

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES



**“PROCESO DE EDICIÓN EN LA DIGITALIZACIÓN DE LA IMAGEN  
RADIOGRAFICA EN LOS DEPARTAMENTOS DE RADIOLOGIA E IMÁGENES  
DE LA RED PUBLICA HOSPITALARIA METROPOLITANA EN EL PERIODO  
COMPRENDIDO DE FEBRERO A JULIO DE 2016”**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACION PREVIO A OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES.**

**Por:**

Vega Villedas Samuel Adalberto  
Reales Oscar Mauricio  
Espinoza Ramos Luis Osmar

**Asesor:**

Lic. Juan Carlos Aguilar.

Ciudad Universitaria Octubre de 2016

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Lic. José Luis Argueta Antillon

**Rector a.i**

Lic. Roger Armando Arias

**Vicerrector Académico a.i**

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya

**Secretaria General a.i**

Dra. Maritza Mercedes Bonilla Dimas

**Decana Facultad de Medicina**

Licda. Dálide Ramos de Linares

**Directora Escuela de Tecnología Médica**

Lic. Roberto Enrique Fong Hernández

**Director Carrera de Licenciatura en Radiología e Imágenes**

## **AGRADECIMIENTS GENERALES.**

Agradecemos de todo corazón a nuestro padre celestial creador de todo por habernos dado la vida, por la oportunidad del aprendizaje y por haber guiado nuestros pasos en la tarea de dar por finalizado este trabajo, a pesar de todas las dificultades que surgieron, a nuestras familias que en todo momentos nos apoyaron directa e indirectamente, así como los amigos, compañeros y docentes que de una u otra manera ayudaron a la realización del presente trabajo.

Mencionamos nuestros más sinceros agradecimientos a las autoridades de los centros hospitalarios que abrieron sus puertas y nos brindaron el apoyo incondicional en nuestro trabajo de grado durante el año lectivo 2016.

También agradecemos la colaboración de nuestro asesor MsD. Juan Carlos Aguilar Ramírez, quien nos orientó, brido su profesionalismo, paciencia y sabiduría para que nuestro trabajo llegara a feliz término.

## **DEDICATORIA.**

### **A DIOS TODO PODEROSO.**

Por guiarme e iluminarme, por darme las fuerzas y la paciencia ya que me permitió alcanzar este logro académico, gracia a el quien me dio el don de la perseverancia y el aguante para llegar a esta meta a pesar de los diferentes tropiezos y barreras que tuve que superar en el camino.

### **A MI FAMILIA.**

A mi madre Juana Villedas quien siempre me ha apoyado incondicionalmente de diversas formas, a mi tía Julia Villedas quien siempre me animo a no desistir y seguir adelante con su apoyo, a mi padre Tomas Adalberto Vega Molina quien ya no está entre nosotros pero sé que estaría orgulloso de este logro académico.

### **AMIGOS Y COMPAÑEROS.**

A mis amigos y compañeros de trabajo que me animaron a seguir adelante y no desistir en esta carrera, a los amigos de corazón y compañeros de la UES graduados y egresados que hicieron posible llegar a al final de este camino que alcanzamos en nuestras vidas.

### **PROFESORES Y MAESTROS.**

Al profesor MsD. Juan Carlos Aguilar y demás Licenciados y maestros quienes me enseñaron a perseverar, a valorar el aprendizaje, a soportar y a fortalecer mí desempeño en la enseña y camino al profesionalismo de la carrera de radiología e imágenes.

**ATTE. SAMUEL ADALBERTO VEGA VILLEDAS.**

## **DEDICATORIA.**

### **A DIOS TODO PODEROSO.**

Por cuidarme, guiarme e iluminarme, darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para no desistir de mis sueños y hoy me permite alcanzar este logro académico, a pesar de las diferentes dificultades, tropiezos y barreras que tuve que superar en el camino Dios no me desamparo.

### **A MI MADRE.**

Rosa Isabel Reales, quien siempre me ha apoyado incondicionalmente de diversas formas, durante todo mi proceso de formación académica, por haber estado a mi lado y ayudándome económicamente.

### **A MI ABUELA MATERNA.**

Rosa Mirian Reales, por su apoyo incondicional.

### **A MI HIJA.**

Kimberly Reales Molina, por convertirse en mi mayor bendición e inspiración, para esforzarme cada día para finalizar mi formación académica y así brindarle un mejor futuro.

### **AMIGOS Y COMPAÑEROS.**

A mis amigos y compañeros del H.N.N.S.F Cojutepeque, por animarme, apoyarme a seguir adelante y no desistir en la lucha por mis sueños, a los amigos y amigas de los hospitales y de la UES que me apoyaron durante mi etapa de formación de igual forma a los graduados.

### **PROFESORES Y MAESTROS.**

Al Maestro MsD. Juan Carlos Aguilar y a los Licenciados y maestros, quienes fueron parte de mi formación, como un excelente profesional de la radiología e imágenes.

**ATTE. OSCAR MAURICIO REALES.**

## **DEDICATORIA.**

### **A DIOS TODO PODEROSO.**

Por haberme dado la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para superar los diversos obstáculos que se presentaron durante el trayecto de mi carrera y concluir con éxito esta investigación.

### **A MIS PADRES.**

Darío Sebastián Espinoza y Guadalupe del Carmen Ramos, por el cariño, el amor, la paciencia y el apoyo incondicional tanto moral como económicamente que me brindaron durante todo el transcurso de mi carrera.

### **AMIGOS Y COMPAÑEROS.**

A mis amigos y compañeros por esas palabras sinceras que me brindaron y motivaron para que siguiera adelante, a mis amigos Licenciados y Licenciadas de los diferentes hospitales donde realizamos las prácticas hospitalarias que me ayudaron y apoyaron e hicieron factible el aprendizaje.

### **PROFESORES Y MAESTROS.**

Al Lic. Juan Carlos Aguilar por haber sido nuestro instructor y guía durante nuestra formación académica y durante el periodo que duro nuestra investigación haciéndola posible.

**ATTE. LUIS OSMAR ESPINOZA.**

**INDICE.**

INTRODUCCION .....	x
--------------------	---

**CAPITULO I**

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	12
1.2 SITUACION PROBLEMÁTICA.....	13
1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	15
1.4 JUSTIFICACION.....	16
1.5 OBJETIVOS.....	17

**CAPITULO II**

2.0 MARCO TEORICO.....	18
2.1 ANTECEDENTES.....	18
HISTORIA.....	19
RADIOLOGIA DIGITAL.....	21
FOSFORESENCIA FOTO ESTIMULADA .....	21
SISTEMA DE ADQUISICION DE IMÁGENES DIGITALES EN	
RADIOLOGIA .....	22
RADIOGRAFIA DIGITAL COMPUTARIZADA (CR) .....	23
OBTENCION DE LA IMAGEN DIGITAL .....	24
PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN DIGITAL .....	25
DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA LA OBTENCION Y PROCESADO DE	
LA IMAGEN DIGITAL .....	27
IMPRESORAS DIGITALES .....	29
CONSOLA O MONITOR DE VISUALIZACION DEL TECNOLOGO.....	30
PROCESO DE EDICION .....	32
PACS (PICTURING, ARCHIVING AND COMMUNICATIONS) .....	35
RADIOGRAFIAS CON PANELES DE SENSORES PLANOS (DR) .....	39
BENEFICIOS DE LA EDICION EN LA RADIOGRAFIA COMPUTARIZADA	
CR .....	41

VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE PANELES PLANOS Y EDICION DR.	43
CALIDAD DE IMAGEN .....	44
DOSIS AL PASIENTE .....	47
ECONOMIA .....	49
CONTAMINACION A AREAS DE RADIOLOGIA .....	49
CONTAMINACION AMBIENTAL .....	50
2.2 SUPUESTOS DE LA INVESTIGACION .....	51
<b>CAPITULO III</b>	
3.0 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	53
<b>CAPITULO IV</b>	
4.0 DISEÑO METODOLOGICO.....	56
4.1 TIPO DE INVESTIGACION.....	56
4.2 AREA DE ESTUDIO.....	56
4.3 POBLACION Y MUESTRA.....	56
4.4 METODOS, TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS .....	57
4.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....	59
4.6 PROCEDIMIENTO PARA ANALICIS E INTERPRETACION DE DATOS .....	59
<b>CAPITULO V</b>	
5.1 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	61
5.2 ANALISIS E INTERPRETACION DE LA GIA DE OBSERVACION ....	83
5.3 DISCUCUION Y COMPROBACION DE LOS SUPUESTOS DE INVESTIGACION .....	87
<b>CAPITULO VI</b>	
6.1 CONCLUSIONES.....	89
6.2 RECOMENDACIONES .....	90
GLOSARIO .....	92
BIBLIOGRAFIA .....	95



ANEXOS .....	98
ANEXO 1. PROYECTO DE INTERVENCION.	
ANEXO 2. GUIA DE ENCUESTA.	
ANEXO 3. GUIA DE OBSERVACION.	
ANEXO 4. ESQUEMA DE ASPECTOS TECNICOS DE LOS METODOS DE ADQUISICION DE IMÁGENES DIGITALES.	

## **INTRODUCCIÓN.**

La tecnología electrónica digital ha incrementado la velocidad de procesamiento de las imágenes y disminuido los costos, hasta el punto de que la detección, el almacenamiento y la visualización totalmente electrónicos de la imagen Radiográfica están empezando a sustituir a la película en diversos procedimientos. Y lo que es más importante, las imágenes radiográficas almacenadas en una memoria digital pueden ser manipuladas de forma no posibles con respecto a la película. Tal manipulación permite al radiólogo aislar información de la imagen con contraste demasiado bajo para reconocerla en la radiografía convencional. La posibilidad de ver lo que antes era invisible ha abierto nuevos horizontes para el estudio radiográfico.

En nuestro país actualmente existen dos sistemas de revelados de imágenes radiográficas los cuales son el revelado convencional y el digital. Para la obtención de imágenes radiográficas se han utilizado casetas con películas radiográficas que mediante un proceso de revelado químico se obtiene la imagen, en el digital se reemplaza la película por receptores de rayos X el cual traslada la imagen hacia el computador en donde se puede imprimir a través de una impresora.

El presente documento fue realizado de manera ordenada, con una secuencia lógica y coherente que sea entendible para el lector y que este pueda comprender la importancia del revelado digital y su proceso para obtener imágenes radiográficas para el diagnóstico. El diseño de este documento se basa en seis capítulos, el capítulo I el cual contiene el planteamiento del problema, es decir el problema que se investigara lo cual nos motiva a realizar la investigación; situación problemática que es una descripción breve del problema que buscamos; la justificación y la viabilidad que harán posible llevar la a cabo y finalizara con los objetivos, que como en toda investigación será la finalidad que buscaremos.

El capítulo II está compuesto por: Marco teórico en esta reuniremos la información documental que nos permite dar respuesta a nuestro problema en estudio y los supuestos de la investigación.

Capitulo III se compone de la operacionalización de variables, que son las características o atributos que admiten diferentes valores de los cuales se elaboran las preguntas.

Capítulo IV en esta sección se encuentra el diseño metodológico, la cual será meramente descriptiva; El tipo de estudio, que se utilizara para realizar nuestra investigación; el universo o lugar específico donde se llevara a cabo la investigación y muestra se refiere al grupo reducido de personas de la población total; Método, recurso, técnicas e instrumentos que se usara para el procedimiento de la recolección de datos es decir planear la estrategia a seguir para recolectar la información necesaria; plan de tabulación de la información y análisis de los resultados, luego de recolectar datos estos se graficaran y se explicaran con el fin de analizar los resultados.

Capítulo V, en esta sección se encuentra plasmada la presentación y análisis de resultados obtenidos mediante las encuestas de manera tabulada y gráfica; así como también el resultado obtenido de la recolección de datos por medio de la guía de observación; además se encuentran el resultado de la discusión de los supuestos de la investigación.

Capítulo VI, en esta sección se explican las conclusiones y las recomendaciones a las que se llegó por medio del análisis la teoría y de los datos.

Finalizando con el glosario, bibliografía y los anexos que incluyen el proyecto de intervención y una serie de páginas que incluye copia de documentos importantes e instrumentos utilizados para realizar este trabajo.

# **CAPITULO I**

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

### **1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.**

Con el descubrimiento de los rayos X se dio un avance muy relevante en el área de la medicina ya que estos son capaces de representar el estado de las estructuras óseas, así como algunas enfermedades de tejidos blandos. Dentro de la radiología convencional se encuentran algunas limitaciones que van desde la captación y la obtención de la imagen, hasta el revelado de la película radiográfica ya que una vez obtenida la imagen es difícil mejorarla, además su revelado solo es posible mediante químicos. El término radiología digital se utiliza para denominar al sistema radiológico que permite obtener imágenes directamente en formato digital sin la necesidad de utilizar películas radiográficas ya que estas pueden ser enviadas a través de una red a un servidor para su almacenamiento y uso posterior. La evolución de la radiología se ha caracterizado por la adquisición, elaboración y la reproducción de la imagen dando un gran paso desde la radiología convencional hacia la radiología digital. En 1983 tuvo lugar la primera aplicación clínica de la radiografía computarizada en Japón, y a principios de 1993 se estaban usando más de 500 sistemas en centros de todo el mundo<sup>1</sup>. En la década de los noventa surgieron dos avances en la tecnología de la radiología digital, la radiografía computada (CR, Computed Radiography) y la radiografía digital directa (DR, Digital Radiography). La radiografía computada es similar a la radiografía convencional, solo que en lugar de utilizar una película radiográfica utiliza una caseta de fosforo que actúa como sensor de rayos X hecho con material fotoestimulante que almacena la información hasta que posteriormente es revelado con un lector láser que descifra y digitaliza la imagen. En la radiografía digital directa se elimina la necesidad de una caseta. Utiliza sensores electrónicos sensibles a los rayos x, estos sensores van conectados a una computadora creando una imagen radiográfica que será visualizada

---

<sup>1</sup> Historia de la radiología / Publicado por la Sociedad Europea de Radiología (ESR) En colaboración con la Sociedad Internacional de Historia de la Radiología (ISHRAD) Deutsches Röntgen Museum /Octubre de 2012 /Directora editorial: Julia Patuzzi /Editores: Simón Lee, Michael Crean /Dirección artística y diseño: Robert Punz/ (consultado el 21 de marzo de 2016).disponible en línea: [tp://www.internationaldayofradiology.com/wp\\_live\\_idor\\_uai3A/wp-Sociedad Argentina de Radio protección, Publicación 93, Gestión de dosis al Paciente en radiología digital, \[archivo digital\]](http://www.internationaldayofradiology.com/wp_live_idor_uai3A/wp-Sociedad Argentina de Radio protección, Publicación 93, Gestión de dosis al Paciente en radiología digital, [archivo digital])

en tiempo real en el monitor. La imagen digital en los últimos años ha tenido una continua evolución con tecnología cada vez más sofisticada que ha llevado a conseguir imágenes de mejor calidad, con lo que no cabe duda que en un futuro no lejano, la radiología convencional pudiera caer en segundo plano. La Radiología digital triunfa hoy día sobre la radiografía convencional ya que se ha convertido en una herramienta más eficaz y ahorra tiempo, añadiendo ajustes físicos como detalles a la calidad de la imagen antes de ser presentado además de ser tecnologías innovadoras que se han ganado su aceptación clínica, durante los últimos años muchos sistemas de revelado convencional han sido sustituidos por equipos digitales. Debido a esto pueden surgir algunos beneficios con respecto a la edición de la imagen ya que esta puede modificarse de tal forma que compense las deficiencia en una técnica mal empleada con herramientas como la modificación de contraste lo que a la larga perjudica el posible diagnóstico que el medico pueda dictaminar, además el equipo al ser de nueva generación puede generar dificultades en el personal que labora dentro del departamento de radiología por estar acostumbrados a trabajar con equipo convencional, lo que dificulta su transición de técnicas y posicionamientos de equipo convencional al digital el cual incluye el proceso de edición. A pesar de que la radiología digital se ha abierto brecha a paso lento en el sistema de salud nacional aún existe el reto de emplearlo por completo en la red pública hospitalaria metropolitana.

## **1.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.**

El diagnóstico clínico de patologías en los pacientes puede realizarse por medio de la toma de imágenes radiográficas y es necesaria una buena calidad en la imagen radiológica para un buen diagnóstico de una patología, anormalidad congénita o detectar cuerpos extraños provocados por accidentes de cualquier índole. En nuestro país, a nivel nacional los hospitales de la red pública, en los departamentos de radiología han comenzado a evolucionar en la adquisición de nuevas tecnologías que facilitan el proceso de obtención de imágenes radiográficas, avanzando a pasos cortos pero bastantes notorios tanto en los procedimientos radiológicos como en los equipos de radiología y con ello la forma de la sustracción de imagen, por ende el revelado convencional ha mostrado cierta

transformación convirtiéndose así de lo convencional a lo digital demostrando este último ser una herramienta más efectiva ya que ahorra el factor tiempo y añade ajustes físicos e importantes a la imagen radiográfica que el personal de radiología e imágenes pueden detallar y mejorar antes de ser presentado al especialista interesado en el cuadro clínico del paciente. La introducción de la radiografía digital en sus 2 formas, los equipos híbridos que hacen uso de un tubo de rayos X convencional junto con cassetas digitales que luego se procesan en un equipo especial y el equipo puramente digital que hace uso de un tubo de rayos X especialmente modificado para ser usado con un flat panel de captación de imágenes que está conectado directamente a una computadora con un programa especial que controla las técnicas y la edición de la imágenes obtenidas. La introducción de estos equipos digitales ha comenzado a generalizarse en los últimos años, posiblemente por los beneficios que presenta a la hora de obtener imágenes radiográficas con alta definición de estructuras y la posibilidad de editar el contraste de tales imágenes. El sistema digital es una modalidad operando que permite el archivo digital en memorias del sistema, eliminando el espacio físico que puedan ocupar las placas radiográficas, así como de los costos asociados a la gestión adecuada de los residuos químicos, generando una disminución en los costos, facilita también el envío de imágenes ya que pueden visualizarse electrónicamente en cualquier estación de trabajo conectada al sistema por las redes informáticas de los centros de salud. No obstante, la versatilidad de la imagen digital ha conseguido que los sistemas de radiología digital se estén imponiendo de manera más efectiva en estos últimos años, a pesar de sus detractores y de las limitantes económicas que presenta la red pública respecto a la privada<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Lenin Fisher. Historia de los rayos X y la radiología en América Latina. 2012 (consulta 16-03-2016) Disponible en línea: <http://leninfisher.blogspot.com/2012/01/historia-de-los-rayos-x-y-de-la.html>

### **1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.**

Por lo antes mencionado el grupo investigador genera la siguiente interrogante que servirá de guía para el proceso de la investigación.

¿Cuáles son los inconvenientes que se enfrentan en el proceso de digitalizar los departamentos de radiología e imágenes de la red pública hospitalaria metropolitana en el periodo comprendido de febrero a julio del 2016?



#### **1.4 JUSTIFICACIÓN.**

El presente trabajo de investigación es de gran importancia para la sociedad, porque desde la introducción de la radiología digital a la red salvadoreña de salud ha aumentado la aceptación en el medio, de igual forma aporta información indispensable que ayuda a los hospitales de la red pública metropolitana de salud a actualizarse sobre los nuevos equipos con los que cuentan los hospitales y cuáles serían los más adecuados para los que todavía no los poseen, de igual manera el grupo investigador desea profundizar sobre esta tecnología emergente y el uso de los equipos, ya que por el avance drástico y acelerado que está teniendo, la radiología convencional quedando relegada y en desuso, de la misma manera ir preparando a los profesionales en radiología sobre su uso, porque dentro de unos años podría ser definitivo su aplicación en el área, de igual forma presentar información más amplia sobre los elementos, factores, beneficio, ventajas y desventajas que se obtendrían al contar con los equipos de vanguardia y la forma correcta de utilización de toda esta diversidad de equipos con las que cuenta el mercado, para la edición de imagen radiográficas, con esta investigación se beneficiara a los usuarios de los hospitales públicos de la red metropolitana ya que podrán obtener una mejor calidad en la imagen radiográfica para su diagnóstico, además al implementarse la edición de la imagen radiográfica causara un impacto positivo en la economía, medio ambiente y menor exposición de radiación al usuario que se realizan estudios radiológicos, también la información obtenida sirve de guía para investigaciones posteriores de estudiantes o interesados en el tema y a su vez en la formación académica de los futuros profesionales en el área, de igual manera aportara a la sociedad en general que los profesionales adquieran un mayor conocimiento, que estos sean mucho más competentes sobre el uso de las nuevas tecnologías de edición de imágenes radiológicas, de igual forma será a un aporte de beneficio a los pacientes, porque disminuirá la exposición radiactiva recibida por el paciente y los profesionales prestaran un servicio con calidad, prontitud y eficiencia, de la misma forma proporcionarle al paciente imágenes de calidad que facilitaran al médico un diagnóstico más certero, ágil y preciso de las diversidad de proyecciones radiológicas a adquirir.

## **1.5 OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar cuál es el proceso de edición en la digitalización de imagen radiográfica en los departamentos de radiología e imágenes de la red pública hospitalaria metropolitana.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Identificar los equipos radiológicos en los departamentos de radiología e imágenes de la red pública hospitalaria metropolitana.
2. Conocer las habilidades y destrezas de los licenciados sobre el uso de los equipos de digitalización de imagen radiográfica.
3. Describir las ventajas y desventajas que genera la digitalización de la imagen al implementarse en los departamentos de radiología e imágenes.

# **CAPITULO II**

## **2.0 MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 ANTECEDENTES.**

Desde los días de Wilhelm Conrad Roentgen, la radiografía ha experimentado un proceso continuo de mejora y diversificación. Durante más de 100 años, se utilizaron películas radiográficas para diagnóstico por imágenes<sup>3</sup>. Durante la última década, hubo nuevos desarrollos en las aplicaciones tecnológicas que fomentaron nuevas técnicas que han ampliado considerablemente el espectro del diagnóstico radiográfico. A pesar del acelerado progreso de la radiología en el área de imágenes por resonancia magnética y tomografía computada, las radiografías simples torácicas, óseas y gastrointestinales aún representan hasta un 80% de todos los estudios realizados y la mayor parte de las radiografías que se sacan a diario. Tras la introducción del DSA (Digital Subtraction Angiography, Angiografía por Sustracción Digital) junto con los sistemas fluroscopicos a comienzos de 1980, los intensificadores de imágenes digitales se introdujeron en el campo de la radiografía de proyección. Este método nuevo fue utilizado primeramente para investigar el tracto gastrointestinal y otros estudios fluroscopicos. En el Congreso Internacional de Radiología (CIR) celebrado en Bruselas durante 1981, Fuji Photo Film Co. Ltd., presentó el concepto de radiología computarizada basado en la tecnología de la placa de fósforo fotoestimulable. A mediados de los ochenta, la placa de almacenamiento de fósforo comenzó como nueva técnica digital para los soportes de Bucky mural con grilla anti difusora y estudios en la cama del paciente. En 1983 tuvo lugar la primera aplicación clínica de la radiografía computarizada en Japón.

La radiografía por proyección convencional puede ser convertida en un formato digital mediante la digitalización de imágenes radiográficas estándar y la adquisición directa de la imagen digital, haciendo que los rayos x choquen con un sensor electrónico o un intensificador de imagen, o con el empleo de una placa de imagen que es barrida después por un láser, y un sensor electrónico encargado de leer la luz emitida.

---

<sup>3</sup> Josi Eduvigés Riva/ El Rincón del Vago, 100 años de Rayos X en El Salvador [monografía en Internet] España: Salamanca desde 1998, [acceso 21 de marzo de 2016] Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/100-anos-de-rayos-x-en-el-salvador.html>

A diferencia del barrido de la radiografía por proyección o los sistemas basados en un intensificador, que exigen adquirir la imagen con un equipo especializado, el sistema de placa de fósforo fotoestimulable reutilizable se puede emplear con cualquier equipo radiográfico estándar.

## **HISTORIA NACIONAL Y CENTROAMERICANO**

- ✓ El primer curso formal de residencia en Radiología digital se inauguró en 1981 en el Hospital del Seguro Social.
- ✓ El primer tomógrafo axial computarizado fue instalado en el Hospital Militar, en 1985.
- ✓ El Hospital Brito Mejía Peña introdujo el primer resonador magnético, en 1993.
- ✓ La ultrasonografía clínica fue introducida por los doctores G. Maza y T. de Burgos en 1978.
- ✓ El hospital general del seguro social fue el primer hospital en poseer un equipo de radiología indirecta CR fue un kodak “DirectView CR900”.
- ✓ El hospital Primero de Mayo del Seguro Social, fue uno de los primeros en poseer un equipo de rayos X digital indirecto
- ✓ En Costa Rica fue el primer país centroamericano en utilizar la radiología indirecta. Es por esto que este nuevo equipo permitía una mejor calidad de la imagen y por ende un diagnóstico más preciso. lo que reducía la exposición a pacientes, clientes y equipo de trabajo<sup>4</sup>.

## **EL SURGIMIENTO DE LA EDICIÓN DE IMÁGENES DIGITALES:**

Antes de las computadoras, manipulación de la foto se logró mediante retoques con tinta, pintura, doble exposición, reconstruyendo fotos o negativos juntos en el cuarto oscuro. También se utilizaron aerógrafos, de donde el término "aerografía" para la manipulación. Manipulaciones cuarto oscuro a veces se considera como arte tradicional en vez de habilidades relacionadas con el trabajo. En los primeros tiempos de la fotografía, el uso de la tecnología no estaba tan avanzada y eficiente como lo es ahora. Los resultados son

similares a la manipulación digital, pero son más difíciles de crear un primer ejemplo de manipulación fue en la década de 1860, cuando una foto de Abraham Lincoln fue alterado con el cuerpo de un retrato de John C. Calhoun y la cabeza de Lincoln a partir de un famoso retrato sentada por Mathew Brady - el mismo retrato que fue la base para el proyecto de ley original de cinco dólares Lincoln. La década de 1980 vio la llegada de retoque digital con los ordenadores que ejecutan Quantel Paintbox estaciones de trabajo de imagen se utilizan profesionalmente. Estas eran maquinas orientadas exclusivamente al retoque y edición de imágenes, posteriormente fueron sustituidos por Photoshop. Con el surgimiento de nuevos avances tecnológicos en el área de la edición digital se crean nuevas herramientas con el fin de mejorar el área de imágenes médicas.

Como campo de investigación científica, la imagen médica constituye una subdisciplina de la ingeniería biomédica, la física médica o medicina, dependiendo del contexto: Investigación y desarrollo en el área de instrumentación, adquisición de imágenes (erg. radiografía), el modelado y la cuantificación son normalmente reservadas para la ingeniería biomédica, física médica y ciencias de la computación, la investigación en la aplicación e interpretación de las imágenes médicas se reserva normalmente a la radiología y a las sub disciplinas médicas relevantes en la enfermedad médica o área de ciencia médica (neurociencia, cardiología, psiquiatría, psicología, etc. ) bajo investigación. Muchas de las técnicas desarrolladas para la imagen médica son también aplicaciones científicas e industriales.

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica<sup>1</sup>. La imagen es un fichero en la memoria de un ordenador o de un sistema que es capaz de enviarlo a través de una red a un servidor para su almacenamiento y uso posterior. Por el contrario la radiología analógica (Radiología convencional) utiliza para obtener imágenes, un chasis de fibra de carbono de refuerzo y película radiológica o si es radiología en tiempo real un intensificador de imágenes que se visualizan en un monitor a la vez que se están obteniendo. La radiología analógica ha demostrado a lo largo de más de diez décadas que es un sistema fiable y que con él se obtienen imágenes diagnósticas de gran calidad. A pesar de ello todo apunta a que sus días

están contados y que la radiología digital va ir sustituyendo paulatinamente a la radiología analógica. Este cambio es muy importante y tiene múltiples aspectos a contemplar.

**LA RADIOLOGÍA DIGITAL:** Es el conjunto de técnicas para obtener imágenes radiológicas escaneadas en formato digital.

La radiología digital se utiliza en medicina humana y veterinaria, odontología, pruebas no destructivas y de seguridad en que no es necesario tener el soporte en película.

**RADIOGRAFÍA DIGITAL:** Convierte las imágenes radiográficas en datos electrónicos que se pueden visualizar en un monitor y almacenar en discos de computadoras. Permite agrandar y ajustar determinadas áreas de la imagen para visualizarlas mejor.

#### **LA IMAGEN DIGITAL:**

Una imagen digital está compuesta por múltiples celdas o elementos de igual forma y tamaño. Como la resolución mide el número de píxeles por longitud, se deduce que a mayor resolución, mayor número de puntos de imagen en el mismo espacio y, por tanto, mayor definición. Es decir: resolución es definición. El intervalo de valores en el cual puede obtenerse la respuesta de un sistema se denomina rango dinámico.

La evaluación completa de la calidad de imagen basada en la información adquirida requiere una apreciación de la tarea de tomar imágenes y la medición de algunos de los parámetros fundamentales como la transferencia de la escala de grises, resolución, ruido e incidente de la exposición a la radiación.

#### **FOSFORESCENCIA FOTO ESTIMULADA:**

##### **CHASIS DIGITALES FOTOESTIMULABLES.**

La cara anterior es de fibra de carbono penalizada, este penalizado tiene la característica de atenuar los rayos X que llegan a la pantalla. Estos chasis están destinados a proteger la placa de imagen y no a controlar la luz. Posee una sola pantalla, que puede ser de fluoruro

haluro de bario o de halogenuros de bario, ésta es la parte de fósforo fotoestimulable. Estos chasis vienen de tres medidas principalmente: 18x24, 24x30 y 35x43 cm. Poseen además un código de barras para identificación de pacientes-películas en una de sus esquinas. La ventaja de estos chasis radica en que no se usan películas radiográficas, la imagen se forma en los cristales después de la exposición al paciente de rayos X, se transporta el chasis a una máquina especialmente diseñada para su revelado. Lo introducimos entre ambas pestañas y la máquina lo sujetará y transportará mecánicamente hacia su interior donde una vez dentro de la misma producirá la apertura del chasis, se expone la pantalla, a un efector láser, la cual foto multiplica la carga eléctrica que posee cada una de los cristales de la pantalla, esta luminosidad, produce una imagen analógica, que es captada por un foto receptor transformándola en una imagen digital, la cual se almacenará en un disco rígido del ordenador. La película radiográfica, pantalla de refuerzo y chasis radiográfico. A partir de allí se puede procesar la imagen e imprimirlas en películas radiográficas. La película radiográfica, pantalla de refuerzo y chasis rad.

Otro aspecto a considerar en el comportamiento de los materiales fotoestimulable es el decaimiento de la imagen latente con el tiempo transcurrido hasta la lectura. Los valores cambian de un producto comercial a otro; para el BaFBr: Eu<sup>2+</sup> se observa una pérdida de información del 25% después de 8 horas tras la irradiación (Kato 1994), mientras que este tiempo es del orden de decenas de segundo para el RbBr:Tl<sup>+</sup> (Nakazawa et al. 1990).

### **SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DIGITALES EN RADIOGRAFÍA:**

Se han desarrollado diferentes tipos de dispositivos para la adquisición de imágenes radiográficas digitales. Sin embargo, en la actualidad hay dos de ellos que dominan claramente el mercado, sin que sea previsible que tal circunstancia vaya a cambiar a corto plazo (VER ANEXO 4)



**Sistemas de radiografía digital:**

- Sistemas de radiografía computarizada, basados en fósforos fotoestimulables (CR).
- Sistemas de radiografía directa, basados en paneles planos (DR).

Existen otros sistemas, por ejemplo los que utilizan CCD`s para la obtención de imágenes, que juegan un papel destacado en la actualidad en muchos equipos de fluoroscopia y fluorografía pero que no parece puedan extenderse a la radiografía convencional, así como otros de carácter más experimental. No serán objeto de análisis en nuestro tema de investigación.

- **RADIOGRAFIA DIGITAL COMPUTARIZADA (CR)**

El fósforo de las pantallas de los chasis de CR, a diferencia de los fósforos de las pantallas reforzadoras, no emite instantáneamente la mayor parte de la energía que el haz de RX le depositó al interactuar con él, sino que la almacena durante cierto tiempo.

De todos modos este fósforo debe ser estimulado para que emita esta energía antes de que decaiga de forma espontánea. La razón de ello es que el fósforo de estas placas suele ser una mezcla de fluorohaluros de bario activados con impurezas de europio.

**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.**

Muchos sólidos, cuando son expuestos a radiación electromagnética (por ejemplo, de rayos X), absorben energía, energía que se almacena en forma de electrones ubicados en niveles excitados de la red cristalina. Con frecuencia, dichos materiales se des excitan de manera espontánea e inmediata, remitiendo la energía absorbida en forma de luz visible o ultravioleta. Sin embargo, algunos de ellos no se comportan de ese modo sino que conservan, al menos parte de la energía absorbida hasta que no reciben un determinado tipo de estímulo. Un caso particular lo constituyen los llamados fósforos fotoestimulables, que son aquellos que precisan ser iluminados para remitir, también en forma de luz, la energía

almacenada en su red. Estos son, por sus propiedades, los que han encontrado una aplicación del máximo relieve en radiología digital. Constituyen la base de los llamados **sistemas de radiografía computarizada (CR)**. Efectivamente, se puede depositar una capa de fósforo fotoestimulable sobre un soporte de dimensiones similares a las de una placa convencional, y disponer el conjunto en el interior de un chasis también similar en todo a los habituales. Cuando se coloca ese dispositivo en el lugar del chasis con la placa clásica y se expone a un haz de rayos X, la intensidad de radiación que llega a cada punto del fósforo estimula el material de manera proporcional, dando lugar a una imagen latente. Esta imagen latente sigue siendo en lo esencial una imagen analógica distribuida por toda la superficie del fósforo.

### **OBTENCIÓN DE LA IMAGEN DIGITAL.**

Dado el carácter fotoestimulable del material que contiene la imagen latente, es posible utilizar un estrecho pincel de láser (normalmente, de luz infrarroja) para extraer la información relativa a dicha imagen. El barrido del haz láser es similar al de una cámara de televisión. La señal luminosa emitida por el fósforo al desexcitarse tiene una intensidad extraordinariamente pequeña en comparación con la del láser estimulador para que resulte útil, es preciso proceder a un cuidadoso filtrado que la separe. Un tubo fotomultiplicador recoge la señal luminosa y la convierte en señal eléctrica. Un conversor analógico-digital cuantifica esa señal, normalmente con una profundidad de 12 bits, lo que permite un despliegue en 4096 niveles discretos. Cada una de esas lecturas de la señal produce el valor de exposición correspondiente a un píxel de la imagen y el barrido con el pincel láser a lo largo y ancho de toda la superficie dará lugar a una lista de números proporcionales a la cantidad de radiación que llegó a cada zona del fósforo, lista de números que constituye la base de la imagen digital propiamente dicha. El tamaño del píxel depende del barrido del haz láser y fundamentalmente del tamaño de dicho haz. Un haz láser más fino puede recoger la luz de una zona más pequeña del fósforo, dando lugar a una matriz con más puntos y mayor resolución. En el mercado existen equipos de CR con diámetro de láser entre 50  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$  y las matrices típicas asignan 2000 \* 2500 valores para un campo

radiográfico estándar de 35 cm \* 43 cm, pero existen ya matrices de 4000 \* 4000, con resoluciones de 10 píxel/mm.

En los sistemas de CR, una vez adquirida la imagen, es preciso borrar la información residual, cosa que se consigue normalmente mediante un barrido de todo el fósforo con un haz de luz intensa que vacíe las trampas electrónicas.

### **PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN.**

Una vez obtenida la imagen en formato digital, debe ser necesariamente procesada antes de su visualización. El sistema debe separar la señal útil correspondiente a la sección anatómica del paciente de los valores no válidos: bordes de colimación, zona expuesta a radiación directa, etc. Este intervalo de valores válidos debe ser recodificado para conseguir un contraste adecuado y una visualización correcta de todas las parte con interés diagnóstico en la imagen: partes blandas, hueso, etc. El procesador de imagen debe realizar ajustes distintos en la imagen digital en función del tipo de exploración, la anatomía explorada y la proyección. El primer paso en el procesado de la imagen suele ser la detección del campo de exposición, es decir la zona del fósforo que ha recibido radiación, bien directa o bien la que ha atravesado al paciente. El método típico suele ser la construcción de un histograma. Un análisis de este histograma, sus picos y zonas medias permite distinguir entre las partes que quedan fuera de los colimadores, así como las zonas que han recibido radiación directa (no han atravesado la anatomía del paciente). Una vez que se extrae la zona útil de la imagen, existen diferentes métodos utilizados por los diferentes fabricantes para mejorar el contraste y la resolución de la imagen. La visualización de los bordes y de pequeños objetos puede ser mejorada aumentando la amplitud de los componentes de alta frecuencia de la imagen mediante la aplicación de un filtro paso alto en dos dimensiones. En el modo más básico podría formularse como:  $Y = X + \alpha \cdot (X - \bar{X})$  Donde X representa los valores de pixel de la imagen original, Y la imagen resultante y  $\bar{X}$  la imagen formada por el promedio de cada pixel y su vecindad. La imagen diferencia  $(X - \bar{X})$  representa el contenido de alta frecuencia de la imagen y el factor de realce  $\alpha$  determina la cantidad de este componente que se agrega a la imagen final. El

intervalo de valores de pixeles que intervienen en la imagen útil puede ser demasiado amplio para poder mostrar las diferentes regiones con una resolución de contraste suficiente. Un realce de bordes con un núcleo muy grande puede utilizarse para mejorar el contraste de todas las zonas, reduciendo la contribución relativa de las componentes de muy baja frecuencia. Un paso más allá de este método, conocido como compresión del rango dinámico (DRC) consiste en aplicar:  $Y = (X - X) + g(X)$ . La imagen final es la suma de dos términos, uno primero en el que se ha suprimido la contribución del fondo o promedio, y un segundo que representa la contribución de dicho fondo. El primer término corresponde a la zona de frecuencias medias y altas que pasa sin modificaciones.

El término de fondo se comprime mediante una función  $g(X)$  cuya especificación depende del tipo de exploración. De este modo se reduce el rango dinámico sin disminuir el contraste de la imagen.

Una vez que se ha extraído la señal útil de los valores de pixel y se han realizado los distintos algoritmos para mejorar la calidad de imagen, el paso final es convertir los valores de pixel en valores de densidad con funciones o curvas de forma similar a las curvas características de las películas. Cada fabricante tiene sus propios procedimientos, distintos tipos de curvas para cada tipo de exploración, etc. para llevar los valores de pixel a valores de densidad.

#### REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE SISTEMA Y COMPATIBILIDAD.

- ✓ 5 MB de espacio libre en el disco rígido.
- ✓ 1.66 GHz de velocidad del Procesador.
- ✓ 512 MB de Memoria RAM.

La mayoría de los programas de edición son compatibles con Microsoft Windows XP/Vista/7.

## **DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA OBTENCIÓN Y PROCESADO DE LA IMAGEN DIGITAL.**

### **PANTALLAS Y CHASIS CR:**

Tanto desde el punto de vista físico como en el diseño, la pantalla CR es muy similar a la pantalla de refuerzo usada convencionalmente con la película radiográfica. Una pantalla CR está formada, en su forma más básica, por una capa activa situada sobre un soporte rígido o flexible.

La capa activa es el lugar donde se absorbe la energía procedente de la radiación, queda almacenada la imagen latente y posteriormente es estimulada para obtener la información del paciente. El BaFX:Eu<sup>2+</sup> se encuentra en forma de granos de un tamaño comprendido entre 3 y 10 nm (Kengyelics et al. 1998, Matsuda et al. 1993) que son mezclados con un polímero aglomerante como nitrocelulosa, poliéster o poliuretano. Las pantallas (placas) de fósforo son el medio de digitalización, éstas se encuentran cubiertas de un cassette o chasis que se colocan en primer lugar en el equipo de Rayos X, específicamente en el Bucky de la mesa o del estativo vertical en reemplazo de las películas convencionales. Cuando la pantalla de fósforo se expone a los Rayos X, los electrones (e<sup>-</sup>) del fósforo son excitados a un estado de alta energía (saltan a una banda de conducción), donde son retenidos con una vida media de 8 a 16 horas, formando una imagen latente. Las pantallas de fósforo son reutilizables, tienen medidas similares a las películas convencionales, entre ellas tenemos (horizontal x vertical):

- ✓ 14" x 17" (35.56 x 43.18 cm.) o 35 x 43 cm.
- ✓ 10" x 12" (25.4 x 30.48 cm.) o 24 x 30 cm o
- ✓ 11"x14" (25.4 x 35.56 cm.)
- ✓ 8" x 10" (20.32 x 25.4 cm.) o 18 x 24 cm.

Las pantallas de menor tamaño son usadas para Mamografía. Luego de recibir los disparos de Rayos X, la pantalla de fósforo se traslada manualmente al equipo CR. El traslado es un proceso similar al que se hace actualmente con la placa radiográfica convencional que se

lleva al Procesador Automático de Películas, pero el CR no requiere cuarto oscuro para el revelado. La desventaja es que se van degradando las pantallas de fósforo.

**PANTALLA DE FÓSFORO.** El panel de fósforo es un patrón de fósforos en capas sobre un cristal rígido o una estructura de polímero. Cuando se excita por el motor láser el panel de fósforo emite luz roja, verde o azul (RGB) muy cerca de la superficie, que crean cada píxel de color y sin filtrado de imágenes para no perder intensidad. Gracias a esta tecnología, estas pantallas tienen el mayor ángulo posible (por lo general, el doble que las pantallas LCD o LED), sin fallos por quemado del píxel. Este panel también puede ser modificado para adaptarse a las necesidades específicas de visualización mediante el uso de recubrimientos especiales o sustratos.

**PROCESADOR LÁSER.** El procesador láser es el encargado de gestionar y manejar el motor láser, se encarga del apagado y el encendido, así como su intensidad. Además incrementa la eficiencia del sistema al apagar el láser cuando la pantalla está en negro. El procesador define el color y coloca cada píxel. Gracias al bajo consumo del motor láser, aumenta la vida útil de la pantalla y reduce el consumo de energía.

**TIPO DE LÁSER.** El láser utilizado para estas pantallas es un láser de estado sólido que emite una longitud de onda de 405nm (azul-violeta). Este tipo de láser utiliza un medio activo que se encuentra en estado sólido, en vez de estar en estado líquido o en estado gaseoso. Este tipo de láser se asemeja mucho a los láseres de los dispositivos de almacenamiento de alta densidad (como el Blu-ray). Estado sólido, en vez de estar en estado líquido o en estado gaseoso. Este tipo de láser se asemeja mucho a los láseres de los dispositivos de almacenamiento de alta densidad (como el Blu-ray).

**VENTAJAS.** Esta tecnología en comparación con otras tecnologías, tales como LCD, LED y de proyección, ofrece una mayor eficiencia y una gran combinación de características como pueden ser:

**BAJO CONSUMO DE ENERGÍA:** gracias a su procesador láser consume muy poca energía (normalmente menos de 155W/m<sup>2</sup>), un 75% menos que las actuales pantallas LCD.

**ESCALABILIDAD:** La inteligencia incorporada en el procesador de imagen de vídeo de forma automática IP1 permite escalar imágenes a la mejor resolución posible para una configuración de pantalla determinada.

**AMPLIO ÁNGULO DE VISIÓN:** Permite un ángulo de visión de casi 180°.

**DURABILIDAD:** tiene una vida útil efectiva de más de 7 años.

- **DIGITALIZADORES DE RADIOGRAFIA (CR).**

El principio de funcionamiento de un equipo CR está basado en un dispositivo emisor de láser que hace un barrido a la pantalla de fósforo, la cual ha sido trasladada manualmente del equipo de Rayos X al equipo CR.

Cuando los electrones de la pantalla de fósforo absorben la energía del láser, emiten fotones de luz y retornan a su estado de energía original. Esta luz es recogida por una guía de luz de fibra óptica y transmitida a un arreglo de tubos fotomultiplicadores, los cuales convierten la señal luminosa en energía eléctrica analógica, que es amplificada y convertida a señal digital, para almacenarse finalmente en la computadora (estación de trabajo).

## **IMPRESORAS (CR)**

### **IMPRESORAS DIGITALES.**

El otro sistema de presentación de imágenes en radiología digital son las placas impresas: actualmente existen dos tecnologías de impresoras concurrentes en el mercado.

1. **IMPRESORAS LÁSER SECAS.**

Un haz láser incide en una película fotográfica. El barrido de la película se logra mediante un espejo deflector (fast scan) en la dirección “horizontal” y unos rodillos que mueven la película (slow scan) en la dirección “vertical”. El nivel de gris se logra modulando la intensidad del haz láser, ya sea directamente en el diodo emisor o mediante otro sistema (con fuentes láser de He-Ne).

## 2. IMPRESORAS TERMOGRÁFICAS.

La otra tecnología son las impresoras termográficas. En este caso un cabezal formado por una matriz de termorresistencias va pasando cerca de la película donde deposita su energía en forma de calor. En la emulsión de esta película sólo existen cristales de behenato de plata que se activan con el calor produciendo la opacificación de la película que es proporcional a la cantidad de calor depositada.

### **CONSOLA O MONITOR DE VISUALIZACIÓN DEL TECNÓLOGO**

El equipo Digitalizador CR está conectado a una Consola para que el tecnólogo identifique al paciente, realice anotaciones, mediciones y visualice de inmediato las imágenes recién adquiridas. Esta consola tiene características de una computadora, puede ser incorporada al CR por el fabricante de este último o puede ser una computadora conectada al CR. La Consola es solo de visualización para el tecnólogo, no es una Estación de diagnóstico para el médico Radiólogo.

### **MONITORES DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)**

Como cualquier tecnología asociada al fenómeno digital hemos asistido a una evolución muy rápida los monitores de cristal líquido (LCD) que ha permitido que en pocos años hayan superado en todas las prestaciones a los anteriores monitores CRT.

### **LA PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)**

Todas las pantallas de cristal líquido aprovechan la propiedad de la que gozan ciertas moléculas orgánicas de presentarse en un estado de la materia que no es exactamente ni sólido ni líquido. En efecto, comparten con los sólidos cristalinos la estructura de sus moléculas en una forma regular, y por consiguiente presentan planos de simetría, lo que se traduce a su vez en la capacidad para polarizar la luz en el caso de sustancias ópticamente activas. Además, su estado es líquido por cuanto las moléculas gozan de libertad para moverse casi libremente y fluir. Los cristales líquidos pueden (dependiendo de la naturaleza de la sustancia y de otros factores como la temperatura) presentarse en diversas fases. Las



moléculas de la mayoría de estas sustancias se presentan en una fase isotrópica donde dichas moléculas presentan una orientación aleatoria, en cuyo caso presentan una dirección privilegiada como respuesta a la presencia de un director. Dicho director puede ser cualquier factor externo, desde un campo eléctrico o magnético hasta una superficie con microsurcos.

### MONITORES LCD.

El paso que permitió construir los primeros monitores de cristal líquido (8" a 10" para una resolución de 640x480) fue la introducción de la tecnología STN (súper twisted nematic). En estos los cristales líquidos no se giran 90° respecto de la posición en circuito abierto sino 270°. En ellos los polarizadores no se colocan paralelos a la superficie del cristal sino formando un cierto ángulo. El principio para utilizar estos dispositivos no es tanto el de la transmisión de la luz como el de la birrefringencia. Así la colocación del polarizador, el espesor del cristal líquido y los dos rayos de luz obtenidos se eligen cuidadosamente para obtener un color particular en circuito abierto que maximice el contraste. El siguiente paso en la evolución fue la introducción de la tecnología DSTN (Dual scan súper twisted nematic). Esta tecnología consiste básicamente en separar la pantalla de cristal líquido en dos pantallas superpuestas. Con ello se gana en control sobre el píxel iluminado.

MONITORES TFT. No obstante los monitores DSTN adolecen de unas limitaciones que impiden que pudieran sustituir a los monitores CRT, consistentes en:

- ✓ Un tiempo de respuesta excesivamente lento (en torno a 200 ms), lo que influye también el problema del control de direccionamiento de los píxeles.
- ✓ Unos ángulos de visión muy limitados (90° en horizontal y 60° en vertical).

La solución consistió en dotar a cada píxel de su propia circuitería (lo que se conoce como tecnología de matriz activa) y aunque es conceptualmente simple, hasta la década de los noventa era tecnológicamente irrealizable para las dimensiones que se necesitaban y a un

precio que lo hiciera viable para el futuro. Hoy en día los monitores de matriz activa se realizan empleando la tecnología TFT (por *Thin Film Transistor* en inglés). Dicha tecnología consiste en una capa muy fina de transistores que permiten, con gran precisión el direccionamiento espacial de los voltajes necesarios para crear una imagen en un monitor LCD. Por lo demás, se volvía a la configuración TN para el cristal líquido. Con el paso del tiempo, dicha tecnología se ha visto también favorecida por una gran mejora en los tubos fluorescentes empleados para la retroiluminación de los monitores.

### **PROCESO DE EDICIÓN.**

La edición digital de imágenes se ocupa de la edición apoyada en computadores de imágenes digitales, comúnmente un gráfico remasterizado, en la mayoría de los casos fotos o documentos escaneados. Estas imágenes son editadas para optimizarlas, manipularlas, retocarlas, con el fin de alcanzar la meta deseada. Una de las metas puede ser eliminar las fallas que pueden haberse producido durante el escaneo o al fotografiar, por ejemplo sobreexposición, baja exposición, falta de contraste, ruido en la imagen, efecto de los ojos rojos, paradoja de las líneas paralelas en perspectiva, etc. Estas fallas se producen por defectos técnicos en los aparatos fotográficos, escáner, condiciones de trabajo precarias, fallas en la operación u originales defectuosos (grafica 1 en anexos).

### **PROGRAMA DE EDICIÓN**

A la aplicación con la cual se realiza la edición digital de imágenes se le llama editor de imágenes, el cual ofrece numerosas funciones en un menú o en una ventana de herramientas. Algunas de estas funciones o herramientas son:

- ✓ Procesamiento digital de imágenes para optimizar su visualización.
- ✓ Inserción de gráficos sobre las imágenes para brindar información en forma visual.
- ✓ Comparación de imágenes por superposición y paralelismo.
- ✓ Edición de imágenes para adecuar sus propiedades a las necesidades particulares

- ✓ Oscurecer y aclarar: por medio de estos algoritmos digitales se pueden imitar los logros de una virtual prolongación o disminución del tiempo de exposición de una virtual foto.
- ✓ Selección: algunas secciones de la imagen pueden ser seleccionadas por medio de círculos, rectángulos, lazos, polígonos, rangos de coloraciones, etc. Cada selección puede ser la inicial, agregarse a la ya existente o sustraerse de la ya existente. Después la selección puede ser tratada en forma aparte del resto de la imagen.
- ✓ Almacenar: este nombre genérico incluye por lo menos tres posibilidades:
  - Almacenar la imagen en el formato actual,
  - Convertir el formato actual a algún otro y luego almacenar la imagen en ese nuevo formato o Almacenar en el formato actual pero bajo un nuevo nombre
- ✓ Rotar: por medio de la rotación de una imagen pueden ser corregidas leves fallas al hacer la imagen, ya sea al fotografiar, escanear o al crearla por medio del editor de imágenes. También pueden ser logrados algunos efectos deseados en la imagen.
- ✓ Texto: Permite al usuario añadir textos personalizados a la imagen con el fin de destacar secciones o puntos.
- ✓ Tijeras: O herramienta de corte, permite reducir el tamaño neto de una imagen o seccionarla en diferentes porciones para su edición por aparte con la posibilidad de volverlas a unir.
- ✓ Color: el color juega en la edición de imágenes un rol importante. Las cualidades del color de la imagen pueden ser cambiadas con estas herramientas, como el tono, el matiz, valor o luminosidad, contraste simultáneo, la saturación, el modelo de color en caso de ser necesario, en imágenes monocromáticas desempeña el rol de modificar su contraste.
- ✓ Filtro: las imágenes pueden ser modificadas por medio de filtros. Estos pueden dar a la imagen un aspecto más brillante, pueden crear un relieve sobre la imagen o hacer aparecer una fuente de luz o disminuir la nitidez de la imagen.

- ✓ Efectos: se le puede dar a la imagen un efecto especial como lo es la visión infrarroja o el negativo de colores.
- ✓ Fotomontaje: en el Fotomontaje varias imágenes son añadidas en una especie de composición. .
- ✓ Lazo: con el lazo el usuario puede seleccionar una región con una línea trazada a pulso.
- ✓ Pintar: una de las funciones más básicas de un editor de imágenes es la función pintar. Para ello se pueden utilizar diferentes herramientas como lápiz, *spray* o "aerosol", etcétera, para simular diferentes técnicas de pintura. Se debe diferenciar "pintar" de "dibujar"; al pintar se cambian las características de cada píxel, uno por uno. Al dibujar se definen lugares geométricos por medio de definiciones matemáticas (vectores o senderos) como círculos, elipses, curvas, etc. Más tarde esas figuras geométricas son convertidas en píxel, pero hasta entonces son objetos geométricos.
- ✓ Enmascarar: al enmascarar se selecciona determinadas regiones de la imagen para sustraerlas de la elaboración que viene. De esta manera se puede trabajar sin dañar otras regiones.
- ✓ Zoom: para muchos trabajos a realizar es necesario una visión más detallada de la región, por ejemplo para corregir errores. Esto se obtiene con la herramienta zoom que aumenta o disminuye el acercamiento virtual de la imagen.
- ✓ Compresión: al almacenar un archivo el programa ofrece elegir el grado de compresión del archivo o la resolución de la imagen. Esto influye sobre el volumen del archivo y así sobre la rapidez de su transmisión en internet.

#### REDUCCION DE TIEMPO DE PROCESO DE EDICION.

El procesamiento digital de imágenes, incluye un conjunto de técnicas que operan sobre la representación digital de una imagen, a objeto de destacar algunos de los elementos que conforman la escena y ayuda en el tiempo de procesado de modo que se facilite su posterior análisis, bien sea por parte de un usuario (humano) o un sistema de visión artificial. En general, las técnicas de procesamiento de imágenes son aplicadas cuando resulta necesario

realzar o modificar una imagen para mejorar su apariencia o para destacar algún aspecto de la información contenida en la misma, o cuando se requiere, medir, contrastar o clasificar algún elemento contenido en la misma. También se utilizan técnicas de procesamiento, cuando se requiere combinar imágenes o porciones de las mismas o reorganizar su contenido. La imagenología médica, por su parte, considera un conjunto de modalidades de adquisición de imágenes médicas, las cuales se diferencian en cuanto a la naturaleza de los principios físicos involucrados en el proceso de adquisición. Adicionalmente existen también diferencias en cuanto a la aplicación médica. Las modalidades más comunes de imagenología médica son los rayos X, la tomografía computada, la resonancia magnética nuclear, la imagenología nuclear y la imagenología por ultrasonidos. El procesamiento de digitalización obtenido es realizado automáticamente en un ordenador mientras que el procesamiento semiautomático de la imagen es realizado por el tecnólogo a través de químicos. Los parámetros de pre procesamiento son dependientes de cada empresa fabricante.

### **PACS (picture archiving and communication system).**

Básicamente es un sistema de gestión que incluye la captura, distribución, visualización y archivo de las exploraciones radiológicas. Están muy relacionados con otros sistemas de gestión de información como los RIS y los HIS, aunque los PACS están dedicados a la gestión de imágenes, mientras que los HIS y RIS gestionan archivos de texto relacionados con la información. Físicamente están compuestos por uno o varios servidores, junto con uno o varios dispositivos de almacenamiento secundario y todo gestionado por un software que provee de información a los PC clientes.

Un PACS tiene los siguientes componentes:

- ✓ Sistemas de Adquisición de imágenes.
- ✓ Sistemas de transmisión.
- ✓ Sistemas de gestión.
- ✓ Sistemas de archivo.
- ✓ Sistemas de visualización.

### **Sistema de adquisición de Imágenes.**

La finalidad primordial de los PACS es integrar las distintas exploraciones de un paciente en un sistema que las haga disponibles en el espacio (Comunicación) como en el tiempo (Archivo). Los estudios de todas las técnicas, o como mínimo los que generan mayor actividad asistencial, debería estar conectados al PACS para rentabilizar el sistema asistencialmente.

### **Sistemas de transmisión.**

Desde hace algunos años se han desarrollado los soportes de hardware requeridos para mantener la comunicación entre los equipos que generan imágenes digitales (2,24). La red de área local (LAN, local área network), constituida por el sistema de cableado que interconecta los ordenadores y por el protocolo de comunicación, es la espina dorsal del PACS, proporcionando el transporte de imágenes y datos entre los equipos de adquisición, de gestión y archivo, y las estaciones de visualización. A medida que los PACS crecen el tráfico de datos que circula por la red alcanza un nivel de saturación. Teniendo en cuenta el cómputo del tamaño medio por el número de exploraciones radiológicas en un departamento universitario: exploraciones nuevas adquiridas (6 Gigabyte/día), estudios encaminados a más de un destino (6-12 GByte/día), estudios previos desarchivados (1-6 GByte/día), estudios para docencia e investigación (0.2 Gigabyte), informes e información adicional (0.001 Gigabytes), que dan un total de 13-25 Gigabyte al día.

### **Sistemas de gestión.**

La funcionalidad de un PACS reside, en buena parte, en las posibilidades de los programas -software- de gestión. La información textual: La demografía, datos de adquisición de las imágenes, datos administrativos, o localización de las imágenes en el sistema informático, se mantienen en un sistema de base de datos. La base de datos puede depender de un único servidor central con bases de datos parciales en cada uno de los equipos de adquisición o visualización, o bien puede tratarse de un sistema completamente distribuido con la información repartida entre distintos equipos.

### **Sistemas de archivo.**

Uno de los pilares del desarrollo de los PACS ha sido el de proveer un sistema de archivo rápido y eficiente (1-3). Formalmente se deben caracterizar tres niveles de memoria de archivo:

**RAM:** Exploración actual sometida a visualización, informe, o procesado de imagen. Es un archivo de acceso instantáneo, alta velocidad, baja capacidad (volumen), baja seguridad, elevado coste, y duración muy breve.

**Disco Magnético:** Exploraciones activas de los últimos días (7-15 días en ingresados), como archivo inmediato y comparación. Es un archivo de acceso en segundos, velocidad alta, seguridad media, volumen medio, y media duración.

**Disco Óptico:** Archivo activo y pasivo. Es un archivo lento, acceso en minutos, con alto volumen, elevada seguridad, bajo coste y larga duración.

El enorme volumen de datos generados limita el número de imágenes que se pueden disponer con acceso instantáneo en la memoria del equipo de visualización a una sola exploración. Los dispositivos de almacenamiento rápido: chips de memoria RAM y discos magnéticos, tienen límites físicos para acumular información por unidad de superficie o en relación al volumen del equipo (2).

Pese a ello, gracias al progreso tecnológico, es posible disponer de chips de memoria RAM de hasta 64 megabytes, o de unidades de disco magnético de varios gigabytes, con pequeño volumen y coste razonable, que hacen factible acceder a varios días de exploraciones sin utilizar el archivo en disco óptico, siempre más lento.

Este acceso rápido local es imprescindible para un uso efectivo de las estaciones de PACS, ya que liberan de las esperas ante el monitor o del uso de la red para comparar con las exploraciones previas más recientes. Las tecnologías actuales de disco magnético, como el RAID, permiten alcanzar velocidades de transferencia del disco cercano a los 20 Mbyte/sec, requeridas para el registro y reproducción de vídeo en tiempo real.

**Sistemas de visualización.**

Con la incorporación de la imagen digital a la radiología nació la necesidad de estaciones de trabajo. Los equipos que incorporaban las conexiones DMA (Direct Memory Access Ports) hicieron factible la realización, por pequeños fabricantes de alta tecnología, de los primeros equipos relativamente versátiles que permitieran visualizar, asociar, modificar, reconstruir en un plano espacial distinto, modificar el contraste, o adjudicar colores virtuales en imágenes digitales. Con la aparición y desarrollo de microordenadores estándar potentes, llamados estaciones de trabajo (Workstations), estos equipos han evolucionado hacia máquinas mucho más económicas y flexibles. Una estación de trabajo se caracteriza por tener un procesador rápido, gran memoria RAM, un sistema de disco rápido y amplio, un sistema gráfico de alta resolución, conexión a red, y utilizar el sistema operativo UNIX. Las más populares son las estaciones de arquitectura SPARC (Sun Microsystems Inc. Mountain View, CA, EE.UU.A.), con rendimientos entre los 30-100 MIPS, pero todos los grandes fabricantes de ordenadores producen este tipo de equipos.

RIS (Sistema de información radiológica): de almacenamiento de los datos del paciente que se encuentra asociado al PACS y constituyen parte de nuevas tecnologías de imágenes médicas digitales como distribución, presentación y administración de las imágenes que se toman generalmente en los servicios de radiología de cada servicio de salud.

HIS (sistemas de información hospitalaria): denominado también expediente electrónico, consiste en un programa o programas de cómputo instalados en un hospital. Esto permite:

- ✓ Llevar un control de todos los servicios prestados a los pacientes.
- ✓ Obtener estadísticas generales de los pacientes.
- ✓ Obtener datos epidemiológicos.
- ✓ Detallar el coste de atención prestada a cada paciente.
- ✓ Llevar un estricto expediente clínico de forma electrónica
- ✓ Facilita el acceso y obtiene los datos sobre el tratamiento del paciente en forma más segura, con prontitud y eficiente.
- ✓ Tiene los datos más precisos y le facilita a los proveedores del servicio de salud.



## **RADIOLOGÍA CON PANELES DE SENSORES PLANOS (DR)**

La obtención de imágenes radiológicas con paneles planos (flat panels), llamada en ocasiones radiografía directa aunque con una cierta ambigüedad en la terminología, supone un proceso digital desde la captura inicial. No utiliza ningún paso intermedio de revelado, lectura láser ni nada por el estilo.

La imagen se obtiene directamente a partir de la interacción de los rayos X con un detector de características avanzadas. Los resultados de dicha interacción se transforman, inmediatamente, en señales eléctricas mediante una matriz activa de transistores de película delgada (TFT's) que cubre toda la superficie del detector. Es decir, no hay ningún proceso externo al propio panel plano entre la interacción de la radiación y la obtención de una imagen en formato digital.

En lo que a la estructura y propiedades del detector propiamente dicho, existen dos soluciones tecnológicas principales, cada una de ellas con las lógicas variantes en función del fabricante, que se disputan el mercado actual. Son las basadas en:

- ✓ Detectores de selenio (llamadas de detección directa)
- ✓ Detectores de silicio (llamadas de detección indirecta)

### **➤ PANELES DE SELENIO (DETECCIÓN DIRECTA)**

Este tipo de dispositivos emplean un detector constituido por una capa de selenio amorfo, material que presenta propiedades muy peculiares cuando interacciona con los rayos X. Efectivamente, la absorción de la energía de éstos da lugar a la aparición de pares electrón-hueco, es decir, de parejas de cargas negativas y positivas.

Si entre la parte frontal y la posterior de la capa se establece un campo eléctrico de intensidad suficiente, tales cargas migran al electrodo correspondiente. Uno de los electrodos, el posterior, se constituye en electrodo recolector de cargas y se le acopla la matriz de TFT's antes citada. Cada uno de los elementos de esa matriz actúa como un

medidor de la carga recogida justamente sobre él, que es esencialmente proporcional a la cantidad de radiación que ha incidido en esa pequeña área del detector.

Los paneles planos basados en el selenio amorfo son la forma más directa de captura digital de imagen que se utiliza en la práctica actual. Efectivamente, la interacción de los rayos X da lugar a la aparición local de cargas eléctricas, que son inmediatamente medidas también de forma local. Además, se suele argumentar, el propio campo eléctrico encargado de recoger la carga, y su propia distribución, garantiza que dichas cargas no se difunden lateralmente, lo que contribuye a la nitidez de la imagen y a un incremento de la resolución espacial. La limitación clásica que se atribuye a los detectores de selenio es una cierta remanencia de la imagen previamente adquirida, asociada a la persistencia de cargas eléctricas residuales una vez leído el detector. Esa remanencia plantea algunas dificultades para la obtención de imágenes dinámicas y exige aplicar técnicas de borrado de la imagen previa algo más complejas que con otros materiales.

#### ➤ PANELES DE SILICIO (DETECCIÓN INDIRECTA)

Los paneles de silicio amorfo utilizan como detector una lámina fluorescente, de yoduro de cesio (CsI), de sales de tierras raras o de otro material equivalente. Este tipo de materiales, bien conocidos por su empleo en intensificadores de imagen, en pantallas de refuerzo y en otras aplicaciones, emiten luz con gran eficiencia al absorber radiación de rayos X.

Por detrás del detector en sí se coloca una capa de silicio amorfo fotoconductor, cuya misión es transformar la luz producida en la lámina fluorescente en cargas eléctricas. Tales cargas, del mismo modo que en el panel de selenio, son medidas localmente por cada uno de los TFT que constituyen la matriz electrónica activa, dando lugar a un valor, esencialmente proporcional a la cantidad de radiación incidente.

Los paneles de silicio amorfo no producen carga eléctrica directamente a partir de la interacción de los rayos X con el detector, sino que utilizan una fase intermedia en la que la energía absorbida en dicha interacción se transforma en luz y, luego, ésta en carga. Por ello suelen describirse como de detección indirecta. Evidentemente, ambos procesos tienen

lugar dentro del propio panel y son prácticamente instantáneos, de modo que para el usuario resultan en muchos aspectos equivalentes.

## PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN OBTENIDA CON PANELES PLANOS

Una vez obtenida la imagen en formato digital, que de manera directa producen los paneles planos, sigue siendo necesario un procesado de la imagen antes de su visualización. El sistema separa la señal útil correspondiente a la sección anatómica del paciente de los valores no válidos: bordes de colimación, zona expuesta a la radiación directa, que en lo esencial, sigue la misma lógica y los mismos pasos descritos en la radiografía computarizada. Aunque puede haber ligeras diferencias en el tratamiento.

## **BENEFICIOS DE LA EDICIÓN EN RADIOGRAFÍA COMPUTARIZADA (CR)**

De la radiografía computarizada (CR) se citan habitualmente ventajas de diversa índole que se discuten a continuación:

- A. Es posible la reducción del consumo de película, y el consiguiente ahorro económico, puesto que la imagen digital obtenida no precisa necesariamente su impresión. Cabe distribuirla en formato electrónico y visualizarla en monitores adecuados. No hay que ocultar, sin embargo, que esta eventual ventaja está asociada, más que al sistema de adquisición en sí, al desarrollo de un sistema digital completo, basado en un PACS y una red de distribución potentes. El mero ahorro en placas debe considerarse conjuntamente con las muy importantes inversiones y gastos de mantenimiento necesarios para alcanzar ese objetivo.
- B. Suele decirse que los sistemas de radiografía computarizada ahorran también dosis a pacientes. Es una ventaja potencial que no siempre se materializa. Los sistemas de CR permiten efectivamente obtener imágenes con dosis menores a las empleadas en los convencionales, pero, con frecuencia, a cambio de una calidad discutible. La

eficiencia, de los fósforos fotoestimulables no es en general mayor que la de los sistemas de placa-pantalla, de alta sensibilidad, utilizados en épocas recientes.

- C. Se reduce drásticamente la repetición de exploraciones. El amplio rango dinámico de cualquier sistema de radiografía digital, y en particular de la CR, hace prácticamente imposible la sobreexposición o la subexposición en una imagen, lo que evita la necesidad de repeticiones por esas causas. En muchas ocasiones, suele interpretarse esto como una reducción adicional de dosis a los pacientes. Pero debe tomarse el argumento con precaución puesto que, si bien es cierto que el sistema permite evitar repeticiones en un caso individual, también hace posible la toma sistemática de radiografías con valores elevados de dosis.
- D. La imagen es digital. En cierto modo, esta es la ventaja clave. Con una inversión relativamente reducida, como se argumentaba más arriba, se dispone de una imagen con todas las ventajas que supone su carácter digital, esto es, con las posibilidades de procesado, transmisión, archivo local y remoto, visualización, anotación, etc. Como se ha mencionado más arriba, la tecnología digital supone separar las funciones de adquisición, gestión y visualización de las imágenes, lo que a su vez permite optimizar de manera independiente y más eficiente el funcionamiento de cada uno de los subsistemas implicados.
- E. La calidad obtenida es satisfactoria. En realidad, no se ha podido demostrar hasta la fecha que la CR garantice una calidad mayor que la radiografía convencional con película-pantalla. Puede afirmarse, sin embargo, que la CR, con equipos correctamente ajustados, produce una calidad de imagen elevada y, lo que es quizás más importante, estable. En cualquier caso, la calidad obtenida en CR es distinta en algunos aspectos que luego se comentarán, en relación con la que se obtiene en sistemas convencionales optimizados.

## **VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE PANELES PLANOS Y EDICIÓN EN ESTOS (DR)**

Al margen de las diferencias tecnológicas entre los paneles de uno u otro tipo, cuyo desarrollo en los próximos años permitirá establecer sobre bases más fundadas la eventual superioridad de una u otra alternativa para diferentes aplicaciones, todos ellos presentan ventajas notables que se discuten en lo que sigue:

- A. Permiten una reducción de costes directos y de manipulación si conducen a la desaparición más o menos progresiva de la película como soporte de la imagen. Pero, como en el caso de la radiografía computarizada, tal ahorro está más asociado al desarrollo de un sistema de procesamiento, archivo, distribución y visualización digital de las imágenes que al proceso mismo de su adquisición.
- B. Como en el caso de la radiografía computarizada, la clave reside en que la imagen obtenida es digital, con todas las ventajas que esto conlleva en cuanto a las posibilidades de procesado, transmisión, archivo local y remoto, visualización, anotación, etc. La separación entre los procesos de adquisición de las imágenes y los de su posterior archivo, transmisión y visualización sigue siendo la base para una optimización más depurada de todos esos procesos.
- C. En cuanto a la calidad obtenida, los sistemas de panel plano compiten muy ventajosamente. Es cierto que en algunos aspectos, por ejemplo en lo relativo a la resolución espacial, siguen sin alcanzar los altos valores teóricos de la película convencional; pero, aun así, en otros muchos y en el conjunto global, son capaces de producir imágenes de calidad muy apreciable, mucho más estable y con posibilidades muy grandes de adaptación a cada necesidad concreta. En particular, su resolución de contraste es muy superior a la de los sistemas convencionales.

## **LIMITACIONES DE LA RADIOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y EL PROCESO DE EDICIÓN.**

La radiografía computarizada también tiene algunos inconvenientes que han de ponerse en relación con sus ventajas. Hay que citar principalmente los siguientes:

- A. La obtención de imágenes con la tecnología CR, debido al sistema de lectura del fósforo, tiene limitada la capacidad para registrar con fidelidad estructuras o detalles de dimensiones muy pequeñas. Dicho de otra manera, el tamaño del haz láser determina el tamaño de pixel y limita la resolución espacial máxima que puede obtenerse en la imagen final.
- B. Como cualquier sistema de imagen, los fósforos fotoestimulables tienden a degradarse con el uso y pueden producir artefactos similares a los que se producen en las pantallas de refuerzo. Pero, además, los artefactos pueden proceder también del sistema de lectura, por ejemplo por desajuste del arrastre mecánico, como se muestra en una imagen de una rejilla uniforme. También hay que contar con la posibilidad de fallos en la estabilidad del lector (del láser o del fotomultiplicador de lectura) o del sistema de borrado.
- C. Los sistemas de edición de imagen pueden presentar dificultades para aprovechar su máximo desempeño debido a la falta de conocimiento o habilidades que pueda tener el personal que lo utiliza si este no ha tenido una capacitación adecuada en uso de sistemas digitales y parámetro de calidad de imagen.

## **CALIDAD DE IMAGEN.**

Se ha comentado que la calidad de la imagen digital puede ser comparable, mejor en algunos aspectos y más limitada en otros, en comparación con la imagen analógica convencional. Presenta, en cualquier caso, algunos aspectos diferenciales. El análisis de las imágenes radiológicas es un asunto muy complejo y resulta difícil expresarlo en términos simples. Para comparar sistemas, es necesario, sin embargo, tratar de objetivar algunos de sus elementos.

Un conjunto de características clásicas que han servido para definir objetivamente un sistema de imagen son las siguientes:

- ✓ Resolución espacial
- ✓ Contraste (o resolución de contraste)
- ✓ Ruido

A ellas se suele añadir una función adicional:

- ✓ Eficiencia de detección cuántica (DQE)

### ➤ RESOLUCIÓN ESPACIAL.

Es una medida de la capacidad del sistema para representar en la imagen detalles finos del objeto, como son estructuras de pequeño tamaño o bordes nítidos. Naturalmente depende del contraste de dichas estructuras o bordes y suele expresarse como una función, llamada función de transferencia de modulación (MTF), que da, para cada frecuencia espacial, la relación de contraste entre la imagen y el objeto original. Cuando se muestra un aspecto típico de la MTF para una combinación convencional película-pantalla y para un sistema digital. Se verá que ambas curvas tienen una forma diferente. En el sistema convencional para radiología general, la MTF va reduciendo su valor progresivamente con la frecuencia, de modo que alcanza un valor de 0,02 para una frecuencia del orden de 5 pares de líneas (ciclos) por milímetro. En el sistema digital, la MTF cae bruscamente a partir de una frecuencia de corte, por ejemplo, de 2,5 pl/mm, o de 3,5 pl/mm, determinada por la frecuencia de muestreo del láser o de la matriz de TFT's. Sin embargo, hasta alcanzar ese valor es más alto, es decir, para frecuencias muy interesantes en radiología, de entre 1 pl/mm y 2 pl/mm, ofrece un mejor rendimiento en términos de imagen.

Hay que notar que la detección de objetos más pequeños que el límite de corte es posible en sistemas digitales, aunque no lo sea la definición de sus bordes o la separación de grupos de tales objetos muy próximos entre sí. En este sentido, la resolución en sistemas digitales tiene características algo distintas de la que ofrecen los convencionales, con ventajas e inconvenientes según las aplicaciones.

➤ CONTRASTE:

La capacidad de distinguir estructuras de similar grado de atenuación para los rayos X puede expresarse como el porcentaje de contraste entre ellas que es posible distinguir en la imagen. En este punto, los sistemas digitales tienen ventajas indiscutibles.

En los convencionales, el contraste entre estructuras viene determinado de manera definitiva por la técnica empleada, la película seleccionada y el proceso de revelado. Una vez procesada la película nada puede hacerse para mejorar los contrastes. En los digitales, la linealidad del detector en un amplio intervalo de niveles de exposición permite la presencia de microcontrastos continuos a lo largo de todo ese intervalo. Como la visualización de la imagen está físicamente separada de la adquisición, la imagen que aparece en el monitor o en una copia a placa tendrá unas ciertas características de contraste que, en un determinado modo de presentación pueden ser similares a las de la película convencional. Pero siempre existe la posibilidad de actuar sobre la anchura y el nivel de ventana para desplegar contrastes locales muchos mayores aunque sea preciso para ello utilizar técnicas de pos-procesado más o menos automáticas.

➤ RUIDO DE LA IMAGEN.

Un objeto uniforme no produce una imagen completamente plana. En ella aparecen unas ciertas variaciones aleatorias de intensidad como consecuencia de la variación estadística en el número de fotones que llegan al receptor y también por el propio comportamiento de éste y de la eventual electrónica asociada (en sistemas digitales). Tal circunstancia se describe como ruido de la imagen.

En las aplicaciones convencionales, el ruido correspondiente al sistema de imagen está muy asociado en la práctica a las características propias de la película, de la pantalla de refuerzo y del proceso de revelado. Para los sistemas digitales, dada su latitud mucho más amplia, en la formación del ruido no sólo intervienen los factores asociados al propio sistema de imagen sino también la intensidad de la señal. Efectivamente, es posible adquirir imágenes con dosis muy pequeñas a costa de incrementar el ruido de manera apreciable. O, por el



contrario, cabe reducir drásticamente el ruido a base de aumentar la dosis. La variación del ruido con la intensidad de la señal se convierte así en un factor fundamental de la calidad de imagen.

### **DOSIS AL PACIENTE:**

En la radiología digital, el hecho de que un paciente reciba una dosis mayor por imagen a menudo significa una mejor calidad de imagen. Sin embargo, existe una tendencia a utilizar dosis mayores a la necesaria y este es un hecho que debería evitarse. Las distintas técnicas de producción de imágenes implican diferentes niveles de calidad. Deberán establecerse criterios de calidad para todas las técnicas. El objetivo es evitar las dosis innecesarias al paciente, es decir dosis que no agreguen beneficios al propósito clínico esperado.

La calidad de la imagen puede verse comprometida por niveles por niveles inapropiados de compresión de información o por técnicas de pos procesamiento que deberían definirse a través de la modalidad y la técnica de diagnóstico por imágenes. La información sin procesar obtenida por la radiología digital debería quedar a disposición del usuario, en el caso de los sistemas digitales de fluoroscopia, resulta sencillo obtener (así como eliminar) las imágenes. Puede haber una tendencia a obtener más imágenes de las necesarias, que irradiarían al paciente más de lo que es necesario en términos clínicos. Resulta necesario llegar a un acuerdo sobre los protocolos de procedimiento para afrontar este problema, los niveles de referencia para diagnósticos locales (NRD) son herramientas útiles que permiten administrar las dosis al paciente en las técnicas de diagnóstico por imágenes. Los niveles de referencia para diagnóstico para técnicas no digitales no resultan necesariamente aplicables a los procedimientos específicos similares de imagen digital. Los parámetros de dosis al paciente deberían mostrarse en la consola del operador (así como dentro de la sala de rayos en procesos intervencionistas) para asistir a los radiólogos y médicos especialistas en la gestión de la dosis. Es necesario que los radiólogos, físicos médicos y técnicos radiólogos involucrados en el uso de nuevas técnicas reciban una capacitación básica de gestión de calidad de imagen y de dosis al paciente en radiología digital.

### ➤ EFICIENCIA DE DETECCIÓN CUÁNTICA (DQE)

Aunque en los párrafos anteriores se han presentado por separado, los parámetros de resolución espacial, contraste y ruido están relacionados entre sí. Un mayor ruido dificulta la posibilidad de desplegar contrastes; y una reducción del contraste afecta a la resolución espacial. Precisamente por la interacción entre resolución, contraste y ruido, resulta conveniente hacer uso de una función, la eficiencia de detección cuántica (DQE), que de alguna manera incluye a todos ellos.

Al margen de definiciones formales, la DQE de un sistema de imagen, sea del tipo que sea, puede verse como una medida de la proporción en que dicho sistema preserva a su salida la relación entre señal y ruido que hay a la entrada.

Dicho de otra manera, la DQE es una medida de lo eficiente que es un sistema para recoger la información que transporta el haz de rayos X incidente. La DQE es una función que depende de la frecuencia espacial de la información y de la intensidad de ésta (es decir, de la dosis). La DQE es un parámetro clave en radiología digital y, muy en particular, en su comparación con las características de la radiología analógica convencional con película.

Aunque las comparaciones son difíciles de llevar a cabo y dependen de cada sistema concreto, algunas cuestiones pueden adelantarse, con algunas reservas. En general los sistemas de paneles planos muestran una eficiencia mayor en un rango amplio de exposiciones y frecuencias. Cuando se compara la relación señal-ruido de un panel plano, de un sistema CR y de una pareja de combinaciones película-pantalla.

Cabe reseñar la mayor aproximación del primero a la situación ideal y el carácter limitado de los otros. Los sistemas de fósforos fotoestimulables suelen tener una DQE más próxima a la de las películas convencionales, sin duda mayor fuera del intervalo de utilización de estas últimas, pero no necesariamente superior dentro de dicho intervalo.

La relación señal-ruido depende de la dosis utilizada. Ello hace que en los sistemas digitales sea posible mejorar la imagen, a base de reducir el ruido, con la condición de aumentar la señal, esto es, de aumentar la dosis. Ciertamente, tal situación sería similar en

los sistemas de película-pantalla si no fuera porque la propia latitud de éstos impide aumentar en la práctica las exposiciones.

### **ECONOMÍA.**

- INSUMOS: Al sustituir las procesadoras de revelado automático por sistemas de procesamiento de imágenes digitales radiográficas, desde luego se produce un ahorro de placas radiográficas, ahorro en la compra de reveladores y fijadores, ahorro en la compra y mantenimiento de procesadoras de placas y equipos de revelado así como de equipo de procesamiento de residuos de plata CANISTER y el proceso de tratamiento de estos residuos que solo lo proporcionan empresas con especialización en desechos residuales de plomo y plata.
- EQUIPOS: Las nuevas tecnologías por lo general son de coste más elevado en sus primeras generaciones pero en el transcurrir del paso de los años estas mismas bajan el costo volviéndose más accesibles al consumidor.

### **CONTAMINACION DE AREAS DE RADIOLOGIA E IMÁGENES.**

Se entiende por procesado automático el proceso mediante el cual el revelado, el fijado, y el secado de las radiografías se realiza automáticamente mediante unos aparatos denominados procesadoras automáticas de radiografías, la utilización de dichas procesadoras puede implicar una serie de riesgos que veremos de manera resumida en este artículo. El desconocimiento de los riesgos derivados de los componentes químicos de los productos utilizados para el procesado automático, la incorrecta manipulación de los mismos y la deficiente colocación y/o ventilación de las procesadoras pueden dar lugar a problemas para la salud de los trabajadores. Los síntomas más importantes en la llamada enfermedad del "cuarto oscuro" son: irritación de los ojos, de los labios, descarga nasal repetida, catarro, sinusitis, laringitis, traqueítis y bronquitis. Estos síntomas son usuales en cualquier exposición a productos químicos tóxicos. Menos claros son los síntomas sistémicos que abarcarían la descamación de la piel, úlceras en la boca, zumbidos en los oídos, dolores de cabeza, ronquera, náuseas, dolor de pecho, cansancio excesivo, arritmia cardíaca,

prostatitis, dolores articulares, entumecimiento y parálisis de las cuerdas vocales. Los síntomas cambian según la sensibilidad individual. En el caso del revelador al contener fenol puede producir irritaciones cutáneas a personas sensibles a este. Por tanto es recomendable utilizar guantes de caucho o lavarse bien las manos después de su manipulación. En el caso del fijador, este también puede provocar irritaciones cutáneas, por tanto se recomienda igualmente la utilización de guantes o el lavado cuidadoso después de su uso. Asimismo, al contener ácido acético (25%, es irritante para los ojos y la piel).

### **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.**

Líquidos utilizados en los procesos de revelado se consideran residuos peligrosos y deben gestionarse como tales. Estos residuos se generan principalmente en laboratorios de revelado y en procesos auxiliares de otras actividades. Aquellas empresas que generen este tipo de residuo deben almacenarlo y entregarlo a un gestor autorizado de residuos peligrosos. Estos líquidos fotográficos incluyen una gran variedad de productos químicos entre los que encontramos cianuros, reactivos oxidantes, ácidos orgánicos e inorgánicos, alcalinos cáusticos, hidrocarburos, acetonas, compuestos de mercurio, plata. Debido a esta composición química su vertido por el desagüe supone un daño al medioambiente, por lo tanto, este debe ser recogido y entregado a un gestor para su posterior tratamiento. Las soluciones empleadas en revelado fotográfico son: Revelador- reduce químicamente el haluro de plata de la película o papel para formar una imagen de plata metálica. La plata, una vez formada la imagen ya no es necesaria, por lo que se elimina con el blanqueador y fijador. Fijador- convierte el haluro de plata en complejos de plata solubles. La plata del fijador se puede recuperar con los procesos que se especifican a continuación. Agua de lavado- aclarado final. El principal compuesto recuperable y reciclable del proceso de revelado es la plata. La plata es un metal precioso de gran valor que tiene la propiedad de reaccionar con la luz y producir imágenes, de ahí su uso en fotografías y radiografías. La plata se puede recuperar del líquido fijador (líquido que elimina la plata de la película) y en el estabilizador (porque parte del fijador se queda en el tanque del estabilizador). Las ventajas que presenta la recuperación de la plata son obvias: por un lado su alto valor económico en el mercado hace rentable su recuperación para emplearlo en la producción de

joyas o reinvertirse en el laboratorio. Por otro lado, supone una mejora ambiental reduciendo la sobreexplotación de este recurso natural e impidiendo que las soluciones líquidas lleguen a la red de saneamiento donde se diluyen e imposibilitan su recuperación. Procesos de recuperación de plata. Electrólisis o recuperación electrolítica es la reducción de sulfato de plata mediante una corriente eléctrica sobre un electrodo. Con este método se puede recuperar hasta un 90%.

Reemplazo metálico se utiliza después del proceso electrolítico para reducir la concentración. En este proceso la plata se intercambia con el hierro por una reacción de oxidación-reducción mediante el empleo de unos cartuchos. Su porcentaje de recuperación es de un 90 a un 99%. Precipitación- es un proceso muy eficiente, obteniendo un lodo con un 99,9% de plata metálica, pero es un método poco empleado debido al uso de químicos y la necesidad de personal experimentado. Intercambio iónico- consiste en la atracción del complejo de tiosulfato de plata de carga negativa a una resina con cargas positivas. Evaporación/destilación- consiste en concentrar la solución. Este proceso llega a un porcentaje de recuperación del 8-30%. Ósmosis inversa- empleo de una membrana y presión para filtrar la solución. Es capaz de retirar el 95% en plata del fijador. Los líquidos fijadores y estabilizadores una vez retirada la plata se gestionan como un residuo peligroso al ser un producto químico.

## **2.1 SUPUESTOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

Objetivos específicos:

- Identificar los equipos radiológicos en los departamentos de radiología e imágenes de la red pública hospitalaria metropolitana.
1. ¿Equipos radiológicos con los que cuentan los departamentos de radiología e imágenes?
  2. ¿Los equipos son compatible con los sistemas de edición de radiología digital?

- Conocer las habilidades y destrezas de los licenciados sobre el uso de los equipos de digitalización de imagen radiográfica.
  1. ¿Habilidades necesarias que deben poseer los licenciados de radiología e imágenes para poder dar un buen uso a los equipos de procesado de imagen?
  2. ¿Destrezas de los licenciados de radiología e imágenes al momento de editar una imagen radiográfica?
- Describir las desventajas y los beneficios a corto y largo plazo que puede generar la digitalización de la imagen al implementarse en los departamentos de radiología e imágenes.
  1. ¿En el rebelado digital pueden existir ciertas limitaciones que impiden la obtención o el correcto funcionamiento de estos equipos digitales?
  2. ¿El rebelado digital ha beneficiado la obtención radiográfica de mejor calidad?
  3. ¿El rebelado digital ha causado beneficios en la salud y al medio ambiente en departamentos de radiología e imágenes?

# **CAPITULO III**

## 3.1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES. OBJETIVO ESPECIFICO 1.

OBJETIVO ESPECIFICO N° 1	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	VALORES
Identificar los equipos radiológicos en los departamentos de radiología e imágenes	Equipos radiológicos	Son equipos electromecánicos que crean un haz de rayos X que se dirigen hacia una zona del organismo del paciente y se convierten en una imagen radiográfica	Son máquinas con dispositivos eléctricos y electrónicos especializados cuya finalidad es obtener una imagen radiográfica	Equipos digitales DR y CR	Modelos
					Año de adquisición
					Compatibilidad del equipo
				Equipos lectores de imagen.	Eficiencia del lector de imagen radiográfica



## 3.2.OPERACIONALIZACION DE VARIABLES. OBJETIVO ESPECIFICO 2.

OBJETIVO ESPECIFICO N° 2	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	VALORES
Conocer las habilidades y destrezas de los licenciados sobre el uso de los equipos de digitalización de la imagen radiográfica	Habilidades y destrezas.	Capacidad de una persona para hacer una cosa correctamente y con facilidad.	Capacidad que tiene el profesional para desarrollarse en su área de trabajo.	Conocimiento.	Uso de programas digitales.
				Capacitación técnica y Charlas.	
				Desempeño en el trabajo.	Uso de equipo de digitalización.
				Tiempo de entrega de resultados.	

## 3.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES. OBJETIVO ESPECIFICO 3

OBJETIVO ESPECIFICO N° 3	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIO OPERACIONAL	INDICADOR	VALORES
Describir las ventajas y desventajas que generan la digitalización de la imagen al implementarse en los departamentos de radiología e imágenes.	Ventajas del revelado	Es una superioridad o mejoría de algo con respecto a otra cosa o persona	Es un beneficio obtenido con la digitalización de imagen radiográfica	Digitalización de los sistemas de radiología convencional.	Sustitución de películas de fosforo.
					Instalación de equipos lectores CR o D DR.
				Archivo de imágenes.	Reducción de espacio físico para el almacenamiento de imagen.
					Utilización de un sistema de almacenamiento de transmisión y descarga de imágenes radiológicas.
				Calidad de la imagen radiográfica.	Alta resolución espacial.
					Amplio intervalo de contraste.
					Disminución de ruido radiográfico.
				Costo.	Reducción de la compra de químicos.
					Reducción en el consumo de película radiográfica.
					Reducción en la repetición de la imagen.
		Eliminación de compra de depósitos y tratamiento de reciclaje de plata.			
	Beneficio medio ambiental.	Menor contaminación del área de radiología e imágenes.			
		Menor contaminación del medio ambiente			
	desventajas	Circunstancias de ser peor o estar en peor situación una cosa con respecto a otra de la misma naturaleza que se compara.	Condiciones desfavorables en la utilización del revela digital	Adquisición de imagen digital.	Las imágenes pueden ser adulteradas para actos ilícitos.
				Los archivos guardados se pueden borrar del sistema.	
Tipo de película radiográfica.				La pantalla de fosforo fotoestimulable tienden a degradarse por el uso y producir artefactos.	
Costo				Alto costo de los equipos digitales.	
			Mantenimiento constante de los equipos.		

# **CAPITULO IV**

## **IV. DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

Descriptiva: Debido a que nuestra investigación estuvo dirigida a determinar el proceso de edición de la imagen radiográfica en los sistemas digitales en los departamentos de radiología; se describieron características y se generalizo varios fenómenos similares entre ellos tenemos, la imagen digital, Sistemas de adquisición, La pantalla de Cristal Líquido (LCD) y Proceso de edición.

Transversal: Es de tipo transversal, ya que se analizó la población escogida en un momento determinado, según la secuencia y periodo de tiempo de febrero a Junio de 2016 en la que se realizó el estudio.

### **4.2. ÁREA DE ESTUDIOS.**

El estudio se llevó a cabo en los diferentes departamentos de radiología e imágenes de los hospitales del área metropolitana que cuenta con equipos digitalizadores.

### **4.3. POBLACION Y MUESTRA.**

POBLACION. Licenciados en radiología que realizan edición de imagen en Hospitales de la red pública metropolitana que posean radiología digital ya sea CR O DR.

MUESTRA. Estuvo constituida por los licenciados en radiología e imágenes encargado del proceso de edición de la imagen digital obtenida en los departamento de radiología de los hospitales de la red pública del área metropolitana.

#### **INCLUCION.**

- Se incluyó a los licenciados en radiología que han recibido su formación profesional en la Universidad de El Salvador.
- A los profesionales que realizan este tipo de actividad de edición de imágenes.

- Y a los que se encuentren en ese momento laborando en los departamentos de radiología e imágenes al momento de realizar las encuestas.

#### EXCLUSIÓN.

- Licenciados en radiología que no han recibido su formación profesional en la Universidad de El Salvador.
- A los profesionales que no realizan la edición de imágenes radiográficas.
- A los que no se encontraron en los departamentos de radiología e imágenes al momento de realizar las encuestas.

#### **4.4. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.**

##### **MÉTODOS:**

##### **CIENTÍFICO:**

Ocupamos este método en nuestra investigación debido a la secuencia basada en la realidad de los problemas que se presentan en el momento de edición de la imagen radiográfica digital, por lo tanto, recorrimos una serie de etapas o pasos que nos ayudaron a obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico con respecto a nuestro tema de investigación, utilizamos para esto instrumentos que resultaron fiables, llámese estos instrumentos como: guía de observación y de encuesta. De acuerdo a este método nuestra investigación estuvo sustentada a dos pilares, primero a la refutabilidad, es decir que esta susceptible a ser rechazada o falsada, como segundo pilar tenemos la reproducibilidad, es decir que nuestra investigación pudo repetirse en distintos lugares y por investigadores diferentes, y los resultados pudieron ser diferentes.

##### **ESTADÍSTICO:**

Utilizamos el método estadístico porque se recopiló datos a través de los instrumentos de recolección de datos llámense guía de encuesta y guía de observación, luego se tabularon y graficaron dichos datos obtenidos para poder llegar a las recomendaciones y conclusiones de nuestro tema de investigación.

**TECNICA.****ENCUESTA:**

Técnica en la cual buscamos recopilar los datos necesarios para la investigación por medio de una encuesta previamente diseñada, sin modificar el entorno ni controlar el proceso que está siendo investigado.

**GUIA DE OBSERVACIÓN:**

Técnica en la cual los datos se recolectados mediante el sentido de la vista, y de esta manera poder apreciar todas las actividades que conciernen el proceso que realizan una vez obtenida la imagen digital y así poder tener un enfoque más claro sobre la realidad del problema, teniendo como ventaja, la percepción de los hechos directamente sin ninguna clase de intermediarios, es decir tal y como se da naturalmente nuestro problema.

**INSTRUMENTOS:****GUÍA DE ENCUESTA:**

Es un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, integrada por personas que practican y conocen del tema planteado en nuestra investigación, con el fin de ser resuelto según el criterio de cada una de estas personas. Este instrumento contenía una guía de 24 preguntas cerradas con respuestas de selección múltiple que fue llenada por el personal encargado de la edición de la imagen digital de los departamentos de radiología e imágenes de los hospitales a los cuales asistiremos.

**GUÍA DE OBSERVACIÓN:**

Es un instrumento de registro, donde se permitió al equipo espectador observar las actividades desarrolladas por el personal que realiza el proceso de edición de la imagen, para ello es necesario presenciar el evento o actividad y registrar los detalles observados, esta guía contiene una lista impresa de 11 preguntas la cual nos ayudó a poder indagar sobre la realidad analizada; nuestra guía contenía preguntas cerradas y fue llenada por tres miembros de nuestro grupo de investigación.

#### PRUEBA PILOTO:

Con el fin de verificar la correcta formulación de la guía de encuesta se realizó una prueba piloto a tres licenciados en radiología que cumplieron con las características de la población y muestra a encuestar y se encontraron laborando en ese momento.

#### 4.5. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS.

Se solicitó permiso o autorización a las respectivas jefaturas de los diferentes departamentos de radiología de los hospitales públicos de la red metropolitana evaluados para poder pasar los instrumentos de nuestra investigación al personal que labora en dicho departamento, luego se verifico un día en el cual no intervenimos o retrasamos las actividades rutinarias, y de esa forma se procedió a pasar los instrumentos para que fuesen llenados y así obtener los datos necesarios para realizar la investigación correspondiente.

#### 4.6. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

Cuando los resultados de la encuesta estuvieron listos, como grupo investigativo se realizó el vaciado de la información, para este procedimiento se utilizó el sistema de palotes, en la cual se registró los elementos contenidos en la encuesta ,que después fueron almacenados en un archivo de la computadora y cuando estuvieron ordenados los datos, el siguiente paso fue tabular los resultados de la encuesta en una tabla simple que contenía: el concepto (opciones) frecuencia absoluta y frecuencia relativa .Ver tabla 1.

**Tabla 1. Modelo de la tabla a utilizar.**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Total		100%

Para el análisis se reunió, clasificó, organizó y presentó la información obtenida y se presenta en una gráfica de sectores también llamados gráficos de pastel o gráficas de 360 grados, es un recurso estadístico que se utiliza para presentar el número de elementos

contenidos, que se comparan de acuerdo a los resultados obtenidos del vaciado dentro de un gráfico circular. La interpretación proviene de toda la información que fue captada por el instrumento pasado a los profesionales en radiología y luego el análisis de estos datos recolectados obtenidos separados y examinados para responder a las cuestiones planteadas al principio de la investigación acerca del proceso de edición en la digitalización de la imagen radiográfica, de esta manera posteriormente se realizaron las conclusiones y recomendaciones pertinentes para fortalecer los conocimientos del departamento de radiología. Como consecuencia se procedió a actuar como grupo investigativo, a través de un proyecto de intervención que incentiva sobre el tema en cuestión, lo que conlleva a incentivar al uso de nuevas tecnologías para la edición digital de la imagen radiográfica. Por último se procedió a la presentación de los resultados obtenidos por el empleo de los instrumentos y técnicas utilizadas, que será presentada por medio de una tabla simple, y gráfica de sectores.



# **CAPITULO V**

## V. PRESENTACION Y ANALICIS DE RESULTADOS.

### 5.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS LICENCIADOS QUE UTILIZAN SISTEMAS DE EDICION DE IMÁGENES RADIOGRAFICAS Y DIGITALIZACION DE LAS MISMAS.

**Dato general:** Las encuesta fueron realizadas a 22 licenciados en radiología e imágenes que laboran en los hospitales públicos de la red metropolitana.

**TABLA 1.** Sexo de los profesionales en radiología encuestados.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Masculino	8	36%
Femenino	14	64%
Total	22	100%

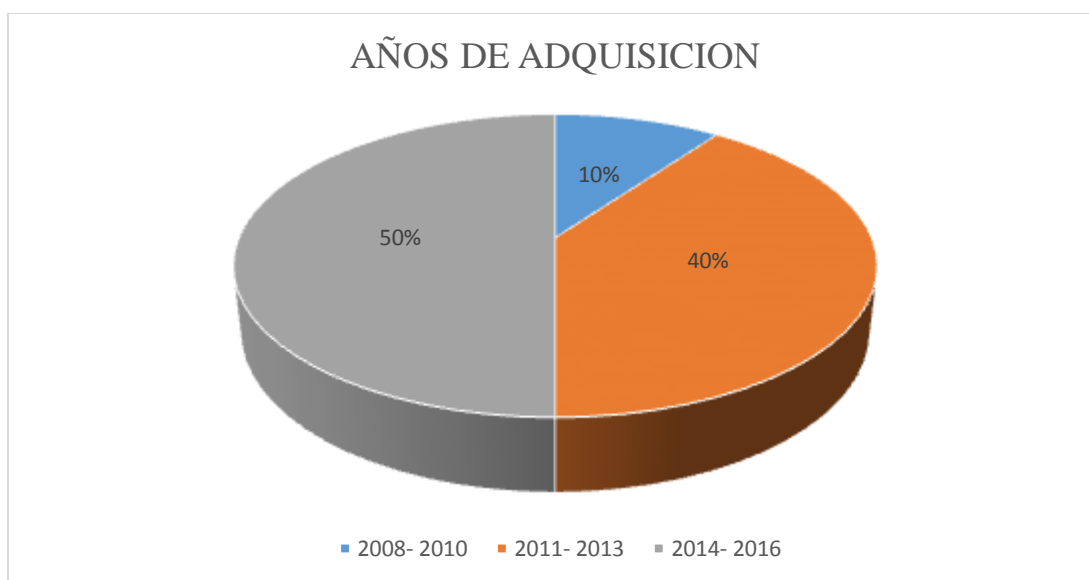


En la tabla y grafica anterior puede observarse que el 64% de la población encuestada está compuesta por mujeres mientras que el 36% restante de la muestra son hombres.

Esto puede referirse a que la natalidad del sexo masculino es menor a la del sexo femenino, además con el hecho de que se gradúan más profesionales del sexo femenino.

**TABLA 2.** Año de adquisición de los equipos digitales.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Años 2008-2010	1	10%
Años 2011- 2013	4	40%
Años 2014- 2016	5	50%
TOTAL	10	100%



En la gráfica y tabla anterior se puede observar que el 50% de los equipos digitalizadores fueron adquiridos entre los años 2014 al 2016, el 40% de los equipos fueron adquiridos en los años 2011 al 2013 y el 10% del resto de los equipos fueron adquiridos entre el 2008 al 2010.

La adquisición de equipos digitales surge con la necesidad de obtener imágenes de alta calidad además del cumplimiento de la ley del medio ambiente que en uno de sus apartados menciona que no debe contaminarse las aguas, los equipos digitales no ocupan químicos en ninguno de sus procesos, es evidente que la adquisición de estos equipos ha aumentado en los últimos 5 años, favoreciendo con ello a la modernización de los departamentos de radiología e imágenes.

**TABLA 3.** Requisitos básicos que un equipo de rayos X convencional necesita para que sea compatible con un programa de procesado digital.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	14	64%
NO	8	36%
Total	22	100%

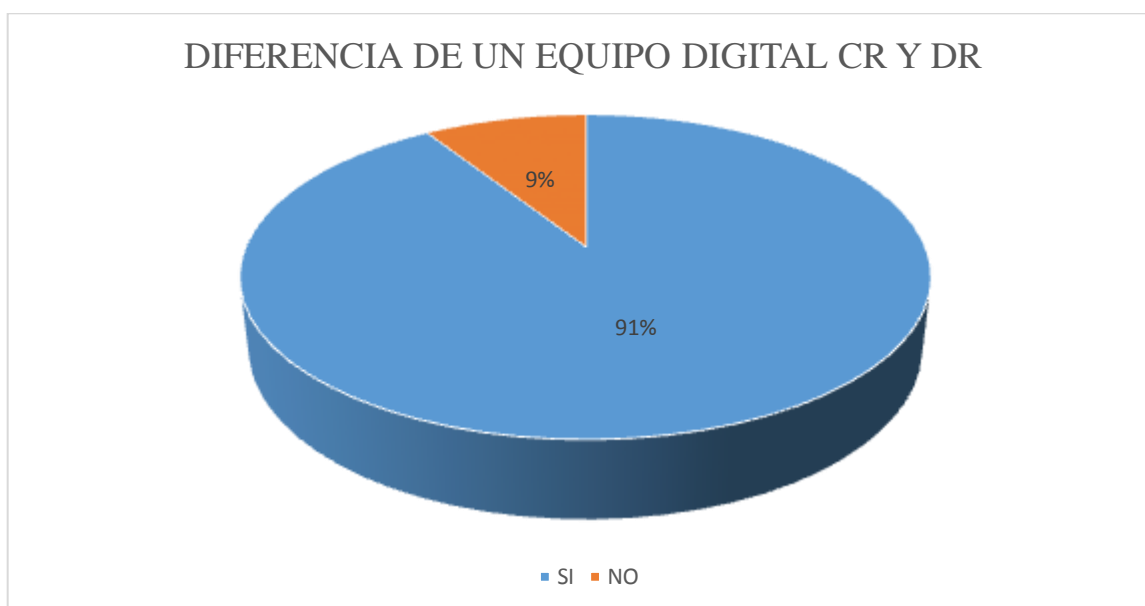


En la tabla y grafico anterior se observa que un 64% de los licenciados encuestados afirman conocer los requisitos básicos que un equipo de rayos X convencional necesita para que sea compatible con un programa de procesado digital mientras que 36% no tienen el conocimiento sobre esos requisitos.

Un equipo de rayos X convencional puede ser digitalizado solo si se encuentra en excelentes condiciones ya que se puede adaptar a un digitalizador DR o CR y basta con sustituir los chasis con la clásica combinación placa-pantalla por otros que incorporen en su lugar una lámina de fosforo fotoestimulable con su debido equipo lector CR o DR y este último estará adaptado a un flat panel.

**TABLA 4.** Diferencia entre un equipo digital CR y DR.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	20	91%
NO	2	9%
Total		100%



La tabla y el gráfico anterior refleja que del 100% de los licenciados encuestados un 91% afirma conocer cuál es la diferencia entre un equipo digital CR y un DR y mientras que el 9% manifiestan no conocer cuál es la diferencia.

Los equipos digitales CR sustituyen las cassetas convencionales por cassetas de fosforo fotoestimulable y estas son leídas a través de un escáner. Los equipos DR sustituyen las cassetas convencionales y fosforadas ya que las imágenes son captadas a través de un flat panel que inmediatamente manda dicha información a un servidor donde es editada y luego impresa.

**TABLA 5.** Aplicación de edición en la radiología digital.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	22	100%
NO	0	0%
Total	22	100%

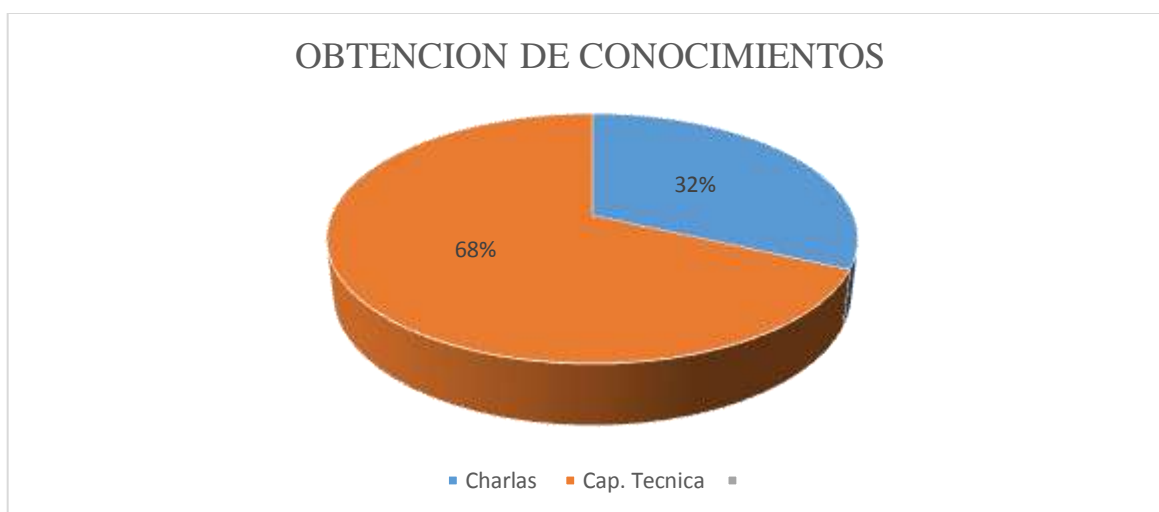


La tabla y la gráfica muestran que el 100% de los licenciados encuestados utilizan los programas de edición radiográfica.

En la edición de la imagen en equipos digitales, estos tiene programas que hacen que la imagen sea de alta calidad; por lo tanto los profesionales de radiología que utilizan dichos equipos deben de conocer la aplicación y utilización de los programas de edición digital.

**TABLA 6.** Obtención del conocimiento para la utilización de programas de digitalización.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Charlas	7	32%
Cap. Técnicas	15	68%
Total	22	100%

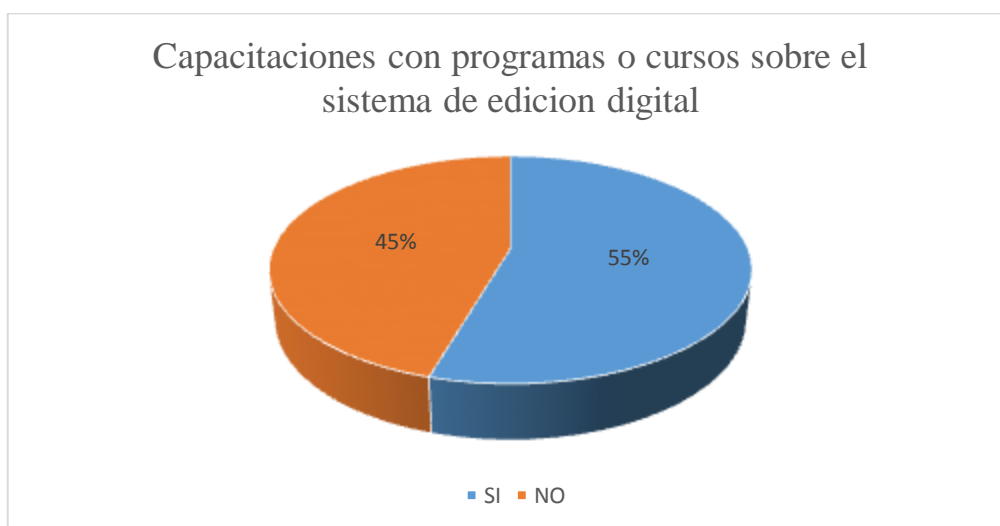


Según la tabla y la gráfica anterior del 100% de licenciados encuestados el 68% afirman haber adquirido sus conocimientos en equipos de edición de imagen radiográfica en capacitaciones técnicas, el 32% de manera de charlas.

Las formas y los medios para la adquirir el conocimiento son variados; los profesionales en radiología deben escoger la forma más técnica para obtener dicha información; debiendo dejar en el olvido el medio empírico ya que ese carece de procesos adecuados.

**TABLA 7.** Programa de capacitación brindada por el lugar de trabajo.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	12	55%
NO	10	45%
Total	22	100%



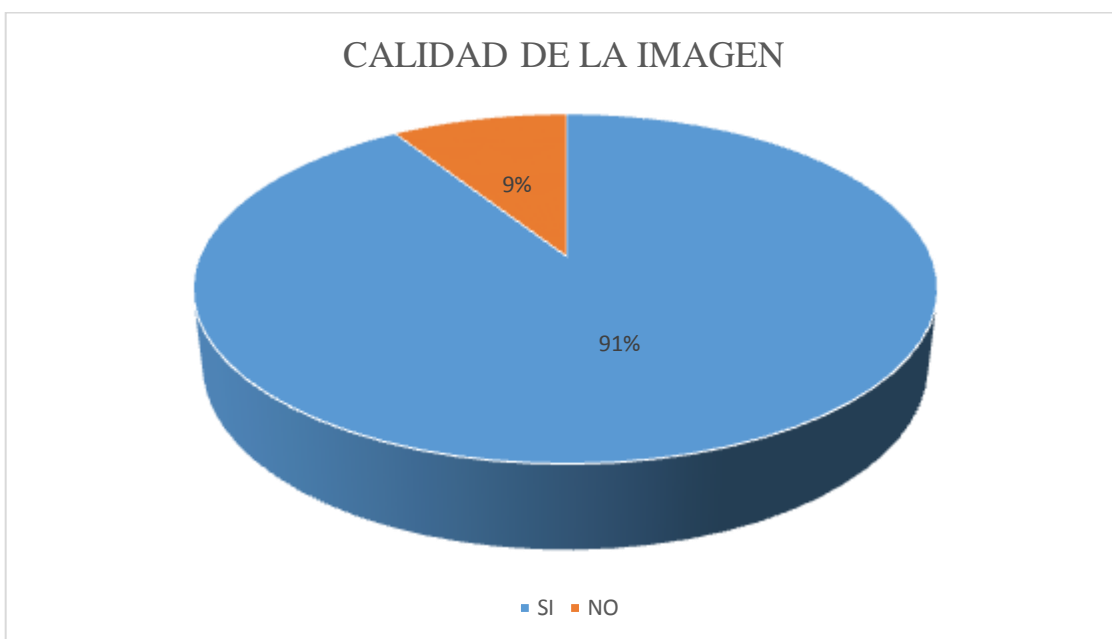
La tabla y grafica anterior muestra que un 55 % de los licenciados encuestados afirman haber sido capacitado/as con cursos o programas sobre el sistema de edición digital mientras que un 45% de ellos mencionan no haber obtenido ninguna capacitación técnica.

Las destrezas y habilidades para poder operar y manipular adecuadamente los sistemas de edición de la radiografía digital deben ser adquiridas a través de capacitaciones charlas y manuales que son proporcionados por las empresas que ofrecen y venden los equipos digitales; es conveniente que todo el personal profesional posea los conocimientos sobre el uso y manejo de los equipos digitales. Las jefaturas de los departamentos de radiología deben buscar estrategias para generar programas de capacitación sobre la digitalización de imagen para mantener la calidad de estas.



**TABLA 8.** Calidad en la edición de la imagen radiográfica.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	20	91%
NO	2	9%
Total		100%



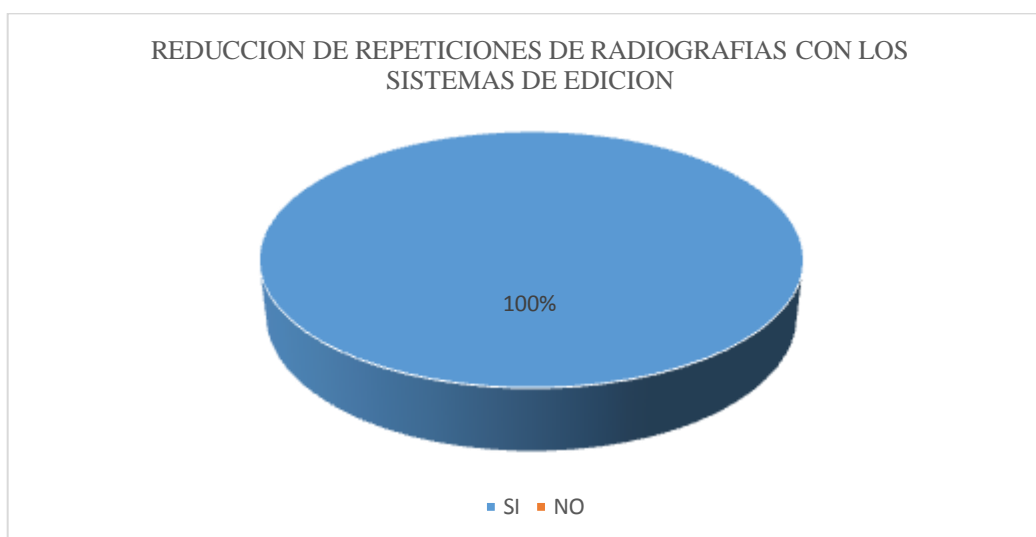
La tabla y el gráfico anterior muestran que un 91% de los profesionales encuestados afirman que al hacer la edición de la imagen radiográfica; esta brinda una mejora en la calidad, mientras que un 9% de ellos mencionaron que no hay mejora.

La edición de una imagen apoyada por programas en computadoras de imágenes digitales es utilizada para optimizar y manipular la imagen; con el objetivo de eliminar fallas que puede haberse producida durante el escaneo de la imagen. En los departamentos de radiología e imágenes donde se utiliza la radiología digital los profesionales de radiología

deben tener los conocimientos necesarios sobre la edición de imágenes para favorecer la calidad de estos.

**TABLA 9.** Reducción de repeticiones de radiografías con los sistemas de edición.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	22	100%
NO	0	0%
Total	22	100%

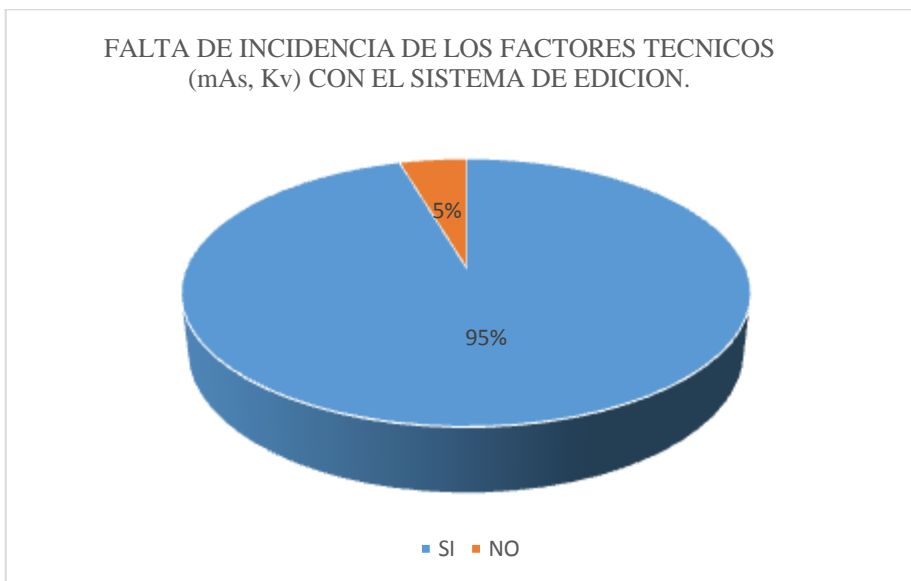


El 100% de licenciados encuestados afirman que la edición de imagen radiográfica genera una reducción de repetición de radiografías.

La edición de imágenes radiográficas es una herramienta para la obtención de imágenes de alta calidad en formato digital ya que la edición optimiza su visualización, permite comparar imágenes, se puede oscurecer o aclarar, las imágenes se pueden filtrar para eliminar errores y lograr una mayor nitidez de la radiografía.

**TABLA 10.** Ocurrencia de errores por factores técnicos de equipo.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	21	95%
NO	1	5%
Total		100%

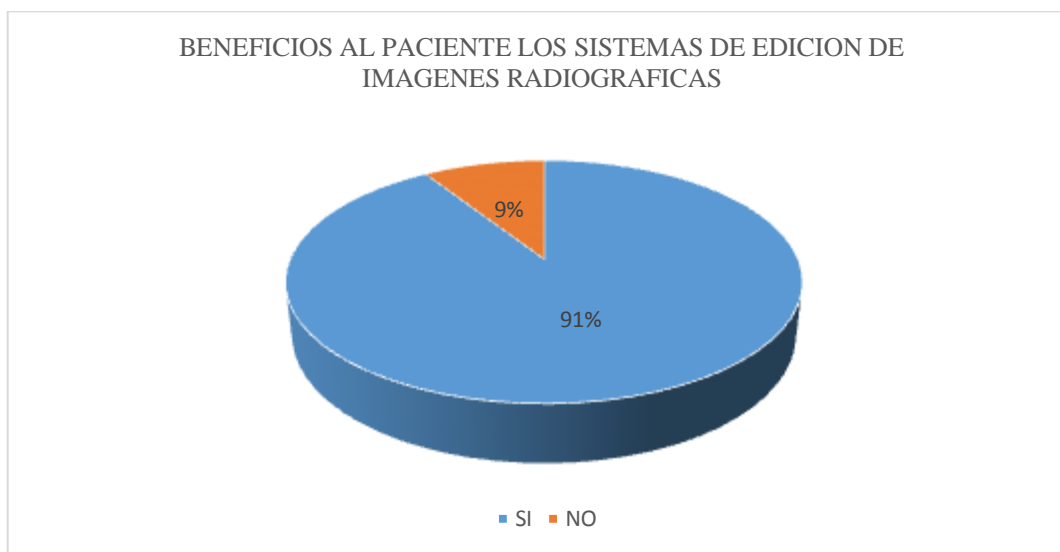


Según la tabla y gráfica anterior se visualiza que del 100% de licenciados encuestados en radiología el 95% afirman que se evitan los errores de factores técnicos y un 5% de los encuestados menciona que no.

Los avances tecnológicos de los nuevos equipos de edición de imágenes permiten que una imagen sea editada, para los aspectos técnicos de la maquina existen filtros los cuales pueden dar a esta el aspecto deseado de acorde al criterio óptico del profesional que edita la imagen.

**TABLA 11.** Beneficios al paciente por la edición de imágenes radiográficas.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	20	91%
NO	2	9%
Total	22	100%

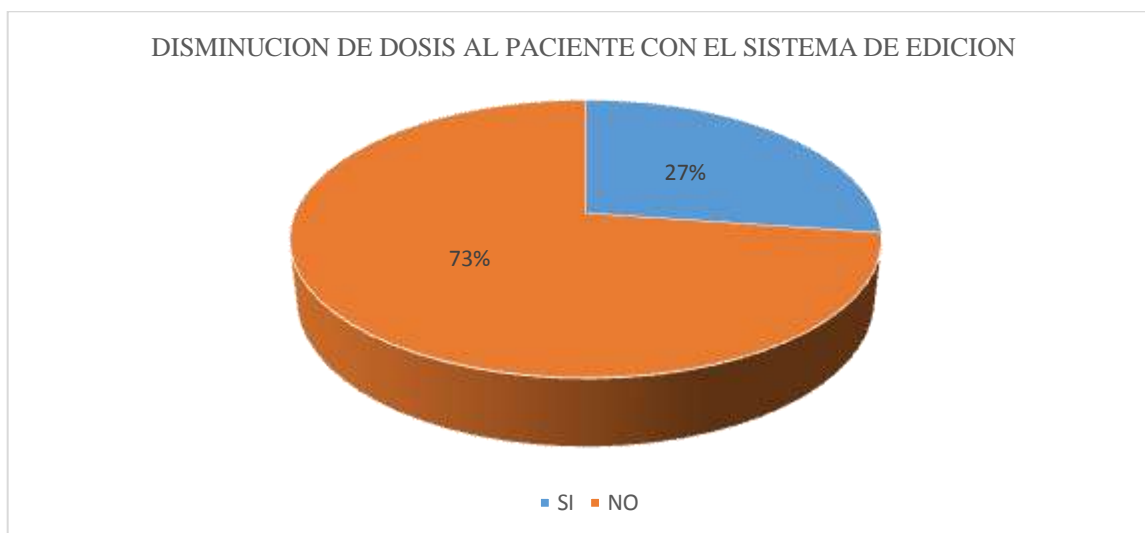


Según la tabla y la gráfica anterior el 100% de licenciados encuestados el 91% de ellos afirman que el sistema de edición digital de imágenes radiográficas beneficia al paciente mientras que el 9% de ellos mencionan que no lo beneficia.

Las tecnologías de adquisición de imágenes modernas favorecen al obtener imágenes de calidad, ya que estas imágenes se procesan y se editan por medio de programas que permiten ser modificadas, favoreciendo con ello a los pacientes ya que no hay exceso de repeticiones y se brindan imágenes de alta calidad.

**TABLA 12.** Disminución de dosis al paciente con el sistema de edición.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	6	27%
NO	16	76%
Total	22	100%



La tabla y gráfica anterior muestran que el 100% de licenciados encuestados el 73% de ellos afirman que el sistema de edición digital no disminuye sino al contrario se aumenta la dosis con la que se irradia al paciente y el 27% de ellos consideran que si se disminuye la dosis de radiación.

La dosis de exposición al paciente es de suma importancia para su salud, para lo cual un aumento considerable de las técnica cuando se utiliza equipos digitales es justificable, debido a que es más favorable editar una imagen de alto contraste para generar una alta calidad de esta y así evitar una repetición que obligue una doble exposición.

**TABLA 13.** Disminución del ruido radiológico en comparación con la radiología convencional según técnica.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	17	77%
NO	5	23%
Total	22	100%



Según la tabla y grafica anterior del total de los datos obtenidos el 77% opina que no hay un incremento en el ruido radiológico, mientras que el 23% de los encuestados afirman que si lo hay.

El ruido radiológico es un elemento negativo que afecta la calidad de las imágenes radiológicas para su diagnóstico e interpretación, por lo que los equipos digitales disminuyen el ruido radiológico debido a que se incrementa la exposición y además cuentan con herramientas que ayudan a disminuir el ruido y a mejorar las imágenes.

**TABLA 14.** Errores de imagen que no se logran editar.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	15	68%
NO	7	32%
Total	22	100%



En la tabla y gráfica anterior un 68% de los licenciados encuestados afirman que han observado errores en la imagen que no se pueden solucionar con el proceso de edición y un 32% de ellos mencionan que no han observado errores.

En la adquisición de la imagen existen errores en los cuales con un proceso de edición no se pueden modificar, estos pueden ser por factores del paciente entre ellos movimientos involuntarios, anatomía del paciente, factores provocados por el profesional los cuales pueden ser; mal posicionamiento, mala colimación, mala técnica de exposición. Lo que hace imposible editar y mejorar la imagen con los filtros de edición. Por lo tanto el profesional de radiología debe de tomar las precauciones necesarias para no evitar estos problemas.

**TABLA 15.** Duración del tiempo de entrega de los estudios.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	7	32%
NO	15	68%
Total		100%



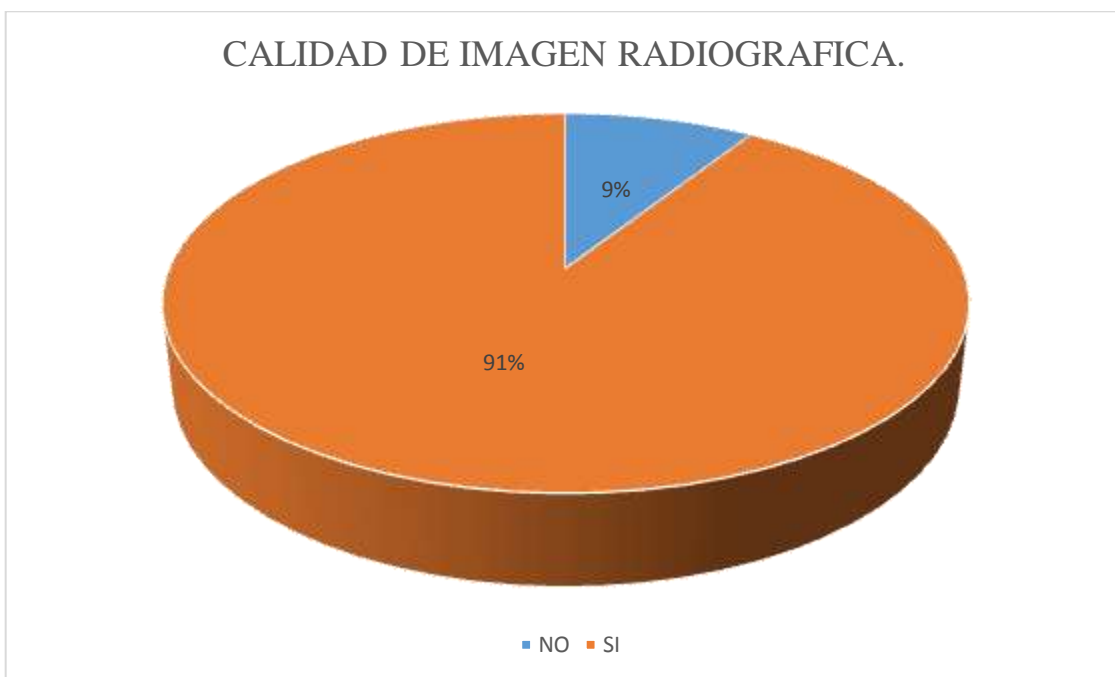
La tabla y grafica anterior muestra que del 100% de los licenciados encuestados, un 68% afirman que el tiempo de entrega de los resultados en los estudios es menor que en rayos x convencional pero 32% afirman que el tiempo de entrega es el mismo.

Con la ayuda de los nuevos equipos de edición de imágenes se reduce el tiempo de entrega de los resultados notoriamente, para ciertos estudios radiológicos y así permitir una mejor calidad de atención en el tiempo oportuno a los pacientes, pero cabe destacar que el tiempo de entrega puede ser variable dependiendo de los recursos tecnológicos con los que cuenta cada hospital.



**TABLA 16.** Calidad de la imagen radiográfica digital en comparación a la convencional.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	2	9%
NO	20	91%
Total	22	100%

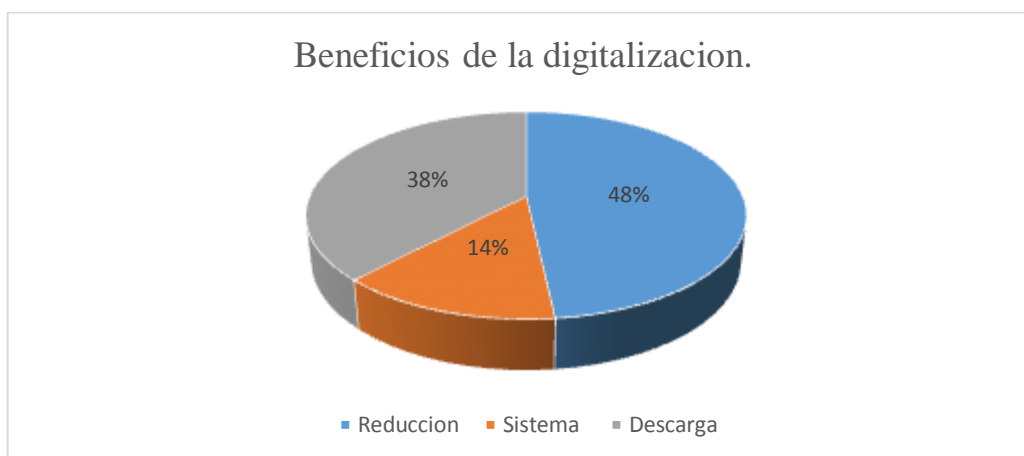


La tabla y grafica nos muestra que del 100% de los licenciados encuestados el 91% de ellos afirman que La calidad de la imagen radiográfica ha mejorado, mientras que el 9% de ellos mencionan que no hay cambio.

La calidad de la imagen digital en comparación con la imagen analógica convencional puede mejorar en algunos aspectos como son: la resolución espacial, resolución de contraste, ruido lo que hace que la imagen digital sea de mayor definición.

**TABLA 17.** Beneficios en el archivo de imágenes en digitalización.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Reducción espacio físico	14	48%
Utilización de sistema de almacenamiento	4	14%
Descarga de imágenes Radiológicas	11	38%
Total		100%



La tabla y grafica anterior refleja que del 100% de los licenciados encuestados un 48% de ellos manifiestan que el beneficio que se ha logrado con el sistema de digitalización de imagen es la reducción del espacio físico para el almacenamiento de imagen, un 38% consideran que el beneficio que se obtiene es poder descargar las imágenes radiológicas mientras que el 14 % consideran que el beneficio que se obtiene es la utilización un sistema de almacenamiento y transmisión.

Los beneficios que se obtienen con las nuevas tecnologías en los departamento de radiología son innovadores y generan muchos beneficios como la obtención de imágenes radiológicas directamente en formato digital, reduce el espacio físico y genera una mayor resolución dando como resultado una mayor definición a la imagen, el medio ambiente se ve beneficiado ya que no se necesita de químicos para poder obtener una imagen radiológica, además cuenta con un sistema PACS el cual cuenta con un sistema de archivo de exploraciones radiológicas que se encarga de la captura, distribución, visualización de las imágenes radiológicas.

**TABLA 18.** Costo económico de insumos.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	21	96%
NO	1	4%
Total	22	100%

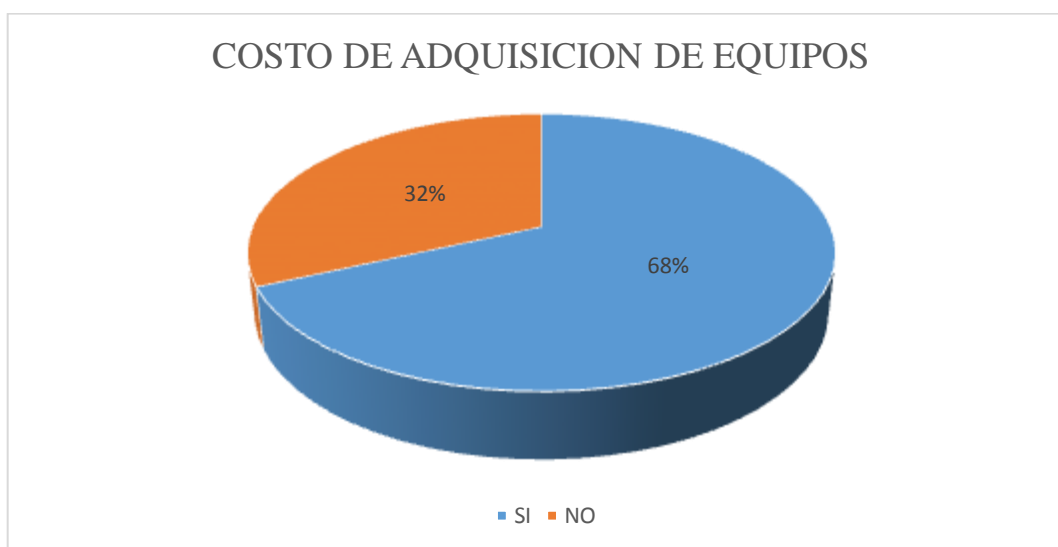


La tabla y la gráfica nos muestran que del 100% de los licenciados encuestados el 96% de ellos considera que el costo económico se disminuye en lo que respecta a: Compra de químicos, Consumo de película radiográfica, Repetición de la imagen, eliminación de compra de depósitos y tratamiento de reciclaje de plata, mientras que 5% de ellos consideran que no se disminuye.

Respecto al costo económico que se genera con la digitalización de imagen, este se ve disminuido ya que se obtienen beneficios que generan un ahorro de placas radiográficas, en la compra de reveladores y fijadores ahorro en la compra y mantenimiento de procesadoras de placas y equipos de revelado.

**TABLA 19.** Costo de adquisición de los equipos digitales y mantenimiento constante de los mismos.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	15	68%
NO	7	32%
Total	22	100%

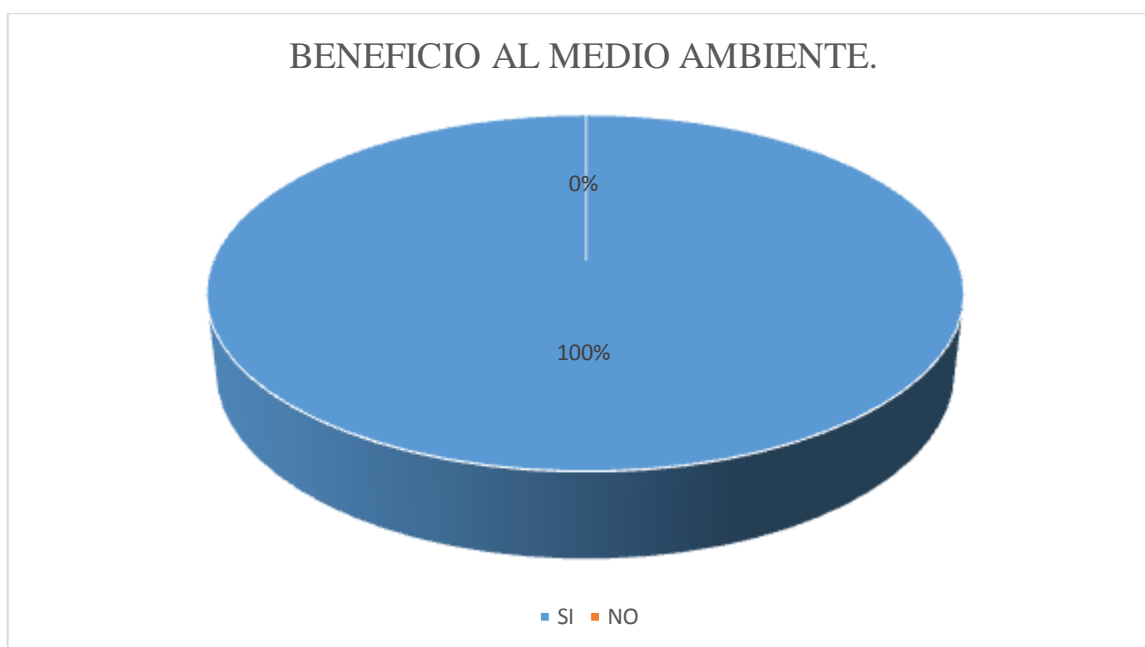


La tabla y grafica nos muestra que del 100% de los licenciados encuestados el 68% de ellos afirman que en lo que respecta a lo económico, consideran que la digitalización de la imagen radiológica conlleva un alto costo de adquisición de los equipos digitales y mantenimiento constante de los mismos, mientras que 32% de los encuestados consideran que no hay un alto costo.

La tecnología de primera generación siempre tendrá un costo elevado respecto a adquisición y mantenimiento, por ser tecnología emergente. Pero este gasto puede ser retribuido mediante el uso del equipo ya que no genera gastos en compra de químicos, y se disminuye la repetición de estudios radiográficos.

**Tabla 20.** Beneficio al medio ambiente con la utilización de la imagen digital.

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	22	100%
NO	0	0%
Total	22	100%

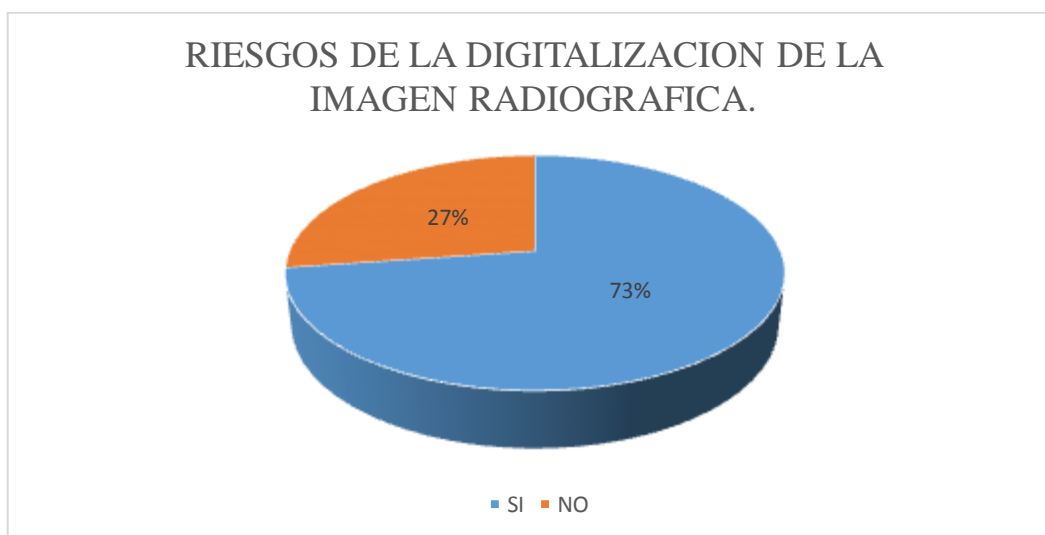


La tabla y la gráfica nos muestran que el 100% de los licenciados encuestados consideran que el proceso de edición de imagen radiográfica es más práctico y genera una menor contaminación al medio ambiente.

Las leyes de protección ambientales que están a favor de la no contaminación del agua están haciendo conciencia en la población así como a las empresas y hospitales a no tirar los desechos tóxicos al drenaje sin antes realizar un proceso de depuración y a cambiar las tecnologías convencionales por tecnologías menos contaminantes y que son beneficiosos al medio ambiente en la digitalización se evita el mayor contaminante que son los químicos que se ocupan en la radiografía convencional y que son eliminados en el drenaje.

**Tabla 21.** Riesgos de la imagen digital al ser editada y almacenada

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	16	73%
NO	6	27%
Total	22	100%

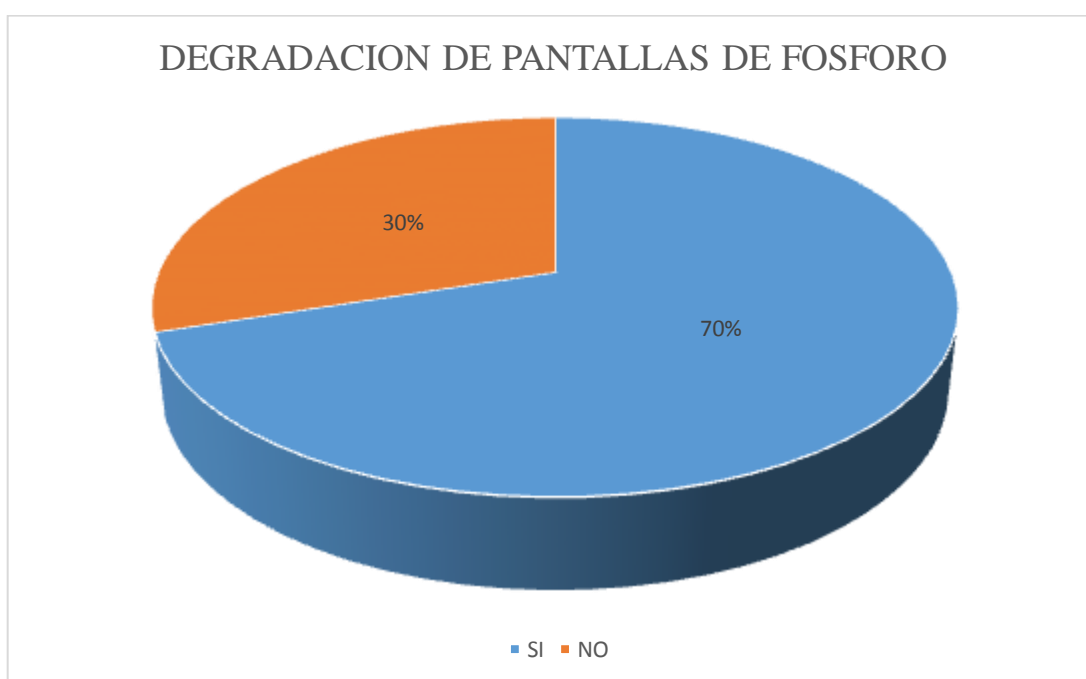


La tabla y grafica anterior nos muestra que del 100% de los licenciados encuestados el 73% de ellos afirman que en lo que respecta a la adquisición de imagen digital, consideran que pueda existir riesgo de que las imágenes pueden ser adulteradas para actos ilícitos y que los archivos guardados se pueden borrar del sistema, mientras 27% de ellos consideran que no es posible.

En la edición captura y almacenamiento de la imagen digital se utilizan programas que son procesados por computadoras; estos pueden ser alterados por personal que tenga las capacidades para este fin, debe de tomarse en cuenta de parte de los que resguardan las imágenes digitales para tomar las medidas necesarias que salvaguarden la información.

**Tabla 22.** Degradación de pantallas de fosforo fotoestimulable por el uso y producción de artefactos

Opciones	Frecuencia	Frecuencia porcentual
SI	14	70%
NO	8	30%
Total	22	100%



Del 100% de los licenciados encuestados un 70% de ellos afirman que el tipo de pantalla de fosforo fotoestimulable tienden a degradarse fácilmente por el uso y producir artefactos mientras que 30% de ellos afirman que no se degradan fácilmente.

El uso constante de las pantallas fosforadas como toda pieza de tecnología por el uso constante esta puede tener la tendencia a degradarse y a dar un tipo de falla y esta puede causar algún tipo de artefacto a un que estas son selladas y no se pueden abrir con facilidad pero tienen un tiempo de vida útil de más de siete años.

## 5.2. ANALISIS E INTERPRETACION DE LA GUIA DE OBSERVACION

N o	PREGUNTAS	OPCIONES			
		SI		NO	
		Fr	%	Fr	%
1.	¿Qué equipo posee el departamento?	CR	57%	DR	43%
		8		6	
2.	¿El equipo digital que tipo de caseta utiliza?	FOSFORO	100%	OTRA	0%
		4		0	
3.	¿Se aplican correctamente el uso de las herramientas del programa de edición?	4	100%	0	0%
4.	¿Las radiografías que se obtienen son de buena calidad?	4	100%	0	0%
5.	Se produce repetición de radiografías por: problemas de los equipos.	0	0%	4	100%
6.	Se produce repetición de radiografías por: mala técnica.	0	0%	4	100%
7.	Se produce repetición de radiografías por: Mala colocación de paciente.	0	0%	4	100%
8.	¿La imagen digital obtenida muestra un buen contraste?	4	100%	0	0%
9.	Los dispositivo utilizados para la obtención y edición de la imagen digital (casetas, lectores digitales, monitores) están en perfecta condiciones.	4	100%	0	0%
10.	Se observa algún inconveniente con respecto a la capacidad de almacenamiento de las imágenes digitales.	0	0%	4	100%
11.	Se observa con frecuencia algún tipo de fallas o errores en el sistema de edición de la imagen digital (software)	0	0%	4	100%



En el cuadro anterior, se refleja la comparación sobre preguntas que demuestran acción cuando se está utilizando un equipo digital.

En cuanto a la primer pregunta, Del 100% de los hospitales investigado se observó que el 57%, del total poseen tecnología CR y solo un 43% equipos DR. En cuanto a la segunda pregunta el total de los cuatro hospitales observados el 100% de ellos utiliza la caseta de fosforo fotoestimulable. En cuanto a la tercera pregunta sobre aplicación correcta del uso de las herramientas de programa de edición de los cuatro hospitales observados el 100% aplican correctamente, el uso adecuado de los programas de edición. En cuanto a la cuarta pregunta la calidad de las radiografías que se obtienen, del total de los hospitales investigados, se observó que el 100% de las imágenes obtenidas son de buena calidad diagnóstica. En cuanto a la pregunta cinco repeticiones de radiografías por problemas de equipos en los cuatro hospitales investigados se observó que el 100% no presenta repetición en las imágenes por problemas de equipos. En cuanto a la pregunta sexta repetición de radiografías por mala técnica, de los cuatro hospitales observados el 100% de ellos no presento repetición de alguna de radiografías por problemas de mala técnica. En cuanto a la séptima pregunta repetición de radiografías por mala colocación del paciente, del 100 % del total de los hospitales investigados, no se observó repetición de radiografía por mala colocación del paciente al momento de adquirir la imagen. En cuanto a la octava pregunta el contraste en la obtención de la imagen digital, de los cuatro hospitales investigados, se observó que el 100% obtiene imágenes digitales con un buen contraste. En cuanto a la novena pregunta la condición de los dispositivos utilizados para la obtención y edición de la imagen digital, del total de hospitales investigados, se observó que en el 100% de ellos, los dispositivos utilizados para la obtención de imágenes digitales se encuentran en buen estado. En cuanto a la pregunta decima los inconvenientes con respecto a la capacidad de almacenamiento de las imágenes digitales, del 100% de los hospitales investigados, se observó que no presentan ningún inconveniente con respecto a la capacidad de almacenamiento de las imágenes médicas digitales. Según la pregunta onceava, se observa con frecuencia algún tipo de fallas o errores en el sistema de edición de la imagen digital

(software) De la totalidad de hospitales investigados, el 100% de ellos confirmo que no presentó falla o error en el sistema de edición de imágenes digitales.

### **INTERPRETACION DE DATOS DE DATOS DE GUIA DE OBSERVACION.**

Los hospitales de la red pública metropolitana han adquirido e de nueva tecnología de acuerdo a sus necesidades, conveniencia, posibilidades y ofertas de las empresas distribuidoras de estas tecnologías. En cuanto al receptor de imagen es indispensable para este nuevo tipo de tecnologías y los hospitales de la red pública han adquirido la caseta fosforo en su gran mayoría de acuerdo a sus posibilidades. A pesar que los equipos que poseen los hospitales, independientemente de las marcas que son diferentes, cada equipo utiliza un formato distinto de edición de imagen con plataforma Windows, se pudo observar que no hubo inconveniente a la hora de realizar el proceso de edición. Todo esto gracias a estas nuevas tecnologías digitalizadoras de imágenes médicas CR y DR los hospitales de la red pública metropolitana están siendo beneficiados con la adquisición de imágenes de excelente calidad. De igual manera la repetición en las imágenes es nula por problemas de mala funcionalidad de los equipos, si estos tienen su debido mantenimiento. En relación al tiempo que se realizó la visita a los hospitales investigados, de la red pública metropolitana, no se observó repetición por mala técnica, puesto que los equipos ya están automáticamente calibrados para cada tipo de estudio radiológico y gracias a las herramientas que cada equipo posee, permite ajustar y resaltar la anatomía o patología en las imágenes de acuerdo a la indicación médica. De igual forma la visita a cada hospital no se observó ninguna repetición de imagen radiográfica por mala posición del paciente, aunque esta si es posible ya que puede generarse por distracción o desconcentración del profesional a la hora de posicionar al paciente para tomar la radiografía. Las imágenes radiográficas digitales, observadas en las visitas realizadas a cada hospital, presentan muy buena calidad y un excelente contraste, aunque este es variable y ajustable al criterio de cada profesional, al momento de ser editada cada imagen e impresa.

Lo que sí se pudo observar que cada uno de los dispositivos utilizados para realizar en proceso de digitalización como casetas, lectores digitales, monitores y software se encuentra en buenas condiciones ya que en su mayoría han sido adquiridos recientemente y

no presentan ningún deterioro o daño que eviten su adecuado funcionamiento y con respecto al sistema de almacenamiento digital, no se observó ningún tipo de inconveniente ya que estos cuentan con sistema avanzado, los cuales poseen un disco duro de alta capacidad, que permite almacenar gran cantidad de información para futuras consulta de las imágenes y además este sistema permite la eliminación automática de estudios antiguos que ya no son útiles.

Los equipos digitales cuentan con software avanzados, capaces de detectar algún error que se pueda generar en el sistema e inmediatamente genera una señal de alarma, con la cual el profesional que se encuentra laborando en ese momento, percibe la falla para que pueda ser reportada al respectivo encargado del mantenimiento del equipo y así evitar daños mayores del mismo.

### **5.3. DISCUSIÓN Y COMPROBACION DE LOS SUPUESTOS DE LA INVESTIGACION.**

Según los datos recolectados por el grupo investigador se considera que se ha podido dar respuesta a los supuestos planteados al inicio de la investigación a través de las preguntas formuladas en el instrumento.

#### **PRIMER SUPUESTO:**

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿Equipos radiológicos con los que cuentan los departamentos de radiología e imágenes?

A este supuesto se le dio respuesta mediante las preguntas 1 y 3 debido a que se investigó con que marcas, tipos de equipos con los que cuentan actualmente los 4 hospitales de la red pública metropolitana encuestados y el año de adquisición.

#### **SEGUNDO SUPUESTO.**

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿Los equipos son compatibles con los sistemas de edición de radiología digital?

A este supuesto se le dio respuesta mediante las preguntas 4, 6 Y 9 ya que se pudo constatar según la información recaudada que para que un equipo sea compatible con un sistema de edición tiene que encontrarse en óptimas condiciones.

#### **TERCER SUPUESTO.**

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿Habilidades necesarias que deben poseer los licenciados de radiología e imágenes para poder dar un buen uso a los equipos de procesado de imagen?

A esta pregunta se le dio respuesta mediante las preguntas 5, 7 y 8 debido a que los licenciados deben conocer la información básica de la funcionabilidad de cada equipo que utilizan independientemente sean CR o DR.

#### **CUARTO SUPUESTO.**

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿Destrezas de los licenciados de radiología e imágenes al momento de editar una imagen radiográfica?

A este supuesto se le dio respuesta con las preguntas 4, 5, 6, 7, 8 y 15 debido a que cada licenciados debe conocer los sobre el uso de los equipos de digitalización de imagen radiográfica para realizar un buen proceso de edición de imágenes que puedan brindar un mejor diagnóstico.

#### QUINTO SUPUESTO.

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿En el revelado digital pueden existir ciertas limitaciones que impiden la obtención o el correcto funcionamiento de estos equipos digitales?

Este supuesto se respondió con las preguntas 14, 20, 22 y 23 ya que se pudo constatar que siempre habrá limitaciones que generen algún error al momento de obtener ciertas imágenes radiográficas.

#### SEXTO SUPUESTO.

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿El revelado digital ha beneficiado la obtención radiográfica de mejor calidad?

Este supuesto se respondió con las preguntas 9, 10, 11, 12, 16, 17 debido a que se ha mejorado respecto a la calidad de la imagen radiográfica, ya no hay tantas repeticiones por mala técnica, el tiempo de espera en la entrega de resultados es menor lo cual beneficia al paciente.

#### SEPTIMO SUPUESTO

Este supuesto hace referencia a la siguiente pregunta.

¿El revelado digital ha causado beneficios en la salud y al medio ambiente en los departamentos de radiología e imágenes?

Este supuesto se respondió con las preguntas 13,18, 19 y 21

# **CAPITULO VI**

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1. CONCLUSIONES.**

La digitalización de la imagen radiográfica vino a remplazar al revelado convencional, dando como resultado la obtención de imágenes de alta calidad para el diagnóstico.

Del análisis hecho a los datos obtenidos se puede concluir para esta investigación lo siguiente:

- En lo que respecta a los equipos, los hospitales de la red pública metropolitana en los últimos diez años han adquirido equipo moderno para digitalización de imagen radiográfica o renovado el que ya se tenía y han adaptado digitalizadores para poder obtener imágenes digitales con un mejor detalle y de esta manera contaminar menos el medio ambiente, dejando de contaminar las aguas con residuos contaminantes de los químicos de revelado.
- Entre los equipos que han adquirido actualmente los hospitales de la red pública metropolitana están los equipos digitales, radiografía computarizada (CR) y radiología digital (DR). debido a que estos nuevos equipos permiten obtener imágenes de mejor calidad, permitiendo un diagnóstico inmediato, brindando rapidez, practicidad y posibilidad de interconsulta entre profesionales al instante y utilizando menos espacio para su almacenamiento y posterior estudio.
- Para poder manipular las nuevas tecnologías en edición de imagen radiográfica los licenciados en radiología de los hospitales de la red pública metropolitana han tenido que aprender a utilizar el software de los equipos de edición radiográficos mediante capacitaciones técnicas brindadas por la empresa que ofertan dichos equipos o mediante talleres internos y externos.
- La adquisición de nuevas tecnologías ha permitido que los profesionales en radiología mejoren sus capacidades y habilidades e incrementen su conocimiento en cuanto a la edición de una imagen digital favoreciendo con ello al paciente dándole imágenes de alta calidad diagnóstica.

- La adquisición de equipos de nueva tecnología en radiología digital se ve limitando debido al costo de adquisición y mantenimiento que este implica, además con esta nueva tecnología existe la posibilidad que las imágenes sean adulteradas para una finalidad ilícita.
- Utilizando el revelado digital se disminuye la causa de repetición por mala técnica, se disminuye el ruido radiográfico, además se genera una menor contaminación al medio ambiente eliminando el uso de químicos de revelado, se ahorra la compra de cassetas y procesadoras y se reduce el espacio para guardar los archivos.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Actualmente, ante la gama de nuevos equipos que se encuentran en el mercado los hospitales de la red pública metropolitana, de acuerdo a la utilidad, de acuerdo a su precio y presupuesto que se cuenta, hay empresas que los ofertan, el hospital tiene que entrar en un proceso de licitación para adquirirlos de acuerdo al que más convenga a sus posibilidades.
- Iniciativa, en los hospitales que no están digitalizados deben tomar la decisión para digitalizarse de acuerdo a sus posibilidades económicas, para cumplimiento de las leyes nacionales e internacionales sobre la protección del medio ambiente en lo que respecta a no verter desechos químicos a las aguas.
- Los profesionales en área de radiología tienen que retroalimentar la información referente a usos de edición de imágenes para poder manipular adecuadamente los nuevos equipos ya que esta puede variar de una marca a otra o entre tecnologías CR y DR.
- Dar capacitación técnica o solicitarlas con constancias a los profesionales sobre los dos grandes avances tecnológicos y métodos de captación de imagen radiográfica digital los cuales incluyen CR y DR para un manejo adecuado de ellos y de esta manera ayudar a que sea más eficiente el trabajo de obtención y manipulación de la imagen digital.



- Cuidar de los equipos de digitalización si se tienen y optimizar lo recurso utilizados en la impresión de resultados, siguiendo la normativa de adquisición de insumos; tomando en cuenta las leyes internacionales de protección al medio ambiente y descartar los químicos de revelado convencional.
- Que los hospitales traten de invertir en la adquisición de equipos radiológicos digitales puros con el fin de modernizarse y así optimizar la calidad de imágenes que se obtiene con estos equipos de esta manera generar una menor contaminación al medio ambiente eliminando el uso de químicos, compra de películas con haluros de plata y procesadoras.
- Que a futuro se pueda optimizar la seguridad al archivo digital de imágenes para que no puedan ser adulteradas ni puedan ser manipuladas de manera que dañen o alteren la información de cada paciente para usos indebidos o ilícitos.

## **GLOSARIO.**

**Radiología:** es la especialidad médica que se ocupa de generar imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes agentes físicos y de utilizar estas imágenes para el diagnóstico y, en menor medida, para el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades.

**Imagen radiológica:** es la imagen se obtiene al exponer al receptor de imagen radiográfica a una fuente de radiación de alta energía, comúnmente rayos X o radiación gamma procedente de isótopos radiactivos.

**Imagen digital:** Una imagen digital es una representación bidimensional de una imagen a partir de una matriz numérica, frecuentemente en binario. Dependiendo de si la resolución de la imagen es estática o dinámica, puede tratarse de una imagen matricial o de un gráfico vectorial.

**Versatilidad:** La versatilidad es la cualidad de hacer cosas distintas. Se dice que alguien es una persona versátil cuando tiene intereses y capacidades muy diferentes entre sí.

**Fotoestimulable:** Ésta tecnología permite el almacenamiento de una señal radiactiva débil en una placa de fósforo que toma el lugar del casete de película fotográfica utilizado en una radiografía clásica. Normalmente se puede utilizar para grabar una imagen bidimensional de una radiación de corta longitud de onda (en general, una radiación de rayos X). A diferencia de una placa fotográfica, una placa del tipo PSP puede ser reutilizada muchas veces.

**Fosforescencia fotoestimulada:** es el fenómeno físico por el cual ciertos materiales absorben energía procedente de un haz de radiaciones ionizantes remitiendo parte de esta energía en forma de luz tras haber sido estimulado por otra luz de diferente longitud de onda.

**Bucky:** también llamada rejilla antidifusora, diafragma de Potter-Bucky o abreviada por Potter-Bucky e incluso por Bucky, es la rejilla utilizada en la radiología convencional para filtrar de manera selectiva la radiación producida por el disparo del equipo de rayos X, para filtrar la radiación no perpendicular al chasis, que produce opacidades que corrompen la

imagen radiográfica. La filtración se realiza mediante el movimiento lateral repetido de la rejilla, que es de plomo en una base de aluminio, durante la exposición.

**Photoshop:** Es el nombre popular de un programa informático de edición de imágenes. Su nombre completo es Adobe Photoshop y está desarrollado por la empresa Adobe Systems Incorporated. Funciona en los sistemas operativos Apple Macintosh y Windows.

**Biomédica:** Es el resultado de la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina. Se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de productos sanitarios y tecnologías sanitarias tales como los equipos médicos, las prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico.

**Bario:** Elemento químico de número atómico 56, masa atómica 137,34 y símbolo Ba; es un metal alcalino de color plateado, blando, que se corroe rápidamente en aire húmedo y es tan reactivo que en la naturaleza solo existe como compuesto en la baritina; se usa en la fabricación de pinturas y tintas, como material de relleno en los productos de caucho.

**Haluro:** es un compuesto binario en el cual una parte es un átomo halógeno y la otra es un elemento, catión o grupo funcional que es menos electronegativo que el halógeno. Según el átomo halógeno que forma el haluro éste puede ser un fluoruro, cloruro, bromuro o yoduro, todos elementos del grupo XVII en estado de oxidación. Sus características químicas y físicas se suelen parecer para el cloruro hasta el yoduro siendo una excepción el fluoruro.

**Flúor:** Es el elemento químico de número atómico 9 situado en el grupo de los halógenos (grupo 17) de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es F.

**Fotomultiplicador:** Un tipo de detector óptico de vacío que aprovecha el efecto de emisión secundaria de electrones para responder a niveles muy bajos de iluminación, manteniendo un nivel de ruido aceptable.

**Histograma:** Es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados, ya sea en forma diferencial o acumulada.

**Termorresistencias:** Es un detector de temperatura resistivo, es decir, un sensor basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura

**Behénico:** es una sal de plata del ácido graso docosanoico o ácido behénico,  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{20}\text{COOH}$ .

**CCD:** es común mente utilizada en escáner de imágenes y consiste en un arreglo de sensores que conectan y almacenan luz como acumulación de carga eléctrica.

**DICOM:** Imagen Digital y Comunicación en medicina, es una empresa fabricante e independiente que fue creada por el American College of Radiology y la National Electronic manufacturers' Association.

**PACS:** sistema de archivado y comunicación de imagen. Sistema capaz de adquirir, transmitir, almacenar, recuperar y visualizar imágenes digitales e información relevante del paciente de diversas fuentes de imágenes y de comunicar la información sobre una red.

## BIBLIOGRAFIA.

- ✓ C. Fernando Mugarra González. Radiología digital. Monográfico, radiología digital. Universidad San Sebastián. Facultad de Ciencias de la Salud Escuela de Tecnología Médica. 2016 marzo – junio (21 de marzo 2016) disponible en:  
[http://www.conganat.org/seis/is/is45/IS45\\_33.pdf](http://www.conganat.org/seis/is/is45/IS45_33.pdf)
- ✓ Historia de la radiología / Publicado por la Sociedad Europea de Radiología (ESR) En colaboración con la Sociedad Internacional de Historia de la Radiología (ISHRAD) Deutsches Röntgen Museum /Octubre de 2012 /Directora editorial: Julia Patuzzi /Editores: Simón Lee, Michael Crean /Dirección artística y diseño: Robert Punz/ disponible en línea:  
[http://www.internationaldayofradiology.com/wp\\_live\\_idor\\_uai3A/wp-Sociedad Argentina de Radio protección, Publicación 93, Gestión de dosis al Paciente en radiología digital, \[archivo digital\] consultado el 15 de noviembre de 2015.](http://www.internationaldayofradiology.com/wp_live_idor_uai3A/wp-Sociedad Argentina de Radio protección, Publicación 93, Gestión de dosis al Paciente en radiología digital, [archivo digital] consultado el 15 de noviembre de 2015.)
- ✓ Moraga Llop FA. Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Dermatología Pediátrica. [monografía en Internet] \*. Madrid: Asociación Española de Pediatría; 2003 [acceso 19 de diciembre de 2005]. Disponible en:  
<http://www.aeped.es/protocolos/dermatologia/index.htm>
- ✓ Jusi Eduviges Riva/ El Rincón del Vago, 100 años de Rayos X en El Salvador [monografía en Internet] España: Salamanca desde 1998, [acceso 21 de marzo de 2016] Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/100-anos-de-rayos-x-en-el-salvador.html>
- ✓ Sociedad Argentina de Radio protección, Publicación 93, Gestión de dosis al Paciente en radiología digital, [archivo digital] consultado el 15 de noviembre de 2015.
- ✓ Radiología, sala de rayos x, Blogger [internet], 2015 [13 de mayo de 2011], disponible en línea: <http://tecnicosrx11.blogspot.com/2011/05/sala-de-rayos-x.html>
- ✓ Radiología digital. Pag2/ Introducción/ Párrafo 1. Universidad San Sebastián. Facultad de Ciencias de la Salud Escuela de Tecnología Médica.

- ✓ Directora editorial: Julia Patuzzi /Editores: Simón Lee, Michael Crean /Dirección artística y diseño: Robert Punz Historia de la radiología / Publicado por la Sociedad Europea de Radiología (ESR) En colaboración con la Sociedad Internacional de Historia de la Radiología (ISHRAD) Deutsches Röntgen Museum /Octubre de 2012 //disponible en línea:  
[http://www.internationaldayofradiology.com/wp\\_live\\_idor\\_uai3A/wp-content/uploads/2013/10/IDOR\\_2012\\_Story-of-Radiology\\_SPANISH.pdf](http://www.internationaldayofradiology.com/wp_live_idor_uai3A/wp-content/uploads/2013/10/IDOR_2012_Story-of-Radiology_SPANISH.pdf)
- ✓ Desarrollo de la radiología. centenario del descubrimiento de los rayos x /augusto brazzini arméstar, malú arias schereiber y Víctor ménez Leiva\*/ \* unidad de radiología vascular e intervencionista (URVI). hospital nacional "Edgardo Rebagliati Martins" ipss. lima-Perú./ boletín de la sociedad peruana de medicina interna - vol. 9 n° 1 – 1996/ disponible en línea:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v09n1/des\\_radio.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v09n1/des_radio.htm)
- ✓ Lic. Miguel Gámez/ RAF Corporativo/ Equipo e Insumos de Diagnóstico Radiológico. [Monografía en Internet]. El salvador. RAF insumo biomédico [acceso 24 de marzo de 2016]. Disponible en línea:  
<http://www.gruporaf.com/sv/raf-industrial/biomedica>
- ✓ Tec. Silvia Vázquez. radiología de la imagen convencional a la digital. Argentina 2016. universidad nacional de Gral. san Martín, escuela de ciencia y tecnología/ pág. 3- 52
- ✓ Monográfico: radiología digital radiología digital. aspectos a considerar al implantarla en los servicios de radiodiagnóstico/paginas 12-14 / Miguel Chavarría Díaz/ [http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45\\_10.pdf](http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_10.pdf)
- ✓ Carusso Riva. Imagen digital de rayos X. pdf/ pág. 34- 44. [Acceso 27 de abril de 2016]. Disponible en línea: <https://es.scribd.com/doc/69017564/La-Imagen-Digital>
- ✓ Stewart C. Bussong. Ed. Harcourt MANUAL DE RADIOLOGIA PARA TECNICOS 6ª edition/ Elsevier Science Health Science Division, 1998. Física, Biología y Protección Radiológica. [monografía en Internet], [acceso 09 de Abril 2016].enlínea.

books.google.com.sv/books/about/Manual\_de\_radiología\_para\_técnicos.html?hl=es  
&id=SY0IAAAACAAJ&redir\_esc=y

- ✓ Definición ABC/Atlantic internacional university / google Word reference, [monografía en Internet]. Madrid: 2007-2016, [acceso 19 de febrero de 2016]. Disponible en línea: <http://www.definicionabc.com/social/versatilidad.php>
- ✓ Rolando Almendares, Roberto Avelar y Martha González. Política del agua: Ampliación de la cobertura gestión descentralizada del agua institucionalización del pago de servicios ambientales. Primera edición. Simrosal. Junio 2009.
- ✓ Roberto Hernández Sampieri. Carlos Fernández collado. Pilar Baptista Lucio. Metodología de investigación. Libro de investigación. Tercera edición. México: Iztapalapa 2002.
- ✓ Elia Beatriz Pineda. Eva Luz de Alvarado. Francisca H. de Canales. Metodología de la Investigación. Libro de investigación. Segunda Edición. Washington. 1994

# **ANEXOS**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGIA MÉDICA  
LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES**



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

**PROYECTO DE INTERVENCION:**

**IMPLEMENTACION DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA  
DIGITALIZACION DE LA IMAGEN RADIOGRAFICA.**

**RESPONSABLES:**

**Vega Villedas. Samuel Adalberto  
Reales. Oscar Mauricio  
Espinoza Ramos. Luis Osmar**

**ASESOR:**

**Lic. Juan Carlos Aguilar**

**Ciudad Universitaria, Agosto 2016**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INTERVENCION**

### **DATOS GENERALES.**

#### **Nombre del proyecto:**

IMPLEMENTACION DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA DIGITALIZACION DE LA IMAGEN RADIOGRAFICA.

#### **Periodo de ejecución**

El proyecto se ejecutara en la semana del 15 al 19 de agosto 2016, según convenio de las jefaturas del Hospital.

#### **A quien se dirige el proyecto.**

Al director médico, sub director médico, sub director administrativo, jefaturas del área de radiología, los profesionales en radiología, encargado de medioambiente, encargado de planificación y calidad, encargados de UACI que laboran en el hospital Nacional “Dr. Juan José Fernández” Zacamil.

#### **Investigadores Responsables.**

Vega Villedas. Samuel Adalberto

Reales. Oscar Mauricio

Espinoza Ramos. Luis Osmar

#### **Docente.**

Licenciado Juan Carlos Aguilar.

## **DESCRIPCION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:**

El proyecto de intervención tendrá la duración de dos horas, el cual tiene como propósito de motivar la implementación de las nuevas tecnologías de edición de imágenes radiográficas, para la realización de este proyecto se ha investigado previamente sobre cuál es el proceso de edición de los equipo digitalizadores con los que cuentan los hospitales de la red pública metropolitana de salud para así contar con el suficiente información y conocimiento para poder intervenir favorablemente en lo encontrado durante todo el proceso.

El presente trabajo tiene como actividades dar una charla motivacional sobre la importancia de contar con el conocimiento sobre las nuevas tecnologías de digitalización y lo más importante saber cómo utilizarla los procesos de edición.

## **FACES DEL PROYECTO.**

- **Fase 1.- Planificación.**

Para realizar el proyecto se inicia con una propuesta de intervención la cual se delimita en los departamentos de radiología e imágenes de los Hospitales que no utilizan tecnología digital en la edición de imágenes radiográficas y que aun utilizan cuarto oscuro. En el mes de agosto del 2016, enviando cartas a las autoridades correspondientes para obtener el permiso para realizar el proyecto, y planificar las visita a los nosocomios, contando para dicha investigación con el grupo investigador.

- **Fase 2.- Ejecución.**

Al obtener los permisos correspondientes se realizara una presentación del trabajo investigativo y luego se dará una charla sobre el uso e implementación de las nuevas tecnologías de edición de imágenes radiográficas, incentivando el uso de la tecnologías, sobre el proceso de edición de imágenes digitales, para que los profesionales y jefes de área, se motiven a capacitar a los profesionales y las jefaturas realizar las diligencias necesarias para adquirir estas nuevas tecnologías de digitalización de imágenes radiografiadas para mejorar las imágenes en beneficio del paciente.

- **Fase 3.- Evaluación.**

En esta etapa se analizarán actividades desarrolladas en la fase 2, destacando lo positivo y negativo de las fases descritas y en base a esto se determinará si se logró cumplir o no los objetivos planteados de esta actividad.

**Beneficiarios directos.**

- Los profesionales en radiología que trabajan en el hospital.
- Las jefaturas del hospital.

**Beneficiario indirecto.**

- Los pacientes que se realizan estudios radiográficos en el hospital.
- Profesionales interesados en investigar sobre el tema.

**Localización:**

El departamento de radiología del hospital nacional “Dr. Juan José Fernández” Zacamil.

## **JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de intervención es de gran importancia para la sociedad, porque desde la introducción de la radiología digital a la red salvadoreña de salud ha aumentado la aceptación en el medio, de igual forma aporta información indispensable que ayuda a los hospitales de la red pública metropolitana de salud a actualizarse sobre los nuevos equipos con los que cuentan los hospitales y cuáles serían los más adecuados para los que todavía no los poseen, también es de suma importancia que los profesionales en radiología cuenten con el conocimiento y desarrollen habilidades en las nuevas tecnologías de los avances tecnológicos de equipos digitalizadores que permiten editar las imágenes radiológicas como el profesional lo desee para resaltar estructuras anatómicas o patológicas observadas al momento de editar la imagen, de acuerdo a la indicación médica, y todo esto en beneficio del paciente y su salud. De igual manera se verá beneficiado la jefatura del departamento de rayos x porque se hará más eficiente el trabajo en el departamento presentando imágenes de mejor calidad diagnóstica y en primer lugar el beneficiado será el paciente quien recibirá los resultados de sus exámenes radiológicos en menos tiempo para realizarse su respectivo diagnóstico además de ser esta de mejor calidad, el profesional conocerán sobre las ventajas y beneficios de estos equipos y los motivara a adquirirlas y así contara con un departamento de radiología moderno actualizado y más eficiente, además se cumplirá con el reglamento de seguridad y protección radiológica al personal, así como la protección al medio ambiente debido a que no producirá contaminación ambiental por el uso de químicos de del proceso de revelado, de igual manera beneficiara a estudiantes que se encuentren realizando prácticas en el hospital porque recibirán nuevos conocimientos que les ayudaran mucho en su formación profesional y facilitar su trabajo, en los hospitales de red metropolitana que cuentan con estas novedosas tecnología de manejo y edición de imágenes radiológicas.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Presentar las nuevas tecnologías, manejo y edición de imágenes para motivar e incentivar al personal usuario en la entrega de imágenes diagnosticas digitales.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Presentación de datos obtenidos en la investigación dando conocer las nuevas tecnologías de edición de imágenes radiológicas.
- Describir las ventajas y desventajas de la digitalización.
- Incitar a las autoridades de los hospitales que aún no cuentan con nuevas tecnologías en la digitalización de imágenes, realicen las gestiones necesarias para que adquieran estos sistemas.

## **I. METAS.**

- Promocionar la actualización de conocimientos sobre los nuevos equipos digitales y la edición de imágenes radiológicas.
- Hacer conciencia sobre la necesidad de obtener equipos digitales en beneficio del paciente, para brindarle imágenes de mejor calidad.
- En el beneficio que tiene esta nueva tecnología al medio ambiente porque con ellas se evita en su totalidad la contaminación y desperdicio de agua así como la emisión de gases tóxicos.

## **II. ESTRATEGIAS.**

- Solicitar a las autoridades permiso para desarrollar dicha actividad.
- Realizar una charla con todos los profesionales del departamento de radiología que deseen participar de igual manera contar con la presencia de las autoridades superiores del departamento de radiología e imágenes.

## **III. ACTIVIDADES.**

- ✓ Presentación de charla para motivar e incentivar al uso de la digitalización.
- ✓ Ponencia sobre las nuevas tecnologías digitalizadoras.
- ✓ Entrega de refrigerio a los asistentes a la ponencia.

## **IV. RECURSOS.**

### **a. Humanos:**

Se cuenta con los siguientes recursos humanos:

- Grupo ejecutor del proyecto.
- Ing. Carlos Rivas. Ingeniero de RAF.
- Docente asesor: Lic. Juan Carlos Aguilar

b. Materiales:

- Cámara Fotográfica.
- Papel Bond.
- Proyector
- laptop.

c. Financieros:

- Dinero para transporte.
- Impresión del Trabajo.
- Folder.
- Fasters.
- Anillados.

**V. PRESUPUESTO.**

<b>Tipos de Gastos</b>	<b>Cantidad por Unidad</b>	<b>Detalle por Unidad</b>	<b>Total</b>
<u>Materiales</u>			
Transporte	1	\$3.00	\$5.00
Reproducción del proyecto	3	\$5.00	\$5.00
Anillados	3	\$6.00	\$18.00
Impresiones	24 Paginas	\$0.10	\$5.00
Folder y FASTER	3	\$0.30	\$0.60
Refrigerio	20	\$1.00	\$20.00
<b>Total:</b>			\$55.60





Para realizar la charla impartida del proyecto de intervención se contó con el apoyo de representante de RAF, Ing. José Rivas



Entre los asistentes a la charla de “Implementación de las nuevas tecnologías en la digitalización de la imagen radiográfica” se contó con la presencia de algunas jefaturas del Hospital Nacional “Dr. Juan José Fernández” Zacamil. Tales como: Dra. Peralta, subdirectora administrativa. Licda. De García Rosy, jefa de técnicos de Radiología. Dr. Cristian Gonzales, jefe de áreas paramédicas. Dr. Planas, jefe de calidad. A demás de personal administrativo relacionado al tema.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE MEDICINA.  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA.  
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES.**

**GUÍA DE ENCUESTA LOS LICENCIADOS QUE UTILIZAN SISTEMAS DE EDICION DE IMÁGENES RADIOGRAFICAS Y DIGITALIZACION DE LAS MISMAS.**

**Objetivo:** Recopilar la información necesaria, para analizar de una manera más amplia el proceso que se realiza en el momento de la edición de la imagen radiográfica obtenida.

**Indicaciones:** Conteste las siguientes preguntas marcando con una “X” el espacio correspondiendo siendo lo más sincero posible.

**Datos generales:** Sexo: M\_\_\_\_ F\_\_\_\_

1. ¿Qué año fue adquirido el equipo digitalizador?\_\_\_\_\_
2. ¿De qué forma es adquirida la imagen radiográfica en los equipos que usted utiliza?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Conoce usted los requisitos básicos que un equipo de rayos X convencional necesita para que sea compatible con un programa de procesado digital?  
Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_
4. ¿Sabe usted cual es la diferencia entre el equipo digital CR y DR con respecto a la obtención y edición de una imagen digital? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_
5. ¿Sabe usted cómo utilizar el programa o aplicación de edición en la radiología digital?  
Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_
6. Si su respuesta anterior fue sí, ¿cómo obtuvo los conocimientos para la utilización de programas de digitalización de imagen?  
Charlas \_\_\_\_\_ B) Capacitación técnica \_\_\_\_\_
7. ¿En su lugar de trabajo le han brindado capacitación sobre el sistema de edición digital? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_

8. ¿El sistema de edición brinda una mejor calidad de la imagen radiográfica?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
9. ¿La edición de imagen radiográfica genera una reducción de repetición de radiografías?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
10. ¿Se evitan los errores de factores en técnicas como mAs y Kv con el sistema de edición digital de la imagen radiográfica?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
11. ¿El sistema de edición digital de imágenes radiográficas beneficia al paciente?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
12. ¿El sistema de edición digital disminuye la dosis con la que se irradia al paciente?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
13. ¿Según la técnica utilizada en el momento de la toma de una radiografía digital el ruido radiológico se ve incrementado con respecto a una radiografía convencional?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
14. ¿Ha llegado a observar errores en la imagen causados por el sistema de obtención de imagen que sean imposibles de ajustar con la edición?  
Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
15. ¿El tiempo de entrega de resultados de los estudios es el mismo que en rayos X convencional?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
16. ¿La calidad de la imagen radiográfica es la misma que en rayos x convencional?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
17. En lo que respecta al Archivo de imágenes ¿Qué beneficio se ha logrado con la digitalización de la imagen radiográfica?  
A. Reducción de espacio físico para el almacenamiento de imagen. \_\_\_\_  
B. Utilización de un sistema de almacenamiento de transmisión. \_\_\_\_  
C. Descarga de imágenes radiológicas. \_\_\_\_

18. ¿Considera usted que el costo económico se disminuye en lo que respecta a:  
Compra de químicos, Consumo de película radiográfica, Repetición de la imagen, eliminación de compra de depósitos y tratamiento de reciclaje de plata?  
SI. \_\_\_ NO. \_\_\_\_
19. ¿En lo que respecta a lo económico, considera usted que la digitalización de la imagen radiológica conlleva un alto costo de adquisición de los equipos digitales y mantenimiento constante de los mismos? SI. \_\_\_ NO. \_\_\_\_
20. ¿Considera usted que el proceso de edición de imagen radiográfica es más práctico y genera una menor contaminación al medio ambiente?  
Sí \_\_\_\_ No\_\_\_\_
21. ¿En lo que respecta a la adquisición de imagen digital, considera usted que pueda existir riesgo que las imágenes pueden ser adulteradas para actos ilícitos y que los archivos guardados se pueden borrar del sistema?  
SI. \_\_\_ NO. \_\_\_\_
22. ¿El tipo de pantalla de fosforo fotoestimulable tienden a degradarse fácilmente por el uso y producir artefactos? SI. \_\_\_ NO. \_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**  
**FACULTAD DE MEDICINA.**  
**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA.**  
**LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES.**

**GUÍA OBSERVACIÓN A LICENCIADOS QUE UTILIZAN SISTEMAS DE EDICION DE IMÁGENES RADIOGRAFICAS Y DIGITALIZACION DE LAS MISMAS.**

**Objetivo:** Observar si el personal que trabaja en el área de radiología e imágenes cumple o ponen en práctica cada uno de los pasos necesarios para la edición de la imagen digital, con el fin de recopilar y analizar dicha información. Para la realización de conclusiones del presente trabajo de investigación.

1.	¿Qué equipo posee el departamento?	CR	DR
2.	¿El equipo CR que tipo de caseta utiliza?	FOSFORO	OTRA
3.	¿Se aplican correctamente el uso de las herramientas del programa de edición?	SI	NO
4.	¿Las radiografías que se obtienen son de buena calidad?	SI	NO
5.	Se produce repetición de radiografías por: problemas de los equipos.	SI	NO
6.	Se produce repetición de radiografías por: mala técnica.	SI	NO
7.	Se produce repetición de radiografías por: Mala colocación de paciente.	SI	NO
8.	¿La imagen digital obtenida muestra un buen contraste?	SI	NO
9.	Los dispositivo utilizados para la obtención y edición de la imagen digital (casetas, lectores digitales, monitores) están en perfecta condiciones.	SI	NO
10.	Se observa algún inconveniente con respecto a la capacidad de almacenamiento de las imágenes digitales.	SI	NO
11.	Se observa con frecuencia algún tipo de fallas o errores en el sistema de edición de la imagen digital (software)	SI	NO

## ANEXO 4

Esquema de aspectos técnicos de los métodos de adquisición de imágenes digitales.

### Diagrama de bloques

