



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
TECNOLOGÍA MÉDICA- RADIOLOGÍA**

LA RADIOLOGÍA DIGITAL

Autor: Estudiante Fernando Silva Melendez

Asesor: Mg. Carla María Ordinola Ramírez

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
TECNOLOGÍA MÉDICA- RADIOLOGÍA**

LA RADIOLOGÍA DIGITAL

Autor: Estudiante Fernando Silva Melendez

Asesor: Mg. Carla María Ordinola Ramírez

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A DIOS por darme la fortaleza y fe, ser guía y luz en mi camino, a mis padres por darme siempre la mejor formación humana, espiritual y profesional, por su sabiduría y apoyo a lo largo de estos años, por haberme enseñado el valor de la persistencia y lucha.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a nuestra casa de estudios, la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, en especial a la Escuela Profesional de Tecnología Médica – Radiología, por la formación académica que a lo largo de estos cinco años han contribuido para lograr ser profesionales eficientes, éticos y de servicio hacia la sociedad.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Dr. Edwin Gonzales Paco

Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

VISTO BUENO DEL ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

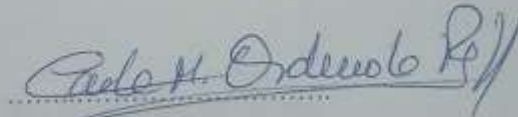
Yo, Mg. Carla María Ordinola Ramírez, identificada con DNI N° 18131989 con domicilio legal en la Av. Cuarto centenario N° 533, actual docente a tiempo completo de la Universidad Nacional "Toribio Rodríguez de Mendoza" de Amazonas.

DOY VISTO BUENO, al informe titulado "La Radiología Digital", que ha sido conducido por la estudiante de Tecnología Médica – Radiología, Fernando Silva Melendez.

Por lo tanto

Para mayor constancia y validez firmo la presente.

Chachapoyas 13 de septiembre del 2019



Mg. Carla María Ordinola Ramírez

DNI N° 18131989

JURADO EVALUADOR



Mg. Julio Mariano Chavez Milla
Presidente



Lic. Fanny Amaya Chunga
Secretaria



Mg. Oscar-Joel Oc Carrasco
Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Fernando Silva Melendez identificado con DNI 76878025, estudiante de la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:

Declaro Bajo Juramento

Que:

1. Soy autor del Trabajo de Investigación titulado:
La Radiología Digital, que presento para obtener el Grado Académico de Bachiller en:
Tecnología Médica – Radiología.
2. El Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Trabajo de Investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Trabajo de Investigación presentado no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de Investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el Trabajo de Investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 24 de julio del 2019



Firma del aspirante

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	vi
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ..	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCION.....	13
II. CUERPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	14
2.1. DEFINICIÓN	14
2.2. TIPOS	15
2.2.1. Sistema de Radiografía Computarizada Basados en Fósforos Fotoestimulables.16	
2.2.1.1. Procedimiento.....	18
2.2.1.2. Procesamiento.....	19
2.2.1.3. Características de la Obtención de Imágenes	22
2.2.1.4. Ventajas y Limitaciones	24
2.2.2. Sistemas de Radiografía Directa Basados en Paneles Planos.....	25
2.2.2.1. Detectores de Selenio Amorfo (a-Se) (Detección Directa)	26
2.2.2.2. Detectores de Silicio Amorfo (a-Si) (Detección Indirecta).....	27
2.2.2.3. Procesamiento.....	28
2.2.2.4. Ventajas y Limitaciones	29
2.3. CARACTERISTICAS PRINCIPALES	30
2.4. NUEVAS TECNOLOGIAS APLICADAS A LA IMAGEN	31
III. CONCLUSIONES.....	33
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Excitación de Electrones por los Rayos X, Estado Metaestable	17
<i>Figura 2:</i> Emisión de Luz Visible de los Electrones, Estado Basal	17
<i>Figura 3:</i> Capa de Fosforo Fotoestimulable	17
<i>Figura 4:</i> Chasis para el Sistema de Radiografía Computarizada	18
<i>Figura 5:</i> A: Exposición; B: Estimulación; C: Lectura; D: Borrado	19
<i>Figura 6:</i> Procesador Automático.....	20
<i>Figura 7:</i> Barrido Lento y Barrido Rápido	20
<i>Figura 8:</i> Componentes Ópticos.....	21
<i>Figura 9:</i> Conversión Analógico – Digital	22
<i>Figura 10:</i> Imágenes obtenidas por la Radiografía Convencional	23
<i>Figura 11:</i> Imágenes obtenidas por la Radiografía Computarizada	23
<i>Figura 12:</i> Estructura de un Panel de a-Se con sus Partes.....	26
<i>Figura 13:</i> Proceso Esquemático de Adquisición de Imágenes del a-Se.....	27
<i>Figura 14:</i> Estructura y Proceso Esquemático de Adquisición de Imágenes del a-Si.....	28
<i>Figura 15:</i> Comparación del Flujo de Trabajo Radiográfico, A: Radiología Computarizada; B: Radiología Digital.....	29
<i>Figura 16:</i> Visualización de las Imágenes Radiográficas Digitales	31
<i>Figura 17:</i> Funcionamiento del PACS	32

RESUMEN

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital sin haber pasado previamente la imagen en una placa de película radiológica. Su uso ha definido un nuevo destino en el campo de la salud, ya que desde 1982 ha marcado el deterioro de lo convencional y lo analógico. El uso de esta nueva tecnología ha llevado a mejores resultados en la obtención de imágenes en mejor brillo, contraste y una óptima resolución, además de evitar un posible examen de repetición por la deficiente captación de los recursos utilizados para la imagen analógica. Cabe mencionar que la Radiología Digital se provee de dos fuentes que lo definen, una es la Radiología Computarizada y la otra la Radiología Digital Directa e Indirecta. Sin embargo en ambas existen variables que determinan una mejor calidad de imágenes y dosis menores de radiación para la protección de la salud tanto del personal encargado de manejar las máquinas de rayos x como la del paciente.

Palabras clave: radiología digital, salud, imágenes.

ABSTRACT

The term digital radiology is used to refer to radiology that obtains images directly in digital format without having previously passed the image on a radiological film plate. Its use has defined a new destination in the field of health, since 1982 it has marked the deterioration of the conventional and the analogical. The use of this new technology has led to better results in obtaining images in better brightness, contrast and optimum resolution, in addition to avoiding a possible repetition test due to the poor acquisition of the resources used for the analog image. It is worth mentioning that Digital Radiology is provided with two sources that define it, one is Computerized Radiology and the other is Direct and Indirect Digital Radiology. However, in both there are variables that determine better image quality and lower doses of radiation for the health protection of both personnel responsible for operating the x-ray machines and the patient's.

Keywords: digital radiology, health, images.

I. INTRODUCCION

La Radiología Digital es una nueva invención a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI y desde su implantación en el campo de la medicina y su innovación en los Servicios de Radiología ha logrado obtener imágenes que serán proyectadas en una computadora de manera automática obviando el proceso manual que en los inicios de la radiología se usaba (chasis, placas y solventes para obtener la imagen como revelador, fijador, agua) y que hacían de este proceso muy tedioso y complicado al momento de obtener imágenes.

Hoy en día las ventajas del uso de la radiología digital son innumerables, lo que nos ofrece es contribuir a un mejor diagnóstico de patologías que aquejan al paciente ya que las imágenes obtenidas son de mejor calidad por los detalles y el nivel exacto de contraste, que, aun siendo proyectada en un computador, nos da la oportunidad de poder dar una mejor apreciación en la imagen para su posterior diagnóstico y tratamiento si la situación lo requiere de una manera rápida y sin demoras.

Asimismo, la Radiología Digital, se ha presentado en dos tipos para la ayuda al diagnóstico y que con la inserción de las nuevas tecnologías a generado mayor confianza al momento de utilizarlo al beneficio de la salud. Cabe destacar que el uso de esta tecnología innovadora se caracteriza por presentar muchas ventajas, pero a la misma vez desventajas, pero que no opacan el gran avance que en el campo de la medicina ha logrado.

En el presente trabajo de investigación se dará a conocer la descripción de la Radiología Digital como es el uso, tipos, características principales, las ventajas y desventajas y las nuevas tecnologías aplicadas a la imagen.

II. CUERPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

2.1. DEFINICIÓN

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes en formato digital a través de dos sistemas, donde en uno hace el uso de la placa de película radiográfica y el segundo obvia completamente dicho uso. En ambos sistemas 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.

Asimismo, tenemos a autores que tienen su propia descripción de lo que es la radiología digital:

Como sostiene Mugarra, F., & Chavarría, M. (2002). *La Radiología Digital: Adquisición de imágenes*.

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 a ir sustituyendo paulatinamente a la radiología analógica. Este cambio es muy importante y tiene múltiples aspectos a contemplar [...] No todo lo que trae una renovación tecnológica tiene que ser positivo en sí, y si bien habrá que ser valientes y decididos para afrontar el reto que plantea esta nueva tecnología, también habrá que ser prudentes y sensatos para no cometer fallos que después son difíciles de arreglar, sobre todo teniendo en cuenta las implicaciones económicas que tienen los cambios de equipamiento tecnológico de una instalación sanitaria. Dicho esto, es evidente que un conocimiento más profundo de estos nuevos sistemas puede y debe ayudar a un mejor análisis y valoración de los mismos. (p. 33-34)

Como sostiene Cabrero, F. (2007). *Imagen Radiológica para Técnicos*. (Novena ed.). Barcelona, España: Elsevier.

La transformación analógico-digital descompone la imagen en una matriz de elementos pequeños cuadrados que reciben el nombre de píxeles [...] Dicho de otra forma, la digitalización implica la transformación de la información que porta la imagen en valores numéricos que corresponden a la localización de cada pixel en la matriz y al nivel medio gris que pertenece cada uno de ellos [...] En los últimos años se han desarrollado nuevos sistemas de captación que proporcionan imágenes en un tiempo mínimo y con una calidad mayor. Estos sistemas se engloban bajo la denominación radiografía digital (DR) y presentan como elemento característico un detector de rayos X que hace las veces de

película [...] la radiografía digital (DR) proporciona imágenes en un tiempo mínimo y con una calidad mucho mayor que la ofrecida por los sistemas convencionales pantalla/película o por la radiología computarizada (CR). Además, se consiguen mejoras notables en la productividad del servicio de radiología y, desde el punto de vista económico, un ahorro en el gasto anual acumulado. Aunque la radiología computarizada desempeña actualmente un papel importante en muchos centros, la DR se presenta como el método más eficaz para la obtención de este tipo de imágenes. (p. 117-122-124)

Como sostiene Buscà, J., Vigil, A., & Medina, R. (2010). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros dosimétricos. *Imagen Diagn, I(2)*, 70-72.

La radiología digital ha sido posible gracias a la evolución experimentada en el campo de la microelectrónica que ha facilitado no sólo el desarrollo de nuevos y mejores sistemas de detección digital de la imagen, sino también la aparición de procesadores de altas prestaciones capaces de computar en pocos segundos gran cantidad de información. Este cambio ha comportado el fin de una tecnología con años de utilización y con un alto grado de desarrollo y sofisticación [...] La implantación de los sistemas de adquisición digital de la imagen ha venido acompañado de un cambio significativo en el flujo de trabajo del servicio puesto que, al obtener las imágenes directamente en formato digital, estas se pueden transferir de modo casi inmediato entre los diferentes profesionales implicados en el diagnóstico por la imagen sin necesidad de estar físicamente en el servicio. Es decir, la incorporación de la radiología digital implica no sólo cambios en el modo en que se procesa la imagen, sino también en la manera de visualizar y diagnosticar las imágenes obtenidas en las exploraciones de rayos X.

Como sostiene Hernando, I., & Torres, R. (2002). *Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas*.

“radiología digital se suele hacer referencia a un amplio conjunto de sistemas de adquisición, tratamiento, procesamiento, transmisión, archivo y visualización de información radiológica”. (p. 45)

2.2. TIPOS

La obtención de imágenes digitales comenzó con la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) a través del SPR (Scanned Projection Radiography) el cual fue un resultado indirecto de la radiología digital e implicaba el uso de un haz de rayos X en abanico colimado., sin embargo, la introducción de la radiología digital fue en 1982

por Fuji la cual creo el primer sistema comercial de obtención de imágenes (Carlyle, 2010)

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. (Hernando, Torres, 2002)

Tales dispositivos han dado lugar a dos grandes grupos de sistemas de radiografía digital:

1. Sistema de radiografía computarizada, basados en fósforos fotoestimulables.
2. Sistema de radiografía directa, basados en paneles planos. (Hernando, Torres, 2002)

2.2.1. Sistema de Radiografía Computarizada Basados en Fósforos Fotoestimulables

El Sistema de Radiografía Computarizada (CR), es un tipo de radiología digital con más de dos décadas de antigüedad que en los últimos años su implantación ha tenido un gran auge, sus inicios se remontan en 1982. La radiografía computarizada hace posible la obtención de imágenes digitales, pero permite también, si se desea, mantener un entorno de trabajo esencialmente idéntico al de la radiología clásica, lo que facilita los procesos de adaptación. (Hernando, Torres, 2002)

Se ha comprobado que el contacto de rayos X con algunos materiales va a generar que la energía cedida sea absorbida, convirtiendo al material en una fuente de energía pero que de manera espontánea e inmediata dicha energía será liberada 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 reemitir, 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). (Hernando, Torres, 2002)

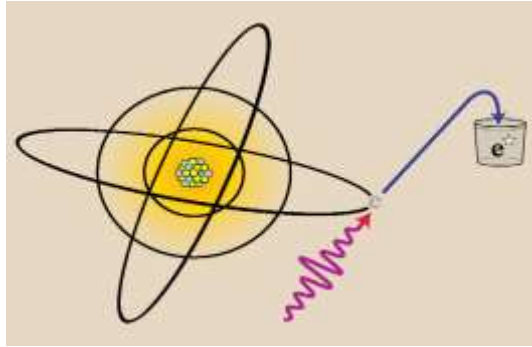


Figura 1: Excitación de Electrones por los Rayos X, Estado Metaestable

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

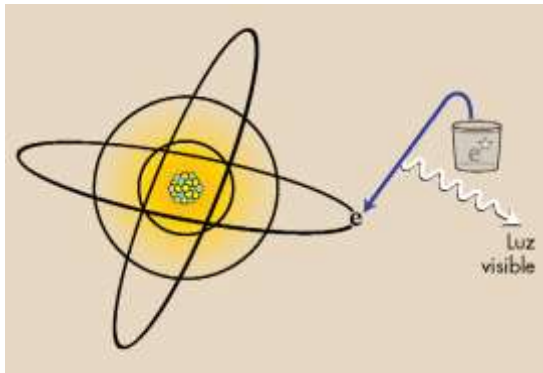


Figura 2: Emisión de Luz Visible de los Electrones, Estado Basal

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

El uso del chasis aun seguirá vigente en este sistema, con las mismas dimensiones utilizadas en la radiografía convencional, aquí el detalle que cambia todo es que dichos chasis tendrán una capa de fósforo fotoestimulable. (Hernando, Torres, 2002)

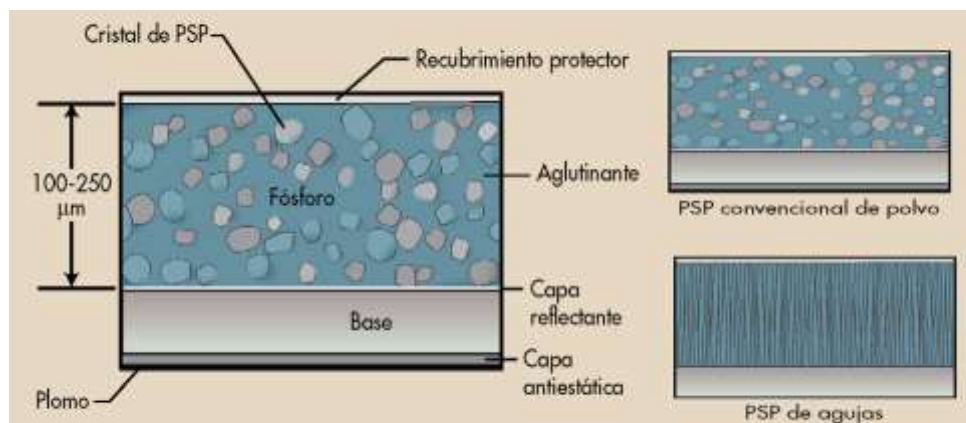


Figura 3: Capa de Fosforo Fotoestimulable

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.



Figura 4: Chasis para el Sistema de Radiografía Computarizada

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

2.2.1.1. Procedimiento

En la radiografía computarizada, los 4 pasos para obtener una imagen radiográfica comenzaran cuando después de haber posicionado al paciente y del disparo hecho para ver la parte anatómica solicitada por el médico, el chasis **expuesto**, que contiene la imagen latente pasara por la **estimulación** que no es más que la obtención de la imagen y para ello es posible utilizar un estrecho pincel de láser (normalmente, de luz infrarroja) que va a extraer la información relativa de dicha imagen, hay que tener en cuenta que a medida que disminuye la intensidad del láser, también disminuye la intensidad de la señal emitida. (Hernando, Torres, 2002)

El tercer paso es la **detección** o lectura de la emisión estimulada que se dará por medio de un haz de láser, donde la señal luminosa es tan pequeña que, para que esta resulte útil es preciso proceder a un cuidadoso filtrado que la separe, aquí se llega a utilizar un tubo fotomultiplicador que recoge la señal luminosa y la convierte en señal eléctrica. Un conversor analógico-digital cuantifica esa señal. 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. (Hernando, Torres, 2002)

El último paso es el **borrado** para su posterior uso en otro paciente y se consigue cuando a la pantalla de fosforo fotoestimulable se somete a un haz de luz intensa. (Hernando, Torres, 2002)

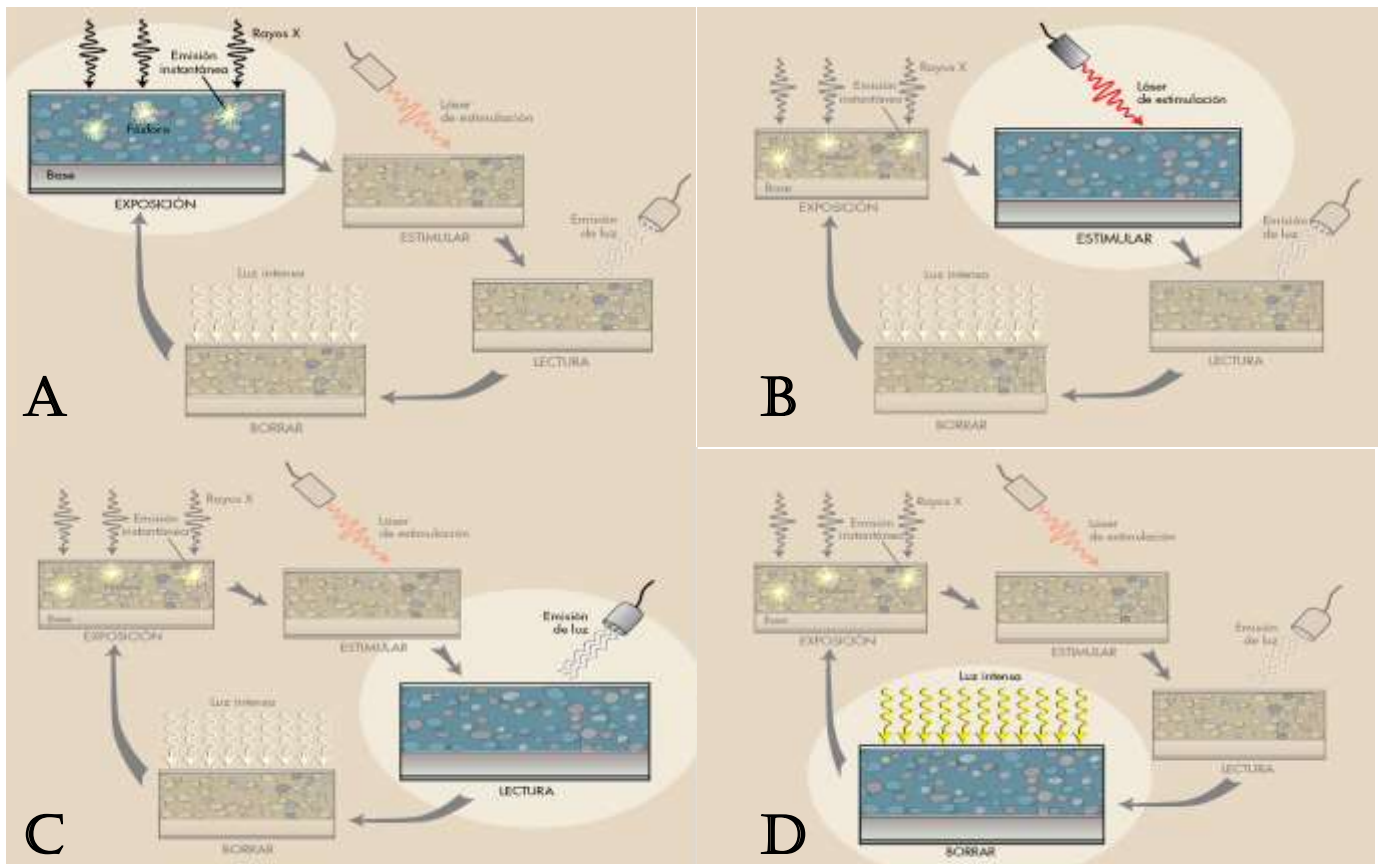


Figura 5: A: Exposición; B: Estimulación; C: Lectura; D: Borrado

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

2.2.1.2. Procesamiento

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 partes 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. (Hernando, Torres, 2002)



Figura 6: Procesador Automático

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

El procesador utilizado para obtener la imagen en formato digital cuenta con tres características:

a. Mecánicas:

El chasis colocado en el procesador se ajustará a un mecanismo motriz de precisión que la desplazará constantemente, y lentamente (barrido lento). Mientras el chasis se transporta en la dirección lenta del barrido, un dispositivo reflectante como un polígono rotatorio o un espejo oscilante devuelve el haz de láser que va y viene atravesando el chasis (barrido rápido). (Carlyle, 2010)

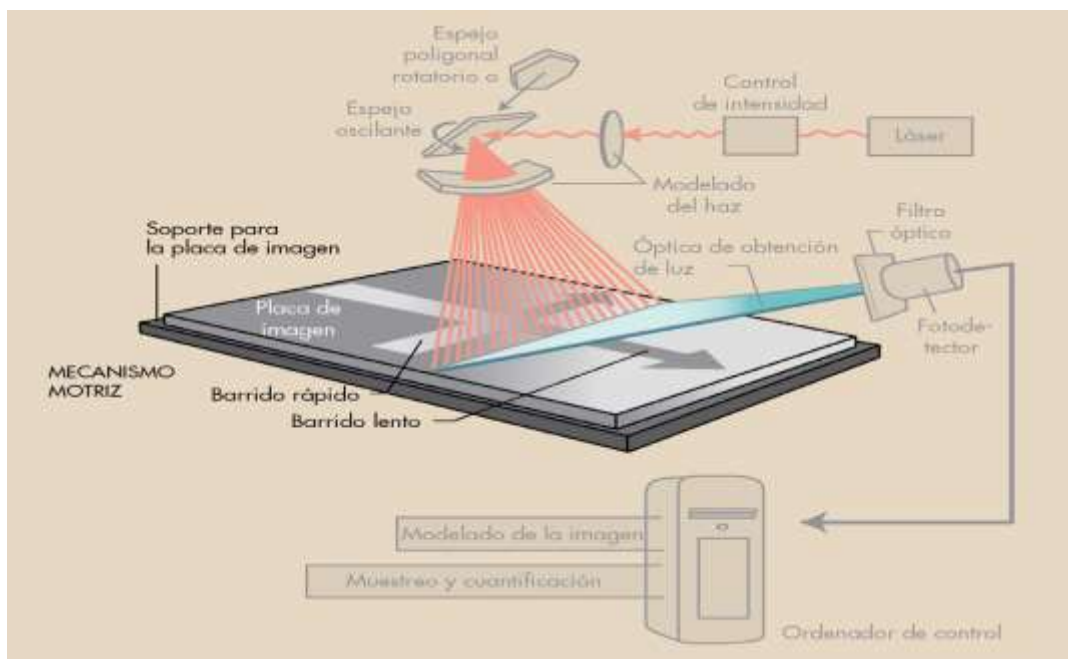


Figura 7: Barrido Lento y Barrido Rápido

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

b. Ópticas:

Para sondear adecuadamente la pantalla de fosforo fotoestimulable se utilizará la óptica la cual contiene a los componentes del subsistema óptico que consisten en el láser, la óptica de modelado del haz, la óptica de recogida de la luz, los filtros ópticos y un fotodetector La óptica especial de modelado del haz mantiene constante el tamaño, la forma, la velocidad y la intensidad del haz, lo cual conllevará a una buena información del estudio realizado. (Carlyle, 2010)

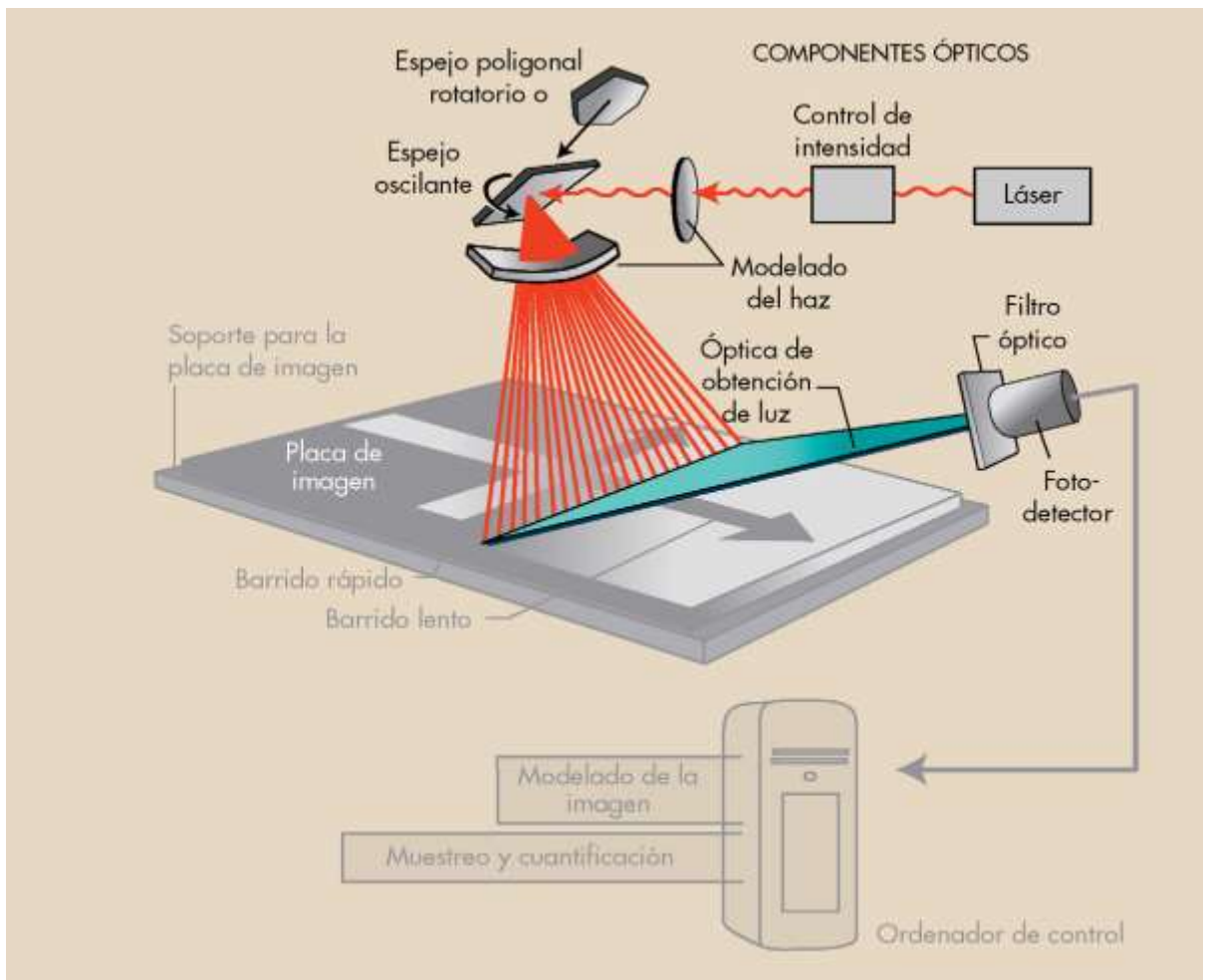


Figura 8: Componentes Ópticos

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

c. Informáticas:

La señal analógica que procede del fotodetector se procesa variando su amplitud y escala y grado de compresión. Esto modula la señal antes de formarse la imagen final. De este modo, la señal analógica se digitaliza. (Carlyle, 2010)

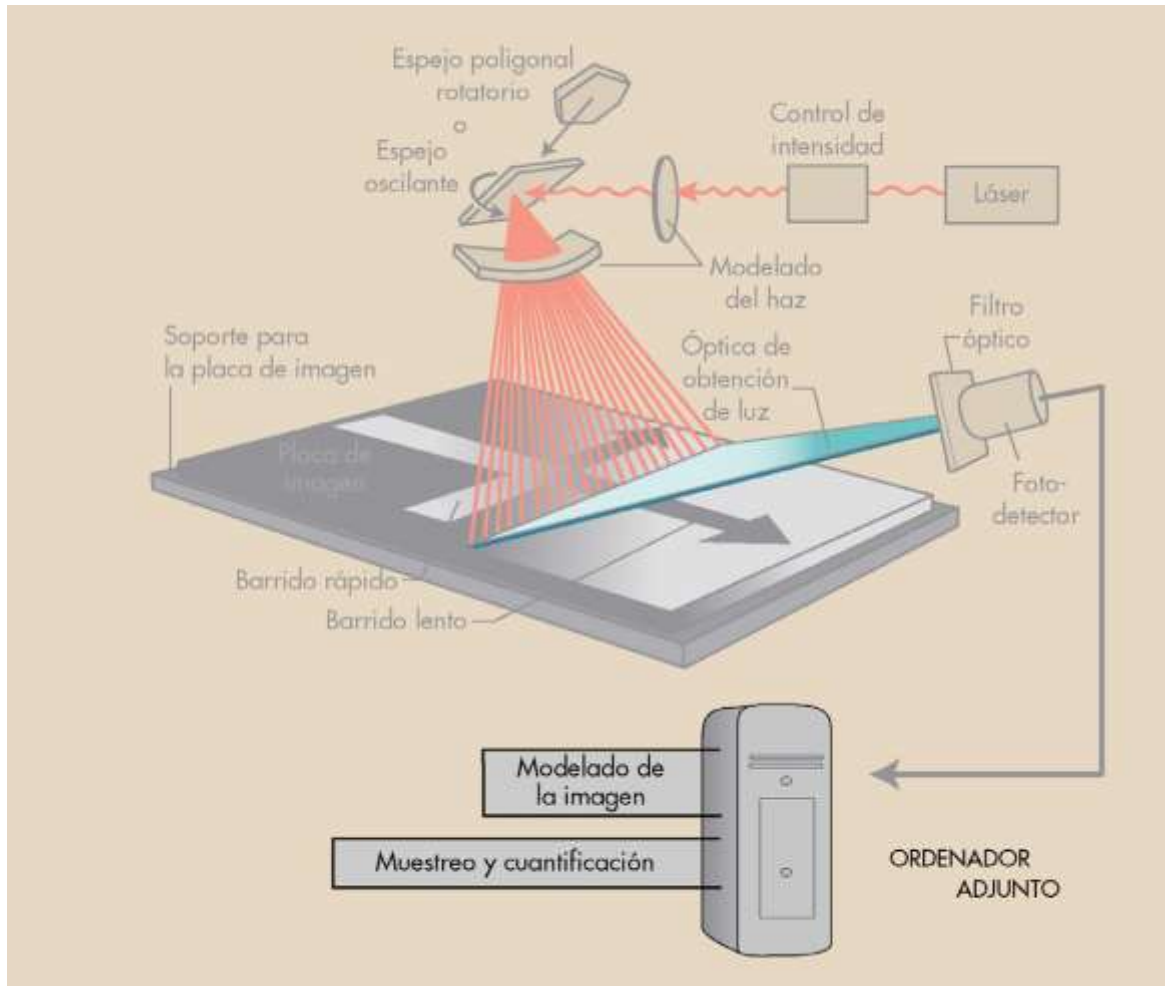


Figura 9: Conversión Analógico – Digital

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

2.2.1.3. Características de la Obtención de Imágenes

Las cuatro características principales de cualquier imagen médica son:

- La resolución espacial (demostrar pequeños detalles de un objeto).
- La resolución de contraste (capacidad de distinguir estructuras que tienen un contraste similar).
- El ruido (Fluctuación indeseable en la densidad o brillo de la imagen).
- Los artefactos (interposición de la estructura anatómica de interés en el haz de rayos X).

Si se compara las imágenes convencionales con las digitales, con el primer sistema que es la Radiografía Computarizada, se tiene que en placa convencional puede mostrar únicamente en torno a 30 niveles de grises en el negatoscopio, motivo que justifica la gran importancia de la técnica radiológica en la obtención de imágenes con placa convencional. La imagen de la Radiografía Computarizada se caracteriza por una latitud muy amplia que contribuye a mas niveles de grises, exactamente 10,000. (Carlyle, 2010)

La adecuada exposición y técnica radiológica son esenciales para la radiografía en placa convencional. La sobreexposición y la subexposición dan lugar a imágenes inaceptables.

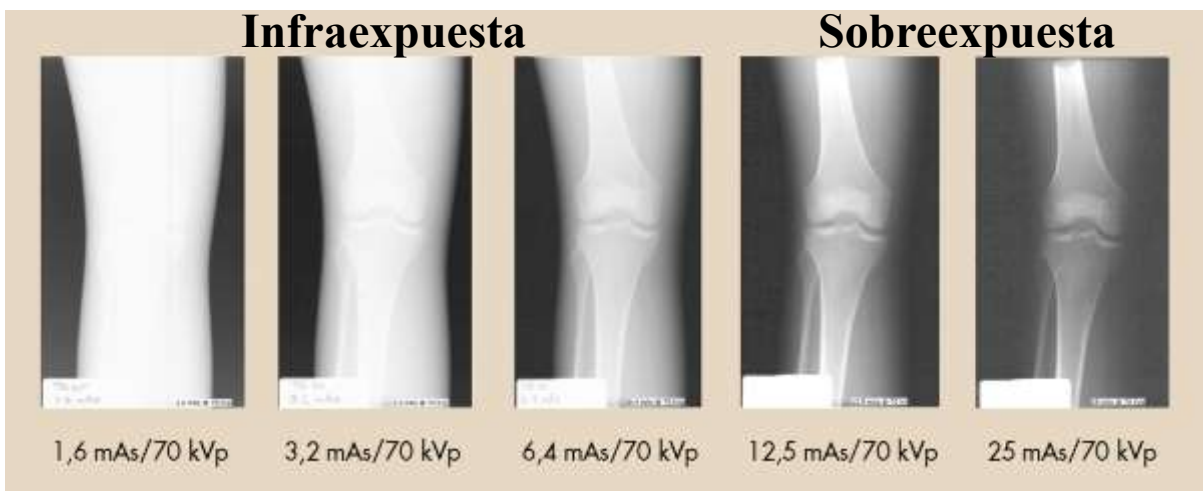


Figura 10: Imágenes obtenidas por la Radiografía Convencional

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

La técnica radiológica no es tan importante en la Radiografía Computarizada, ya que el contraste no cambia durante la exposición a la radiación. (Carlyle, 2010)

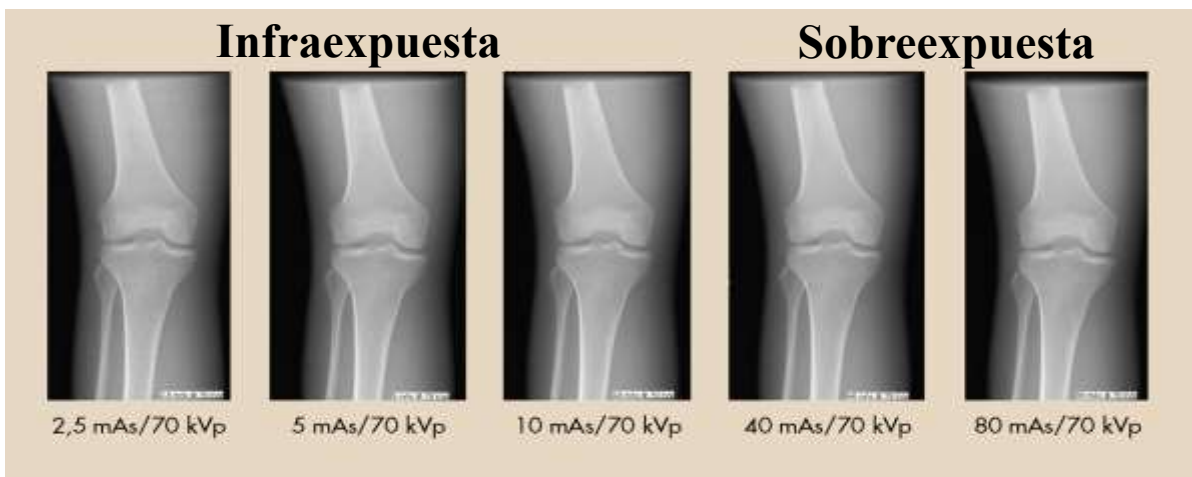


Figura 11: Imágenes obtenidas por la Radiografía Computarizada

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

2.2.1.4. Ventajas y Limitaciones

Las ventajas de la Radiografía Computarizada son:

- Permite la digitalización de los sistemas de radiografía convencional sin necesidad de cambiar los equipos de rayos X: se pueden seguir utilizando los mismos generadores, tubos, mesas, estativos, etc., y basta con sustituir los chasis con la clásica combinación placa-pantalla por otros que incorporen en su lugar una lámina de fósforo fotoestimulable. (Hernando, Torres, 2002)
- 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 y todo esto se debe gracias a la creación del sistema digital basado en un PACS (son las siglas anglosajonas Picture Archiving and Communication System. Se trata de un sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas y para la transmisión de éstas a estaciones de visualización dedicadas o entre éstas a través de una red informática.). (Hernando, Torres, 2002)
- 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. (Hernando, Torres, 2002)
- Se reduce drásticamente la repetición de exploraciones. (Hernando, Torres, 2002)
- La calidad obtenida es satisfactoria. En realidad, no se ha podido demostrar hasta la fecha que la radiología computarizada garantice una calidad mayor que la radiografía convencional con película-pantalla. Puede afirmarse, sin embargo, que, con equipos correctamente ajustados, produce una calidad de imagen elevada y, lo que es quizás más importante, estable. (Hernando, Torres, 2002)

Las Limitaciones son:

- La obtención de imágenes con la tecnología de la Radiografía Computarizada, 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. (Hernando, Torres, 2002)

- Aun cuando, en principio, es posible construir láseres más finos, que darían lugar a un menor tamaño de píxel, tal incremento de la resolución implica un mayor número de píxeles para cubrir una superficie determinada, es decir, supone aumentar el tamaño de la imagen. (Hernando, Torres, 2002)
- La mejora de la resolución espacial mediante la reducción del tamaño de píxel lleva aparejada la disminución de la señal neta que llega a cada píxel, lo que puede incrementar el ruido y afectar a la resolución de contraste, haciendo necesario llegar a un equilibrio entre unos factores y otros. (Hernando, Torres, 2002)
- Como cualquier sistema de imagen, los fósforos fotoestimulables tienden a degradarse con el uso y pueden producir artefactos. (Hernando, Torres, 2002)

2.2.2. Sistemas de Radiografía Directa Basados en Paneles Planos

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. 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. (Mugarra, 2002)

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. (Hernando, Torres, 2002)

Son las basadas en:

- Detectores de Selenio Amorfo (a-Se) (Detección Directa). (Hernando, Torres, 2002)
- Detectores de Silicio Amorfo (a-Si) (Detección Indirecta). (Hernando, Torres, 2002)

2.2.2.1. Detectores de Selenio Amorfo (a-Se) (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 transistores de película delgada (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.

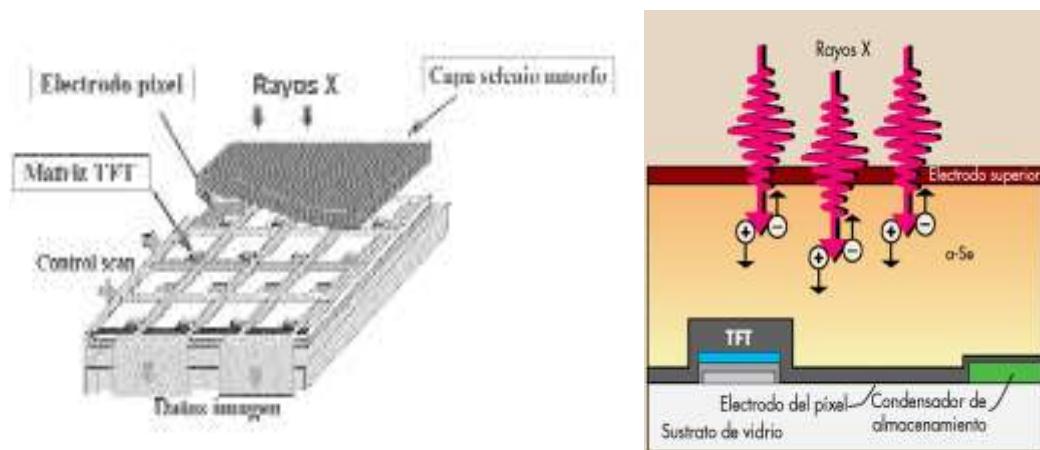


Figura 12: Estructura de un Panel de a-Se con sus Partes

Fuente: Hernando, Ignacio, & Torres, Ricardo. Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas, 2002.

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 de cargas eléctricas, que son inmediatamente medidas para su posterior visualización en el ordenador. (Hernando, Torres, 2002)

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. (Hernando, Torres, 2002)

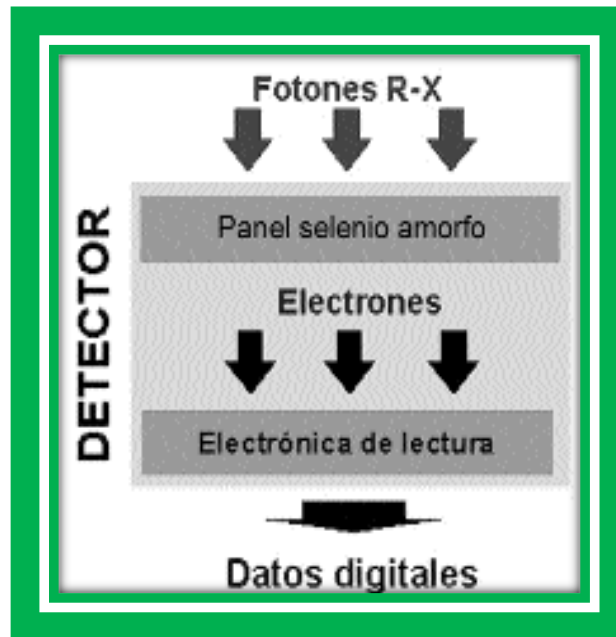


Figura 13: Proceso Esquemático de Adquisición de Imágenes del a-Se

Fuente: Hernando, Ignacio, & Torres, Ricardo. Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas, 2002.

2.2.2.2. Detectores de Silicio Amorfo (a-Si) (Detección Indirecta)

Utilizan como detector una lámina fluorescente, de yoduro de cesio (CsI), de sales de tierras raras o de otro material equivalente. Estos materiales 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 son medidas por la matriz de transistores de película delgada (TFT's). (Hernando, Torres, 2002)

El modo de funcionamiento del panel de Silicio amorfo al momento de usarlo es que dicho material no produce 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 se encarga para su posterior visualización en el ordenador, es por ello que se le conoce como de Detección Indirecta. Cabe resaltar que los detectores de silicio amorfo tienen una gran ventaja con los detectores de selenio amorfo ya que presentan mayor eficiencia en la detección de la radiación, así como su mejor adaptación para la obtención de imágenes dinámicas. (Hernando, Torres, 2002)

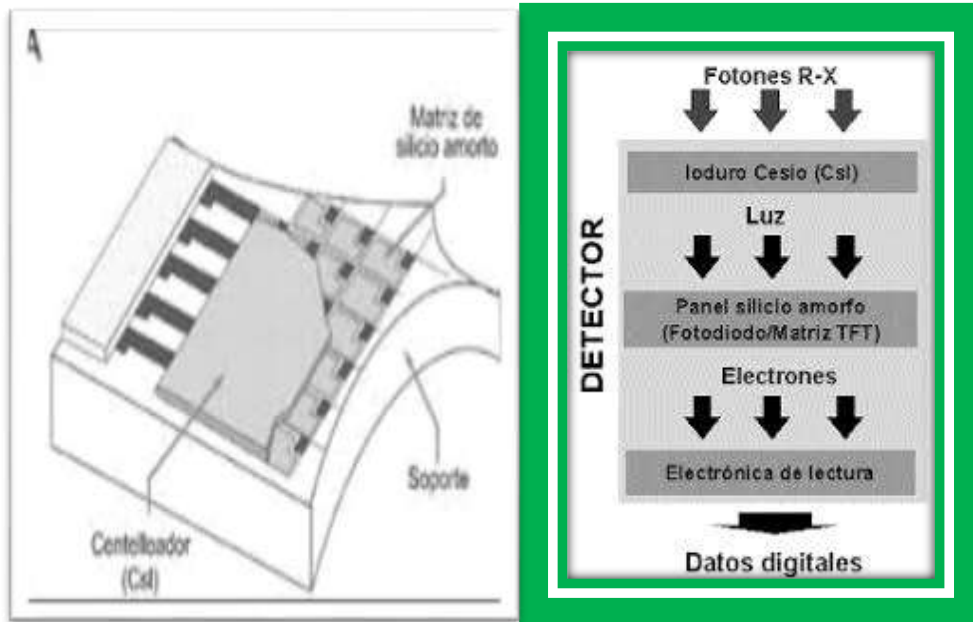
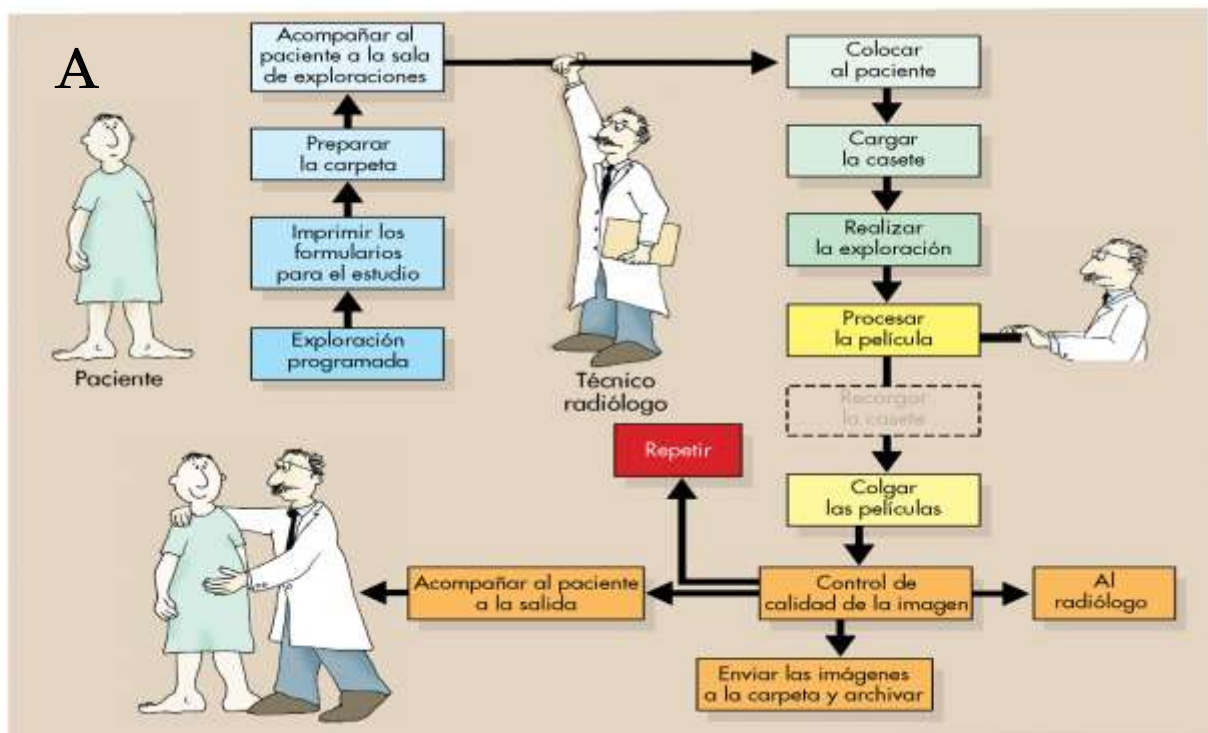


Figura 14: Estructura y Proceso Esquemático de Adquisición de Imágenes del a-Si

Fuente: Hernando, Ignacio, & Torres, Ricardo. Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas, 2002.

2.2.2.3. Procesamiento

Una vez obtenida la imagen digital que de manera directa producen los paneles planos, el procesamiento de la imagen es el mismo que en la radiografía computarizada. (Hernando, Torres, 2002)



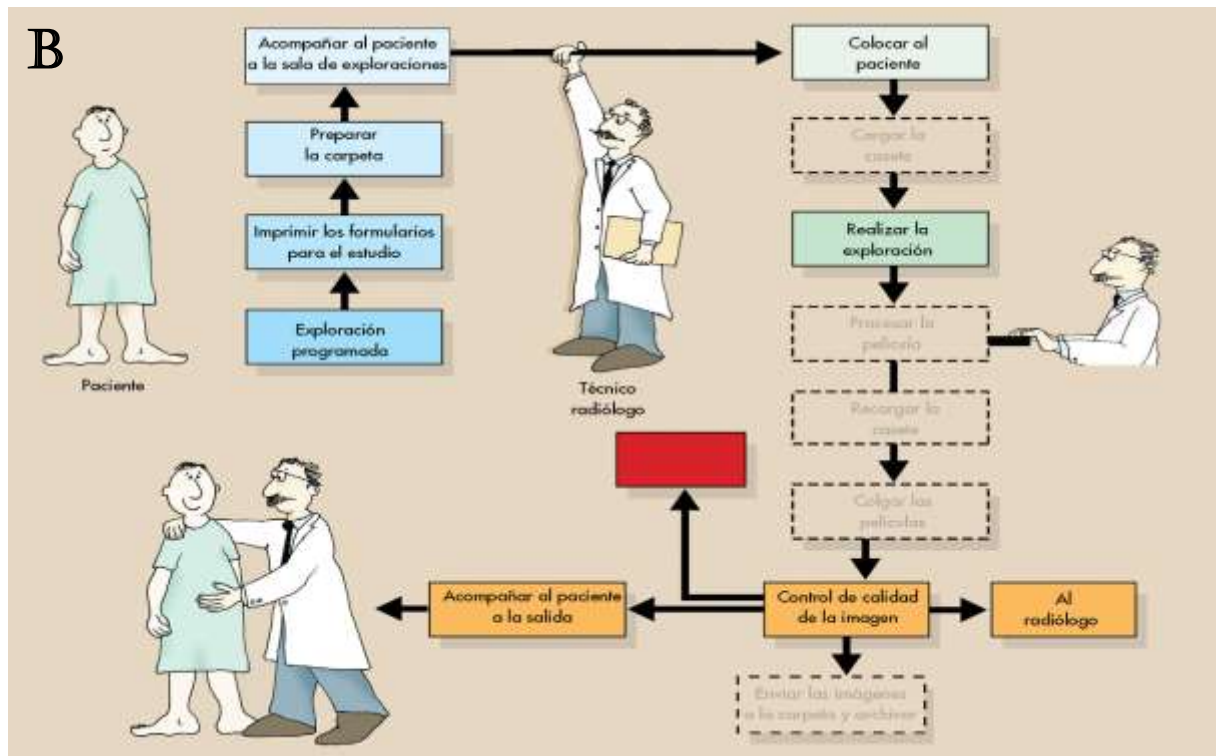


Figura 15: Comparación del Flujo de Trabajo Radiográfico, A: Radiología Computarizada; B: Radiología Digital

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

2.2.2.4. Ventajas y Limitaciones

Las ventajas de la Radiografía Digital son:

- Los sistemas de panel plano producen una imagen inmediata, sin procesos intermedios de revelado, de lectura ni de ningún otro tipo. Hacen desaparecer el “chasis” y, con ello, permite construir un entorno puramente digital, reducen los tiempos muertos e incrementan potencialmente el rendimiento de salas y equipos. (Hernando, Torres, 2002)
- 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. (Hernando, Torres, 2002)

- Suponen también una reducción de dosis a los pacientes, en este caso más real que en el de los fósforos fotoestimulables, dado que la eficiencia de los detectores empleados sí puede ser sensiblemente mayor que la de los sistemas convencionales. (Hernando, Torres, 2002)
- 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. (Hernando, Torres, 2002)

Las Limitaciones son:

- La limitación técnica más frecuentemente citada se asocia a la resolución espacial. La matriz de transistores de película delgada (TFT's) no puede construirse con elementos demasiado pequeños, por motivos que tienen que ver con la dificultad de fabricación. (Hernando, Torres, 2002)
- La posible degradación del panel, de un costo muy elevado, es también un aspecto a considerar. (Hernando, Torres, 2002)
- Los paneles planos pueden dar lugar a artefactos específicos que afectan a la calidad de la imagen (Hernando, Torres, 2002)
- El elevado costo de los paneles y la necesidad de poder situar uno en cada punto donde sea preciso adquirir una imagen es, evidentemente, no una limitación técnica pero sí un argumento que complica la decisión de optar por este tipo de soluciones. (Hernando, Torres, 2002)

2.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Las características que destacar de las técnicas de adquisición de la imagen digital (radiología computarizada y radiología digital) son, principalmente:

- La optimización de las dosis para el paciente debido tanto al procesado y posprocesado de la imagen como al amplio espectro dinámico que ofrecen ambos sistemas de adquisición digital de la imagen. Este intervalo dinámico puede facilitar, además, la disminución de las repeticiones debidas a una mala elección

de la técnica radiográfica (subexposición y sobreexposición de la imagen), dentro de unos márgenes razonables. (Buscà, Alicia & Medina, 2010)

- En los sistemas digitales la densidad óptica que no es más que el ennegrecimiento de la imagen (que podemos asociar a su valor de píxel) es independiente de la dosis recibida en el sistema de detección debido al procesado y posprocesado de la imagen; la noción de aumento o disminución de la dosis se pierde totalmente en función de la densidad o el ennegrecimiento de la imagen a la hora de imprimir la placa. (Buscà, Alicia & Medina, 2010)
- Muchos de los sistemas digitales permiten llevar un registro de las imágenes repetidas ya que, si se ha de repetir una placa, se conserva la errónea. Con el sistema analógico no había un control en este sentido. (Buscà, Alicia & Medina, 2010)
- La valoración de las imágenes a través de monitores de visualización adecuados para cada tipo de radiografía facilita el diagnóstico gracias a que proporcionan distintas herramientas para el posprocesado de la imagen. (Buscà, Alicia & Medina, 2010)



Figura 16: Visualización de las Imágenes Radiográficas Digitales

Fuente: Carlyle, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos, 2010.

2.4. NUEVAS TECNOLOGIAS APLICADAS A LA IMAGEN

Las nuevas tecnologías aplicadas a la imagen es pues los sistemas de información radiológicos, en la actualidad se describe a tres sistemas, estos son:

- a. Sistema de Información Hospitalarios (Hospital Information Systems) (HIS):
Fue la primera creación de un sistema de información, que solo abarcaba en sus inicios las áreas administrativas y de gestión de los centros, consiste en un

programa o programas de cómputo instalados en un hospital, lo que permite una gestión integrada de todos los factores que inciden en el sistema sanitario. (Cabrero, 2007)

b. Sistema de Información Radiológica (Radiological Information Systems) (RIS): Es un sistema de Gestión de departamentos de imágenes radiológicas, es una herramienta que controla el proceso radiológico. (Cabrero, 2007)

c. Sistema de Almacenamiento y Distribución de Imagen (Picture Archiving and communication system) (PACS):

Es un Sistema de gestión de información que integran equipos de adquisición de imágenes digitales de diferentes modalidades y permiten el almacenamiento, visualización, impresión y transmisión de las mismas. El objetivo fundamental es conseguir que el conjunto de exploraciones realizadas a un paciente, incluyendo exámenes previos y sus correspondientes informes, estén disponibles para el profesional médico en el lugar necesario y en el momento de tiempo preciso. (Cabrero, 2007)

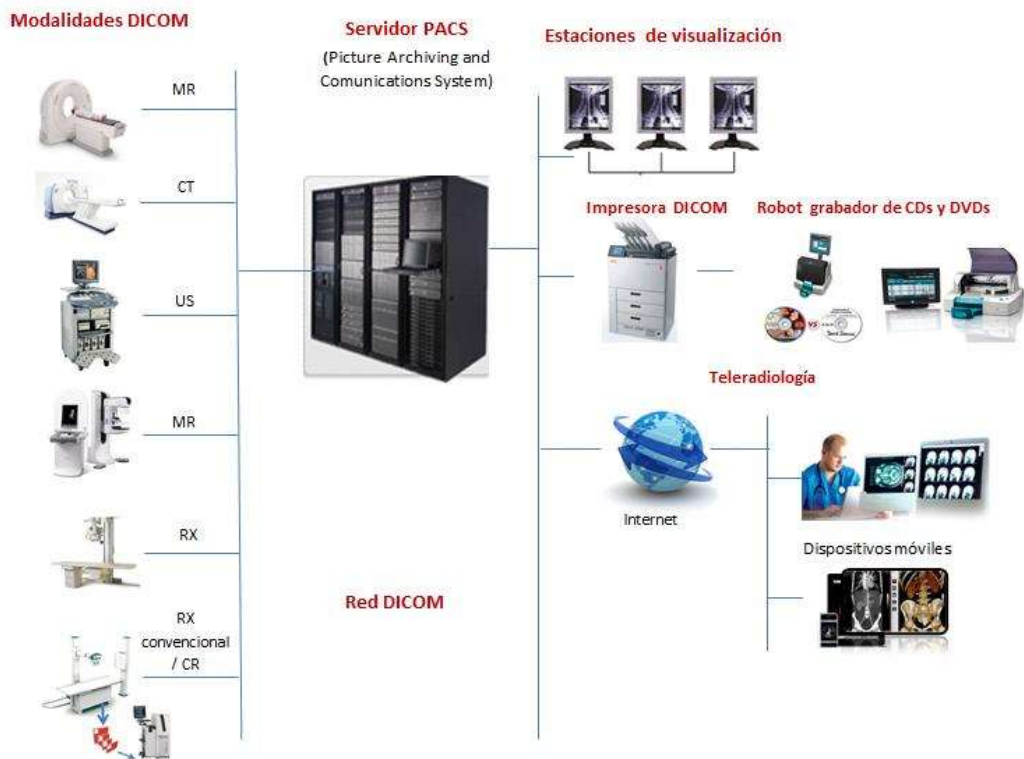


Figura 17: Funcionamiento del PACS

Fuente: Cabrero, Francisco. Imagen Radiológica Principios Físicos e Instrumentación, 2007.

III. CONCLUSIONES

- La Radiología Digital ha demostrado ser un gran avance en los Servicios de Salud, el proceso por el cual todo comenzó para obtener una imagen ha quedado atrás con la radiología convencional y ha dado paso a dos sistemas que aun con el largo tiempo que han comenzado a ejecutarse, ambos brindan ventajas para su uso, pero de la misma manera limitaciones, limitaciones en lo más importante que una imagen debe tener y es la *resolución espacial* y que nos hace ver que aun con las mejoras e innovaciones gracias a la tecnología, estamos lejos de obtener la imagen perfecta.
- Las técnicas de obtención de imágenes deben de ser las más apropiadas y eso incluye la dosis de radiación, que con el uso de los dos sistemas de la radiología digital se debe de efectuar tal como dice en la teoría de acuerdo al método ALARA (As Low As Reasonably Achievable) es decir, tan bajo como sea razonablemente alcanzable. Este es uno de los principios básicos para establecer cualquier medida de seguridad radiológica.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brant, W. (2010). Técnicas de imagen. En W. Brant, & C. Helms, *Fundamentos de Radiología Diagnóstica* (Tercera ed., págs. 3-26). Barcelona, España: Wolters Kluwer. Recuperado el 8 de Junio de 2018, de <http://booksmedicos.me/fundamentos-de-radiologia-diagnostica-brant-helms-3a-edicion/#more-108714>
- Buscà, J., Vigil, A., & Medina, R. (7 de Septiembre de 2010). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros dosimétricos. *Imagen Diagn, I(2)*, 70-72. Recuperado el 8 de Junio de 2018, de <http://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-articulo-radiologia-digital-los-servicios-radiodiagnostico--S2171366910700172>
- Cabrero, F. (2007). *Imagen Radiológica Principios Físicos e Instrumentación* (Primera ed.). Barcelona, España: Elsevier. Recuperado el 8 de Junio de 2018, de <http://booksmedicos.me/imagen-radiologica-principios-fisicos-e-instrumentacion/#more-15715>
- Carlyle, S. (2010). *Manual de Radiología para Técnicos* (Novena ed.). Barcelona, España: Elsevier. Recuperado el 8 de Junio de 2018, de <http://booksmedicos.me/manual-de-radiologia-para-tecnicos-fisica-biologia-y-proteccion-radiologica-bushong/#more-52962>
- Hernando, I., & Torres, R. (14 de Julio de 2002). *Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas*. Obtenido de conganat: http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_45.pdf
- Martinez, B., Cornejo, R., & García, E. (31 de Octubre de 2014). Estrategias de mejora en las radiografías de extremidades distales con Flat Panel. *Imagen Diagn, V(2)*, 55-59. Recuperado el 8 de Junio de 2018, de <http://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-articulo-estrategias-mejora-las-radiografias-extremidades-S2171366914000109>
- Miñano, J. (2013). Fundamentos de la radiología digital. En S. E. Médica, *Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital* (págs. 19-38). Córdoba, España: ADI . Recuperado el 8 de Junio de 2018, de <http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-calidad-en-Radiologia-Digital.pdf>
- Mugarra, F., & Chavarría, M. (25 de Marzo de 2002). *La Radiología Digital: Adquisición de imágenes*. Recuperado el 8 de Junio de 2018, de conganat: http://www.conganat.org/seis/is/is45/is45_33.pdf