicativo, permitiendo el

almacenamiento, centralización y acceso a la información en la transmisión de imágenes diagnósticas a través del formato DICOM.

Adicionalmente se instaló la licencia de Thinstuff XP/VS Terminal Server Standard el cual prestará el servicio de Escritorio remoto sin límite de conexiones a los equipos que lo requieran por sus características. Lo anterior se realizará adaptando y en muchos casos reestructurando la configuración del servidor con objeto de maximizar el rendimiento y reducir el impacto de esta actividad a los clientes finales.

6.4 VMware vSphere Hypervisor™ (ESXi)

Fue necesario contar con el software de virtualización VMware el cual está creado originalmente por la empresa alemana innotek GmbH con arquitecturas x86/amd64. Actualmente es desarrollado por Oracle Corporation como parte de su familia de productos de virtualización. Por medio de esta aplicación es posible instalar sistemas operativos adicionales, conocidos como «sistemas invitados», dentro de otro sistema operativo «anfitrión», cada uno con su propio ambiente virtual. El hipervisor está basado en la arquitectura VMware ESXi el cual garantiza confiabilidad y alto rendimiento.

El uso del software VMware vSphere Hypervisor™ (ESXi) permite instalar más aplicaciones en menos servidores y comenzar a ahorrar dinero a través de la reducción de costos en hardware, energía, refrigeración y los costos de administración (ver figura 3).



Figura 5. Estructura del VMware vSphere Hypervision

Con VMware vSphere Hypervisor, se puede:

- Ejecutar múltiples aplicaciones en un único servidor.
- Ejecutar un centro de datos más ecológico y reducir los costes energéticos.
- Copia de seguridad y recuperar aplicaciones con mayor facilidad.
- Virtualizar incluso aplicaciones críticas de negocio (ver figura 4).

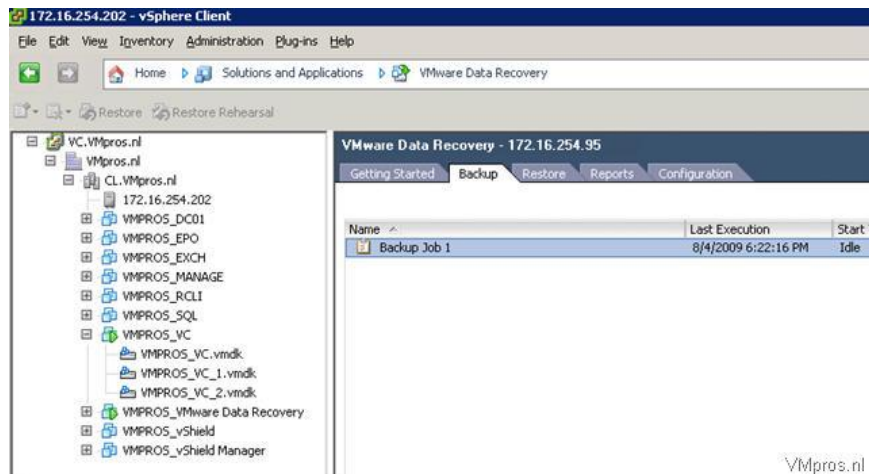


Figura 6. Captura de pantalla de la configuración del del VMware vSphere Hypervision.

El software de administración y monitoreo instalable sobre plataformas LINUX y Windows con posibilidad de acceso remoto, permite administrar el sistema virtualizado por VMware

vSphere Hypervisor™ (ESXi) y todas las máquinas virtuales creadas con un entorno gráfico muy intuitivo.

6.5 Thinstuff XP/VS Terminal Server Standard

Se requirió del software 1.1 Thinstuff XP/VS Terminal Server Standard que permite prestar los servicios de Terminal Server Bajo Windows. Este software es usado para permitir el acceso al aplicativo en los equipos que lo requieran (ver figura 5).



Figura 7. Software XP/VS Server

6.6. Data center

Tabla 1. Equipos que componen el Data center

Categoría	Equipos/Componentes	Otros
Rack central	Switch administrable capa 3 lite hp jl382a	48 puertos
	Switch administrable capa 3 apilable aruba hpe 2930f	48 puertos
Memoria	RAM 1 GB	
Procesamiento	77.4mpps switching 104gb, mac address 32k, vlans, qos/cos, ipv4/ipv6, dhcp	

Tabla 1. (Continuación)

Seguridad	firewall next generation sophos sg-430	200 usuarios
Energía	UPS online cdp upo22 6kva, un PDU con capacidad para doble fuente de energía redundante Dyrstel	
Internet	Fibra óptica	

Nota: * Equipos que componen el Data Center.



Figura 8. Data center. Adaptada por HPE (2019).

La clave para acelerar la eficiencia del flujo de trabajo es tener una buena comprensión de cómo funcionan las cosas y cómo obtener datos clínicos rápidamente y confiablemente, además de aprender a usarlos, es decir, operativamente saber cómo proceder para maximizar el conocimiento. Para lograr lo anterior, se propone seguir los siguientes pasos:

- Colaborar estrechamente con el equipo tecnológico: no sólo es el encargado de la informática para gestionar los datos, sino que también se puede depurar información duplicada o que no sirve, y eso sólo lo sabe el personal médico, haciéndolos útiles y precisos. Además, una vez que los líderes de práctica o de procesos identifiquen las herramientas de flujo de trabajo a implementar, el departamento tecnológico será responsable de lanzarlas.

- Capacitar al personal: todos los integrantes de un grupo deben estar familiarizados con los datos e información clínica, lo que significa ofrecer capacitaciones al personal sobre cómo es el funcionamiento y la gestión de la práctica basada en datos.
- Habilitar la transferencia de información: si es posible, implemente sistemas digitales que puedan automatizar diversas tareas y proporcionar detalles en tiempo real. Por ejemplo, crear un sistema que alerte al personal sobre los retrasos puede ayudar a administrar la atención al paciente.
- También es muy importante la constante comunicación: La comunicación en tiempo real es una de las formas más efectivas de transferir y administrar datos y problemas secundarios. Ayuda a eliminar los retrasos en la atención al paciente y puede prevenir errores en los registros clínicos y médicos.

7 Caracterización de parámetros de confiabilidad y accesibilidad de la Red

Para la medición de los parámetros de confiabilidad y accesibilidad de la infraestructura se realizaron pruebas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2019. A continuación, se muestran los indicadores que permitieron evaluar en términos de confiabilidad y accesibilidad el traslado de imágenes diagnósticas por medio de la implementación de la nueva infraestructura de red. Durante el mes de octubre de 2019, se realizó la toma de datos sobre el procedimiento anterior sin la implementación de la infraestructura de red, lo que permitió realizar comparaciones de casos exitosos, así como de tiempos de proceso y diagnóstico con el mes de noviembre y diciembre ya con la implementación.

En la Figura 9 se muestra el comportamiento del tiempo promedio del proceso de diagnóstico a partir de imágenes diagnósticas y su traslado respectivo. El promedio de tiempo se calculó de acuerdo a los tiempos transcurridos entre la generación de la orden de la toma de los rayos x y la realización de la nota medica del profesional después de la interpretación del resultado. (ANEXO1)

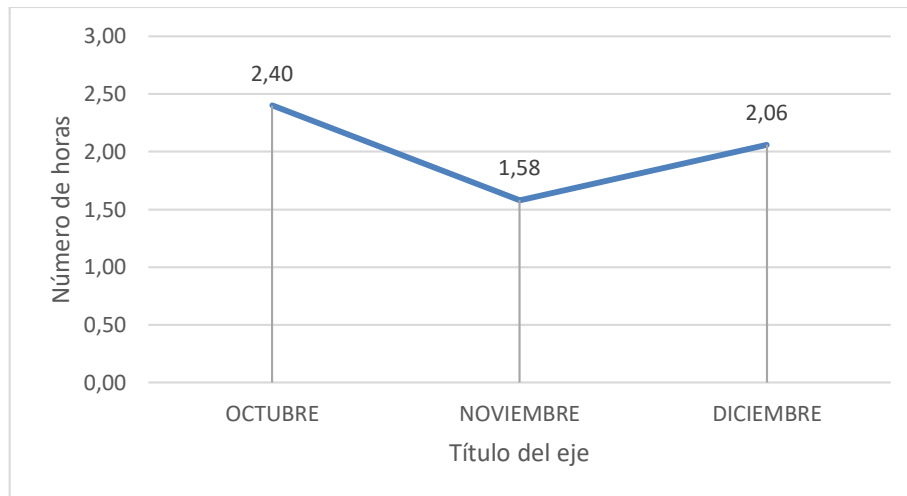


Figura 9. Evolutivo tiempo promedio de solicitud y diagnóstico en el traslado de imágenes diagnósticas

Como resultados, se logró evidenciar que el 100% de las solicitudes efectuadas sobre el proceso de traslado de imágenes diagnosticas se llevó a cabo sin contratiempos, ya que las 100 solicitudes del mes de noviembre y las 100 de diciembre, se logró un diagnóstico rápido para el total de solicitudes. Lo anterior permite afirmar que en términos de parámetros de confiabilidad la nueva infraestructura de red permite un desarrollo de procesos de manera fluida y sin contratiempos.

Tabla 2. *Resumen de la actividad en los tres meses de evaluación*

RESUMEN				
MES	USUARIOS	DIAGNÓSTICOS	Confiabilidad	TIEMPO PROMEDIO
	PROMEDIO			DIAGNÓSTICO
OCTUBRE	100	100	100%	2 horas 40 min
NOVIEMBRE	100	100	100%	1 hora 58 min
DICIEMBRE	100	100	100%	2 horas 06 min

Nota: * Resumen de la actividad en los tres meses de evaluación

En relación a los tiempos encontrados en los meses de prueba (noviembre, diciembre) y en el mes de control (octubre), se evidenció una reducción de 24% del tiempo que se demoraba el proceso de toma de imágenes, traslado y diagnóstico, ya que en el mes de octubre el tiempo alcanzado fue de 2 horas 40 minutos pasando 2 horas 02 minutos en los meses de noviembre y diciembre durante la implementación, cuarenta minutos menos en relación con el procedimiento anterior. Esta reducción del 24% del tiempo permite definir que la implementación de la infraestructura de red, no sólo permite diagnósticos más eficientes, sino que los procedimientos al estar enganchados a la red, la accesibilidad es completa en todo momento para quienes requieren de la información en todo momento.

Mejorar el flujo de trabajo puede ahorrar no sólo dinero, sino que también puede ahorrar tiempo a la práctica médica y a los departamentos que hacen parte de los procedimientos relacionados con la radiología y el traslado de imágenes diagnósticas. La disponibilidad de la infraestructura de red está fundamentada en la introducción de un sistema de monitoreo de confiabilidad que asegura una respuesta casi inmediata al evento: los datos de los puntos más críticos se pueden recibir varias veces por segundo, lo que garantiza una respuesta rápida del sistema y minimiza las posibles consecuencias negativas de situaciones de emergencia.

Tabla 3. *Recursos tecnológicos del departamento de radiología*

Nombre	Especificaciones de los elementos	v/r Unitario
Procesador de rayos x	Modelo AFP imagin con su respectiva mesa y dos tanques plásticos para revelado	\$10.800.000,00
Ecografo	Completo con cuatro transductores ref n° er4-9, 10ed, 3d4-8et,15-13is, c2-5el y una impresora sony modelo up-897md	\$51.881.000,00
Equipo de rayos x	Modelo-digired-fp con accesorio de color negro marca Samsung modelo sps01	\$616.685.000
Monitores	Monitores	\$200.0000
Equipos	Equipos de computo	\$2.140.000

Nota: * Recursos tecnológicos del departamento de radiología

Objetivos

- Brindar una atención eficiente al paciente que solicite este servicio.
- Ofrecer un servicio óptimo a los pacientes en los diferentes procedimientos radiológicos o de imagenología
- Garantizar la atención oportuna a los pacientes que se encuentren en los diferentes servicios de la institución.
- Trabajar en equipo con los diferentes profesionales de la salud, en pro de aquellos pacientes que requieran los servicios del Departamento de Rayos X.

Ningún operario/personal toma decisiones en situaciones de emergencia: se determinaron la mayoría de las amenazas y se conoce el procedimiento de acción; la unificación de los sistemas de ingeniería en la red lógica unificada, incluidos los mecanismos de toma de decisiones integrados en los sistemas de control automatizados, asegura una respuesta preestablecida de toda la infraestructura de red para traslado de imágenes diagnóstica.

Si los parámetros están fuera de los límites o se detectan fallas, el personal de servicio recibe advertencias y recomendaciones sobre la eliminación de la situación de emergencia.

La extensión de los puntos de control de los sistemas de red son esenciales, pues permite garantizar el cumplimiento de los parámetros de operación del equipo necesarios interfaz unificada de monitoreo y de control: el personal de servicio tiene una interfaz gráfica unificada de monitoreo y control para todos los sistemas desarrollados, lo que facilita la percepción de la información, permite el control en tiempo real de todos los parámetros, la detección oportuna de cambios en la operación y la ejecución de mantenimiento y reparaciones.

El sistema automatizado permite establecer los parámetros necesarios de la operación del sistema de ingeniería, controlar el cumplimiento de estos parámetros, controlar continuamente los parámetros del entorno, el estado de los equipos tecnológico con dispositivos de control independientes ya que el hospital San Juan de Dios de Floridablanca hace el esfuerzo para mantener la Institución con tecnología moderna, el departamento de radiología cuenta con los siguientes recursos tecnológicos.

8 Conclusiones

Para lograr la sostenibilidad en la calidad y seguridad de la atención médica, el departamento de radiología adoptó un enfoque proactivo que ayudó a identificar cuellos de botella en los flujos de estudio, lo que permitió optimizar los procesos en cada etapa de los estudios de imágenes, desde la entrada de solicitudes hasta la publicación de informes.

Ante la definición de los procedimientos que se relacionaban con la toma, traslado y accesibilidad a las imágenes diagnósticas, fue posible identificar aspectos fundamentales tales como el almacenamiento de las imágenes tomadas, el traslado de las mismas, las áreas que participan y sus funcionarios y tiempos de entrega al médico especialista para la interpretación.

Con el diagnóstico anterior, se logró determinar las fallas, obstáculos y demás interrupciones, pérdidas de tiempo y sobre-procesos que se adelantaban usualmente en la gestión entre radiología y su diagnóstico. Estas fallas causaban un traumatismo en la dinámica de entrega a tiempo de las imágenes, es decir, que se identificó que el flujo de la modalidad no era el correcto y la necesidad de corregirlo.

Ante el propósito de diseñar y desarrollar una infraestructura de red que permitiera ofrecer los servicios de almacenamiento y consulta de imágenes radiológicas en el E.S.E Hospital San Juan de Dios de Floridablanca, fue posible caracterizar las necesidades en términos de flujo de información para la estructura ya establecida, de tal manera que se pudiera corregir el procedimiento regular, mediante el análisis de capacidad de transmisión y de medios de transmisión.

Por último, sobre la necesidad de reconocer el funcionamiento de la infraestructura de red en parámetros de confiabilidad y accesibilidad, se establecieron categorías de análisis basadas en los

componentes de estos parámetros, tales como, definición de políticas y procedimientos, ajuste de aspectos de seguridad, tanto perimetral y física, como de acceso al medio y host.

Ya que el objetivo final era proporcionar a los médicos encargados, los informes de los radiólogos a tiempo para respaldar un diagnóstico clínico en un entorno complicado, se logró demostrar la dinámica del procedimiento con la nueva infraestructura de red, lo que se alineó con las iniciativas estratégicas de la organización logrando un uso significativo de los informes de radiología y permitiendo a los médicos iniciar el tratamiento con mayor rapidez, lo que sin duda se transforma en rápida atención al usuario, dinámica de diagnósticos y mejor calidad del servicio.

Referencias

- Awduche,D; Chiu, A; Elwalid, A; Widjaja, I; Xiao, X. . (Mayo de 2002). Visión y Principios de la Ingeniería de Tráfico en Internet. *Request for Comments (RFC)*, 3272.
- ACHC. (2019). *41.º Informe de seguimiento de cartera hospitalaria con corte a 31 de diciembre de 2018*. Asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas , Grupo de Investigación y Proyectos de la ACHC, Bogotá.
- Alvarez, L. R. (2013). DICOM RIS/PACS telemedicine network implementation using free open source software. *IEEE Latin America Transactions*, 1(11).
- Berry, L., David, B., Carter, & Brown. (1989). *Calidad de servicios, una ventaja estratégica para instituciones financieras*. Madrid: Díaz de Santos.
- Camps, R., Casillas, L., Costal, D., Gibert, M., Martín, C., & Pérez, O. (2005). *Software Libre: Bases de datos*. (U. O. Catalunya, Ed.) Barcelona: UOC Formación de Posgrado.
- Cañavate, A. (2003). Sistemas de información en las empresas. *Hipertext.net*(1).
- Councill, B., & Heineman, G. (2001). Definition of a Software Component and Its Elements. *Conference Proceedings*.
- Dominguez, L. (2012). *Análisis de sistemas de información* (Primera ed.). México, D.F: RED TERCER MILENIO S.C.
- Eysenbach, G. (Abril de 2001). What is e-health? *J Med Internet Res*, 10.2196/jmir.3.2.e20.
- Fundación Telefónica. (2008). *Las TIC y el sector Salud en Latinoamérica*. Madrid: Fundación Telefónica.
- Hernández, & Fernández. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hernández, L. (2014). *Fundamentos de la programación*. Madrid: Creativecommons.

- HPE. (2019). *hpe.com*. Obtenido de HPE OfficeConnect 1920S Switch Series: <https://buy.hpe.com/us/en/networking/networking-switches/hpe-officeconnect-1920s-switch-series/p/1009689650>
- Jhonson, G. (07 de julio de 2014). *Estados Unidos de América Patente nº US 2014/0358917 A1*.
- Lapiedra, R. D., & Guiral, J. (2011). *Introducción a la gestión de sistemas de información en la empresa* (Primera edición ed.). Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Millán, M. (2012). *Fundamentos de Bases de Datos*. Colección Universitaria, Universidad del Valle, Programa Editorial, Santiago de Cali.
- MINSALUD. (2015). *Informe al Congreso de la República 2014-2015*. Ministerio de Salud, Bogotá.
- MINSALUD. (2017). *Informe de Implementación de la Ley Estatutaria de Salud en Colombia*. Papeles en Salud, Ministerio de Salud, Bogotá.
- MINSALUD. (2018). *Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud*. Bogotá: Ministerio de Salud, República de Colombia.
- MINSALUD. (2019). *Resolución No.2654* . Bogotá: Ministerio de Salud.
- NY, C. T. (06 de Diciembre de 2018). *Estados Unidos de América Patente nº US 2018/0344160 A1*.
- OMS. (2019). *eHealth*. Organización Mundial de la Salud.
- Pérez, M., Tarajano, A., Bembibre, D., & Sánchez, M. (2013). Diseño e implementación del sistema de información interna para el Departamento de Imagenología del Hospital Provincial Manuel Ascunce Domenech de Camaguey, Cuba. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 24(2).

- RCR. (2010). *Standards for the provision of teleradiology within the United Kingdom*. The Royal College of Radiologists, Londres.
- Revet, B. (1997). *DICOM Cook Book for Implementations in Modalities* (1.1 ed.). Nederland B. V.: Philips Medical Systems .
- Rodríguez, A. (2013). *Diseño e implementación de una plataforma web para gestión documental (WebDoc)*. Proyecto Final de Carrera, Universitat Politècnica de València, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, Valencia.
- RYTE. (2018). Recuperado el 02 de Julio de 2019, de RYTE WIKI: Modelo en Espiral: https://es.ryte.com/wiki/Modelo_en_Espiral
- Sackett, D., Haynes, B., Guyatt, G., & Tugwell, P. (1994). *Epidemiología Clínica: Ciencia Básica para la Medicina Clínica* (Segunda ed.). Madrid: Panamericana.
- Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. México D.F: McGrawHill.
- Software Development. (2015). Recuperado el 02 de Julio de 2019, de metdlgsddesarrollodesoftware: <https://sites.google.com/site/metdlgsddesarrollodesoftware/modelo-contractual>
- Superintendencia de industria y Comercio. (2018). *boletín tecnológico* . Bogotá: SIC & Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial - CIGEPI.
- Wikilibros. (3 de Marzo de 2015). *Wikilibros. Lbros libres para un mundo libre*. Obtenido de Mejores prácticas para redes de datos/Topologías de Red: https://es.wikibooks.org/wiki/Mejores_pr%C3%A1cticas_para_redes_de_datos/Topolog%C3%ADas_de_Red#

Zennaro, M., & Fonda, C. (2012). Introduction to Open Source. *ICTP Radio Communications Unit of the ICTP ARPL*.