



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

**ESTUDIO DE LA OFERTA DE EQUIPOS DE RADIOLOGÍA MÉDICA
DIGITAL DIRECTA E INDIRECTA PARA APOYAR SU
IMPLANTACIÓN EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE
IMAGENOLOGÍA MÉDICA EN CHILE**

POR

TAMARA FLORES FERNANDEZ

TRABAJO DE TÍTULO REALIZADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL BIOMÉDICO

PROFESOR GUÍA: Mg. EDU. GUILLERMO AVENDAÑO C.
PROFESOR CORRECTOR: Dra. Ing. Bm. STEREN CHABERT

MARZO, 2014

Dedicatoria

Dedico este documento a Dios y a mi hermosa madre, aunque no los pueda ver los puedo sentir y sé que están aquí...

Agradecimientos

Mis sinceros agradecimientos al profesor Guillermo Avendaño, que me entrego su apoyo en este proceso, a mis hermanas que me incentivaron a terminar, y sobre todo a mi amado Jhon por su paciencia...

Resumen

Palabras claves: CR, DR, Radiografía

Resumen:

El presente trabajo está centrado en la radiología digital por rayos X, específicamente en la radiografía. Se aborda el tema con una revisión cronológica de la historia de la radiología en el mundo y en Chile para luego entrar en una descripción detallada de las distintas tecnologías existentes en radiología digital con el fin de insertar al lector en esta área de la imagenología.

Este estudio tiene como objetivo apoyar la implantación y decisión de compra de los equipos de radiología médica digital en el sector Salud de Chile, mediante un análisis de la oferta tecnológica existente en el país. Se pretende dar a conocer la cartera de productos existentes y sus características para poder definir con cual alternativa quedarse dependiendo de lo que se quiera lograr.

El objetivo de este trabajo se fue desarrollando bajo una serie de actividades agrupadas en cuatro módulos. En primer lugar se realizó un análisis del posicionamiento de los potenciales proveedores de radiología digital por rayos X en la zona central y norte de Chile considerando a Carestream, Agfa, Fujifilm, International Clinics y Konica Minolta, en segundo lugar se realizó un análisis técnico de los equipos de radiología digital luego un análisis económico para finalmente elaborar una propuesta con el fin de apoyar en la decisión de compra de la radiología digital en Chile.

El análisis de los proveedores en la zona centro-norte permitió visualizar que aún existen centros que no se encuentran digitalizados, considerando centros pequeños, medianos y grandes. La quinta región es una de las regiones que posee más centros con radiología convencional. El análisis técnico y económico permite definir cuál es la mejor alternativa de digitalización considerando los CR, y la radiología digital directa por Paneles Planos o CCD.

Este documento finalmente permite definir que la mejor alternativa para digitalizar es por medio de los DR por paneles planos y luego por CCD, sin embargo, es una alternativa costosa aunque de excelente calidad. La tecnología CR es una alternativa más económica pero aún presenta un costo variable, ya que se necesita hacer cambio de chasis, comprar mensualmente placas de impresión, al menos que se compre una licencia para grabar CD. El tipo de equipo que se quiera adquirir depende del escenario en que se encuentre, si quiere invertir de cero, si ya cuenta con un equipo de radiología convencional, la demanda de exámenes, el tipo de exámenes y el presupuesto con el que se cuente.

Tabla de Contenidos

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1.1 | Objetivo General:..... | 10 |
| 1.2 | Objetivos Específicos:..... | 10 |
| 2 | ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA | 11 |
| 2.1 | Estado del Arte | 11 |
| 2.1.1 | En el Mundo..... | 11 |
| 2.1.2 | En Chile..... | 15 |
| 2.2 | Análisis del Problema | 16 |
| 2.2.1 | Problemática Global | 16 |
| 2.2.2 | Problemática Específica..... | 17 |
| 3 | DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 19 |
| 3.1 | Estudio del Marco Teórico:..... | 19 |
| 3.1.1 | Radiología Digital | 19 |
| 3.1.1.1 | Radiología Digital Indirecta o Radiología Computada (CR) | 20 |
| 3.1.1.2 | Radiología Digital Directa (DR)..... | 22 |
| 3.2 | Diseño de la Propuesta: | 27 |
| 3.3 | Implementación | 28 |
| 4 | RESULTADOS | 30 |
| 4.1 | Módulo 1: Análisis del posicionamiento de los proveedores de radiología por rayos X en la zona central y norte de Chile. | 30 |
| 4.2 | Módulo 2: Análisis técnico de los equipos de radiología digital existentes en Chile. ... | 37 |
| 4.2.1 | Proveedores estudiados | 37 |
| 4.2.2 | Análisis técnico de equipos de Radiología Computada (CR). | 38 |
| 4.2.3 | Análisis técnico de equipos de Radiología Digital Directa (DR)..... | 56 |
| 4.3 | Módulo 3: Análisis económico de los equipos de radiología digital existentes en Chile | 58 |
| 4.3.1 | Equipos de Radiología Computada CR:..... | 58 |
| 4.3.2 | Equipos DR..... | 59 |
| 4.3.3 | Insumos: Películas convencionales & Placas secas de impresión..... | 59 |
| 4.4 | Módulo 4: Análisis comparativo de las distintas tecnologías de radiología digital. | 61 |
| 4.4.1 | Análisis de Calidad de Imagen. | 62 |
| 4.4.2 | Consideraciones para la compra | 64 |
| 5 | DISCUSIÓN | 69 |
| 6 | CONCLUSIONES | 70 |
| 7 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |
| 8 | GLOSARIO | 75 |
| 9 | ANEXOS | 76 |
| 9.1 | ANEXO 1:..... | 76 |
| | Lista de instituciones privadas utilizadas para el análisis actual de la implantación de la radiología por rayos X en el mercado privado..... | 76 |
| 9.2 | ANEXO 2:..... | 80 |
| | Lista de licitaciones de equipos de radiología | 80 |

Estudio de la Oferta de Equipos de Radiología médica digital directa e indirecta para apoyar su implantación en los servicios públicos de imagenología médica en Chile

Tamara Flores Fernández

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras claves: CR, DR, Radiología Digital, Radiografía

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se inserta en el dominio de la Radiología Digital, centrándose en los dos tipos más dominantes en el mercado: radiología digital indirecta o radiología computada (CR) y radiología digital directa (DR). El desarrollo se enfatiza en los equipos que utilizan los rayos X como agente físico, específicamente en la Radiografía.

Las empresas fabricantes de estos equipos médicos tienen un alto nivel de innovación, lo que ha generado que las tecnologías de formación de imágenes continúan siendo un campo rápidamente cambiante. Hoy en día existe un amplio abanico de tecnologías de diagnóstico por imágenes que van desde las tradicionales o radiología convencional hasta las de última innovación y complejidad o radiología digital.

En la actualidad, las técnicas de diagnóstico relacionadas con el empleo de imágenes médicas, son de vital importancia para una adecuada atención en salud. (Organización Panamericana de la Salud, 2009). La radiología digital es una excelente opción para todos los servicios de imagenología a nivel nacional. Digitalizar es convertir la información de un estado original analógico, a un estado que permita la visualización, procesamiento y manipulación de los datos dentro de una Computadora. Esta nueva tecnología hace desaparecer los elementos que son necesarios en la radiología convencional o análoga, entre estos se encuentra: el uso de químicos de revelado y fijador, el proceso de eliminación de los desechos químicos, las placas o películas, el revelador, el negatoscopio y el cuarto oscuro. Consecuentemente, mejora la calidad de atención de los pacientes, debido al ahorro de tiempo, la disponibilidad inmediata de la imagen así como toda la gama de opciones de post-procesamiento que entrega (IAEA, 2013)

Los exámenes de rayos X en equipos convencionales son utilizados como herramientas de diagnóstico para diversas enfermedades o accidentes. A pesar de existir técnicas como la resonancia magnética o el TAC, ésta tecnología alcanza más de un 50% de los exámenes de imágenes que son realizados en un centro asistencial de salud siendo en alguno de ellos el único medio de diagnóstico

en imágenes, es por esto la importancia de adquirir una tecnología moderna que entregue una atención más rápida y de calidad. (Cedyt, 2010)

Los precios de la Radiología Digital están cayendo sistemáticamente y el número de proveedores crece: GE, Hologic, Siemens, Philips, Canon, Agfa, Fuji, Konica, Kodak (hoy Carestream) y otros. Además el mercado de Estados Unidos, Asia y Europa está eliminando el negocio de películas. Fuji cerró el año 2008 su fábrica en EE. UU. Lo mismo están haciendo otras empresas en todo el mundo. La película está asociada básicamente a la fotografía, y ésta ya es casi 100% digital (Lopez G, 2008).

Actualmente los Servicios de Imagenología están tendiendo a la digitalización. En EEUU, Europa, Japón y Corea casi el 100% de la radiología es digital afirma Soffia Pablo Jefe de radiología de la Clínica Alemana.

América Latina mantiene su interés por incorporar tecnologías en la prestación de los servicios médicos, las ventas generales en imagenología alcanzaron en el 2009 el doble de lo registrado en el 2001 (Guerrero A, 2010). Lo anterior cobra mucha importancia ya que según lo demuestran datos publicados por la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), cuando la economía de la región se encuentra en expansión y hay aumentos del gasto en salud (como porcentaje del PIB), el comercio de equipos, como los de las imágenes diagnósticas, se dinamiza. (Lopez G, 2008)

En Latinoamérica ha aumentado la adquisición de tecnología radiológica digital siendo Brasil y México los países con mayor importación de estos equipos (Guerrero A, 2010).

En Chile se desconoce estadísticas que permitan proyectar cuantitativamente el porcentaje actualizado de digitalización, debido a que en el ámbito público esta información no se encuentra disponible en forma centralizada. A nivel privado esta información se encuentra reservada por cada centro médico o clínica.

El estudio realizado surge de la motivación por apoyar la implementación de la radiología digital a nivel nacional, entregando información de las nuevas tecnologías y destacando la importancia de aumentar la capacidad técnica y la calidad diagnóstica en los servicios de imagenología del país.

El documento comienza con una revisión cronológica de la radiología por rayos X en el mundo y en Chile, se explica en detalle las dos tecnologías de radiología digital, se realiza un análisis de estas tecnologías, y finalmente se da a conocer el posicionamiento de las distintas marcas que entregan estos equipos en el mercado de la Salud, enfocándose detalladamente en la zona central y norte de Chile.

1.1 *Objetivo General:*

Desarrollar un estudio que apoye la implantación y decisión de compra de los equipos de radiología médica digital en el sector Salud de Chile.

1.2 *Objetivos Específicos:*

- Analizar la situación actual de implantación de la radiología por rayos X en la zona centro-norte de Chile.
- Realizar un análisis técnico de las tecnologías actuales en el mercado de la radiología médica digital en Chile.
- Realizar un análisis económico de las tecnologías actuales en el mercado de la radiología médica digital en Chile.
- Generar un análisis de las distintas tecnologías de radiología digital.

2 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

2.1 *Estado del Arte*

El mundo, para verlo como es actualmente, ha pasado por importantes cambios, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XVIII. Estos cambios tienen relación al desarrollo industrial, científico, tecnológico, energético y económico que han sucedido en todos los países, así como también la influencia que han tenido las grandes guerras.

Esta revisión hace un recorrido cronológico de los hechos y descubrimientos que han hecho posible la aparición y el desarrollo de la radiología.

Se enfatizan los desarrollos producidos en los equipos de rayos X, radioprotección y sistemas de visualización, desde la historia de la radiología en el mundo hasta la historia particular de la radiología en Chile.

2.1.1 *En el Mundo*

1850 -1914

SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Han existido periodos de la historia donde ocurrieron grandes y repentinos cambios, conocidos como revoluciones industriales que se caracterizaron por tener un importante desarrollo tecnológico en algunas áreas, movidos por algún tipo de energía.

La segunda revolución industrial se produce gracias a la electricidad y el petróleo que permitieron la aparición de la industria electromecánica y química, su extensión geográfica es mayor que la primera revolución industrial abarcando Europa Occidental, Estados Unidos y Japón. (Vaccaro, 2008). Estos territorios son actualmente los que poseen la tecnología más desarrollada en el área radiológica.

Durante el estudio del fenómeno eléctrico, Wilhelm Roentgen, descubrió por casualidad los rayos X. Este descubrimiento originó una nueva especialidad médica, la cual se ha diversificado hasta nuestros días y ha transformado la práctica médica.

Luego de este inesperado hallazgo se dedicó a investigar estos singulares rayos que denominó “rayos X” por no saber su exacta naturaleza. Posteriormente descubrió que no atravesaban el metal, ennegrecían las placas fotográficas y que podía hacer impresiones de las cosas densas, incluso de los huesos, originando las radiografías. La primera radiografía fue realizada el 22 de diciembre del 1895, obteniéndose la clásica imagen de la mano de su esposa. (Glasser, 1993)

En 1896 un año después de que Wilhelm Conrad Roentgen descubriera los rayos X, la compañía Eastman Kodak llegó a un acuerdo para el suministro de placas y papel para el nuevo invento (El Blog de Moebius, 2011).

En 1904 se realizó la demostración de la radiografía de doble emulsión la cual reducía el tiempo de exposición a la mitad y mejoraba notablemente la imagen. Este tipo de películas fue descubierto por Charles L. Leonard cuando exponía 2 placas de vidrio de rayos X con las capas de emulsión juntas, aunque no se comercializó hasta 1918. (Bushong C., 2013)

Entre 1895 y el año 1914 se obtuvieron los primeros avances en la producción de equipos de radiología convencional, como los dispositivos para limitar el haz de rayos X, las rejillas evitar la dispersión y las mesas móviles.

1914-1918

PRIMERA GUERRA MUNDIAL

La segunda revolución industrial fue interrumpida abruptamente por la Primera Guerra Mundial. Sin embargo, aún en este periodo se lograron algunos avances, como la invención del primer equipo de rayos X portátil por el americano Frederick Jones.

Luego la francesa Marie Curie junto a su hija Irene, organizaron equipos de rayos X portátiles para que los médicos pudieran atender con más precisión a los soldados heridos viendo las estructuras óseas y localización de fragmentos de bala. Lograron formar 200 unidades estacionarias y 20 autos equipados con las máquinas correspondientes, que fueron conocidos como los "Petit Curie" (García B & García P, 2006).

En 1914 una de las numerosas contribuciones de Kodak a los aliados durante la Primera Guerra Mundial fue la fabricación de películas de rayos X emulsionadas por un solo lado. Esta película tenía un soporte flexible de nitrato de celulosa y una emulsión de gran sensibilidad (El Blog de Moebius, 2011).

Luego de terminada la Guerra se aprobó la utilidad de las imágenes radiológicas, por lo que se comenzó la instalación de equipos de rayos en la mayor parte de los hospitales.

1920s

Desde el punto de vista de la radioprotección a mediados del 1920 aparecieron las primeras medidas de radiación con la invención de los dosímetros para personas y los "Roentgenómetros" que medían la radiación invisible, emitida por los equipos.

En 1928 nació la Comisión Internacional de Protección radiológica (ICRP – sigla en inglés) que se ha desarrollado, mantenido y desarrollado como la base común de normas de protección radiológica, la legislación, directrices, programas y prácticas para todo el mundo (ICRP, 2013).

1939-1945

SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

La segunda Guerra mundial paralizó casi completamente el desarrollo en gran parte del mundo, sin embargo se realizan importantes avances en áreas ligadas a la industria bélica que posteriormente resultaron útiles para la medicina.

Luego de la segunda Guerra Mundial y con la vuelta de la paz se lograron importantes avances tecnológicos en muchas áreas del conocimiento.

En el caso de la radiología en el año 1948 se creó el intensificador de imágenes que aumenta 1000 veces la luminosidad de la fluoroscopia (Guzman D., 2013). Aunque se dice que Michael Pupin fue quien en 1896 había demostrado las posibilidades de una pantalla de intensificación radiográfica, sin embargo esta técnica no recibió un adecuado uso y reconocimiento en esa época. (Bushong C., 2013).

1960s

La década del 60 se considera como un periodo de consolidación y refinamiento del equipamiento radiológico convencional. Aparecieron los primeros sistemas de visualización o negatoscopios automáticos que permitían cargar, ver e informar muchos exámenes en forma ordenada.

En 1965 Kodak descubre un nuevo método de procesado automático - casi cinco veces más rápido que el procesado mecánico (El Blog de Moebius, 2011).

1970s

En esta década aparecen los primeros las primeras reveladoras automáticas que se pueden utilizar con luz natural. Consisten en impresoras con películas selladas que se cargan sin problemas, por lo que ya no son necesarias las cámaras oscuras, sin embargo se siguió utilizando el revelado húmedo. Además aparecen los primeros convertidores análogos digital.

1980s

En los 80 se producen pocos progresos en las técnicas de radiología convencional, sin embargo comienza una nueva revolución por la entrada de la radiología digital.

Los detectores de radiografía digital fueron desarrollados a mediados de los años 80, sin embargo las imágenes de radiología digital no fueron una realidad hasta principios de la siguiente década. Se comenzó por la técnica de escaneo de la película, a partir de la película tradicional (analógica) una vez revelada. Lo que permitió el almacenamiento de archivo de radiografías existentes.

Los sistemas de fósforos fotoestimulables fueron introducidos por Fuji en 1981 bajo la denominación comúnmente utilizada de radiografía computarizada (CR). Es una de las tecnologías más asentadas en el campo de la radiología digital y, a lo largo de algo más de veinte años, ha evolucionado de manera considerable y se ha extendido ampliamente, hasta alcanzar también la mamografía donde los primeros estudios en los que se evalúa la efectividad de esta tecnología aparecen en la década de los 90 (Chevalier & Torres, 2010).

La ACR (American College of Radiology) y la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) se reunieron en 1983 para consolidar un estándar de visualización, impresión, almacenamiento y transmisión de las imágenes médicas conocido como protocolo DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). La primera versión del protocolo se publicó en el año 1985 y se ha ido actualizando periódicamente hasta nuestros días. Esto ha permitido la integración de los equipos, servidor servidores, estaciones de trabajo e impresoras de múltiples marcas dentro de un sistema de almacenamiento y comunicación PACS (Picture Archiving and Communication System) (Zuñiga, 2009)

En esta década se desarrolló REX- 100, una nueva forma de obtener una imagen digital por medio de un video.

Esta tecnología fue utilizada años más tarde para estudiar a todos los pacientes que acudieron al departamento de radiología del Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras, Cuba" con disfagia como síntoma principal, en el período comprendido entre el 1 de septiembre del año 1994 y el 31 de agosto de 1995. Este estudio se realizó con un equipo de rayos X con intensificador de imágenes y circuito cerrado de televisión, modelo Triplex Optimatic 723, acoplado a la Consola Digital REX-100. (Rodríguez A., 2004)

1990s

Durante esta década se produjeron dos tecnologías de radiología digital, la radiografía computada (CR, Computed Radiography) y la Radiografía digital directa (DR, Digital Radiography).

La radiografía computada (CR, Computed Radiography), introducida a comienzo del 1990 es similar a la radiografía convencional, sólo que en vez de una placa radiológica utiliza un casete que actúa como sensor de rayos X, hecho con material fotoestimulante que almacena la información hasta que posteriormente es "revelado" un lector láser (CR reader) que descifra y digitaliza la imagen. Posteriormente la imagen digital propiamente tal puede ser visualizada y manipulada cambiando el brillo, contraste o aumentar el tamaño de un área que nos interesa.

A mediados de la década del 90 se introduce la radiografía Digital (DR, Digital Radiography) que elimina la necesidad de un casete, transformando directamente en imagen los rayos X que emergen del paciente. Para este proceso se han utilizado dos tecnologías.

La primera tecnología utiliza un sensor digital CCD (Charge Coupled Device) inventado por Willard Boyle y George Smith en 1969 que utiliza el efecto fotoeléctrico, transformando la luz en señales eléctricas, que es primeramente utilizado en la producción de cámaras fotográficas y posteriormente en equipos radiológicos (Bushong C., 2013)

La segunda tecnología introducida a fines de la década del 1990, con el desarrollo de la tecnología Flat Panel. El flat panel es un convertidor de rayos X a luz, similares a los de las cámaras fotográficas, pero que debido a la divergencia de este tipo de rayos, los sensores son cientos de veces más grandes que los utilizados en fotografía.

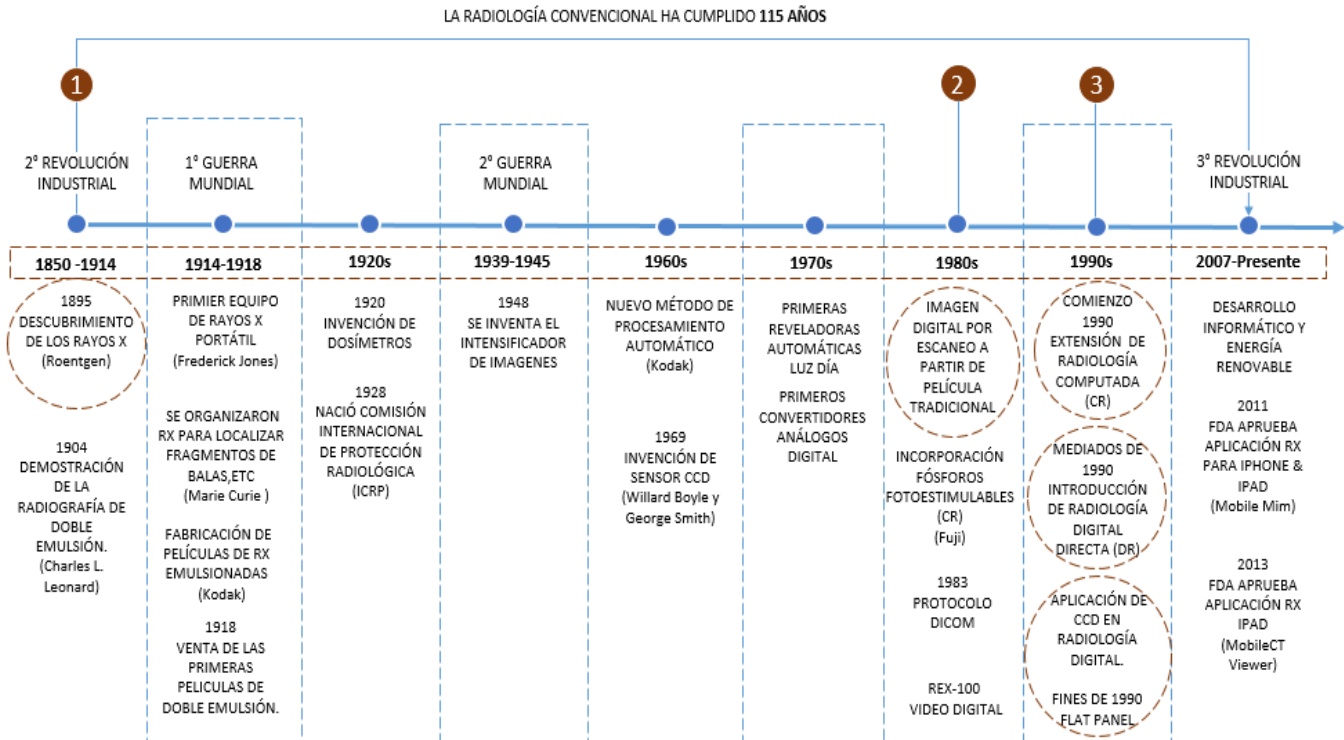
2007 – Presente

TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

A comienzos del 2011 por primera vez, la FDA aprueba una aplicación (Mobile MIM) de uso médico para el iPhone & iPad, con el propósito de visualizar y diagnosticar imágenes radiológicas, aunque no tiene el propósito de reemplazar los equipos convencionales, y su uso se indica solamente cuando no hay acceso a uno de estos equipos. A mediados del presente año 2013 se aprobó Mobile CT Viewer, una aplicación para la visualización de imágenes radiológicas en el iPad, también con uso restringido (Patel, 2010).

Se estima que actualmente nos encontremos en el comienzo de una nueva revolución industrial, pero basada en el desarrollo informático el que teóricamente tendrá su mayor desarrollo en el año 2025 y que será impulsado por las energías renovables (Pymesur, 2011). Su extensión geográfica a diferencia de las otras revoluciones industriales se espera que abarque la mayor parte del globo (Hopenhayn, 2013).

Figura 2.1.
Cronología de la Radiología (rayos X), elaboración propia.



1896

LLEGADA DE LOS RAYOS X

La llegada de los rayos de “Röntgen” a Chile y su aplicación fue sorprendentemente rápida. La primera radiografía tomada en Chile fue hecha el 22 de marzo de 1896 y publicada el 27 de marzo del mismo año. Esto ocurrió tan sólo tres meses después de la comunicación de Röntgen. Este hecho fue posible gracias a Arturo Salazar Valencia y Luis Ladislao Zegers Recasens, ambos Ingenieros y profesores de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile.

El 22 de marzo lograron la radiografía de la mano del Profesor Zegers luego de 14 minutos de exposición. La calidad no tenía nada que envidiarle a las otras 6 radiografías publicadas en el mundo hasta esa fecha. (Álvarez, 2013)

1900-1920

En el año 1902 José María Anríque Zuazogoitia profesor de física médica fue nombrado Jefe del Laboratorio de Radiología Clínica de la Facultad de Medicina y fue comisionado a Europa para adquirir para la Universidad de Chile los primeros equipos de rayos X. (Strauszer F, 1994)

A la muerte del Dr. Anríque en 1916, el Prof. José Ducci Kallens se hizo cargo, a los 32 años, de la Cátedra de Física Médica y de la primera unidad de Radiología Clínica que existió en Chile. Como autodidacta había llegado a ser el primer radiólogo activo del país. Fue además Director y después Secretario de la Sociedad Médica y Redactor de la Revista Médica de Chile.

En esa época en Santiago sólo había corriente eléctrica continua. La corriente alterna y los equipos radiológicos para ella, llegaron en la década 20. (Strauszer F, 1994)

1920s

En 1922 los equipos venían con Potter-Bucky mecánico, eran de marca Siemens, Víctor, General Electric y Picker y trabajaban con corriente alterna. También se tomaban radiografías a domicilio las que se revelaban en la consulta.

El revelado se hacía en cubetas de 40 x 40 cm igual que el de las fotografías, era hecho por el médico en forma totalmente manual. Tanto los reveladores como los fijadores se preparaban en el Servicio en base a productos básicos que venían pesados de farmacia. El secado se hacía preferentemente al aire libre colgando las radiografías en cordeles y sujetándolas con pinzas para la ropa. Los secadores eléctricos son muy posteriores.

Dos años más tarde en 1924 se creó el Servicio de Radiología del Hospital de San Vicente de Paul. Corresponde a lo que en la actualidad ocupa el “casino de Laurita” en Santiago. (Strauszer F, 1994)

1950s

Los primeros profesionales tecnólogos médicos, especializados en Radiología, se recibieron a comienzos de la década del 50 en una escuela dependiente del Servicio Nacional de Salud, en el Hospital San Francisco de San Borja, Santiago.

El Servicio de Radiología del Hospital de San Vicente de Paul creado en la década de los 20, en 1952 se trasladó al nuevo Hospital Clínico “José Joaquín Aguirre”. Por razones que resultan difíciles de entender, este Servicio fue instalado en el tercer y cuarto piso al centro del Hospital entre la Dirección. Era de acceso muy incómodo, tanto para los pacientes ambulatorios como hospitalizados.

En este periodo ya había mejorado la calidad de los equipos radiológicos que eran de marca General Electric, Siemens y Philips. Correspondía a tecnología de la segunda Guerra Mundial y al periodo de Post-Guerra. La protección radiológica era precaria. Recién en 1955 las Naciones Unidas reglamentaron la Protección Radiológica, y las características de los equipos.

Respecto a lo académico en 1956 la Escuela de Post-Grado de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, creó la primera Beca de Radiología. Beca de tres años de duración, con examen práctico, tesis y examen final, con las características generales que se mantienen hasta el día de hoy. (Strauszer F, 1994)

2000- Presente

Se comenzó a incorporar paulatinamente la radiología digital, escaneo de imágenes tradicionales, radiología computada y radiología directa, Además de los sistemas RIS-PACS de los mismos proveedores.

2.2 Análisis del Problema

2.2.1 Problemática Global

En toda institución de salud que cuente con servicio de imagenología, se utilizan actualmente los rayos X para diagnóstico, siendo los exámenes radiológicos simples el tipo de examen con mayor demanda en los establecimientos del Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS). Los exámenes radiológicos simples abarcan cerca del 70% en comparación con los exámenes por TAC, ultrasonografía y resonancia magnética; una cifra que se refleja de forma recurrente cada año. (Ver *Tabla 2.1*)

| Tipo de examen | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total SNSS | 5.621.991 | 6.168.536 | 5.712.283 | 6.658.662 | 5.939.607 |
| % año anterior | - | 9% | -8% | 14% | -12% |
| Exámenes radiológicos simples | 4.101.200 | 4.502.844 | 4.250.394 | 4.790.919 | 4.259.112 |
| % año anterior | - | 9% | -6% | 11% | -12% |
| Exámenes radiológicos complejos | 22.144 | 17.623 | 12.351 | 11.984 | 11.369 |
| % año anterior | - | -26% | -43% | -3% | -5% |
| Tomografía axial computarizada | 355.439 | 411.267 | 441.920 | 539.773 | 605.188 |
| % año anterior | - | 14% | 7% | 18% | 11% |
| Ultrasonografía | 1.116.719 | 1.207.753 | 978.280 | 1.283.433 | 1.028.860 |
| % año anterior | - | 8% | -23% | 24% | -25% |
| Resonancia magnética | 26.489 | 29.049 | 29.338 | 32.553 | 35.078 |
| % año anterior | - | 9% | 1% | 10% | 7% |

Fuente: Informe obtenido por ley de transparencia, solicitada al DEIS, Ministerio de Salud del Gobierno de Chile-REM

Tabla 2.1.
Cantidad de Exámenes de Imagenología según tipo de examen para establecimientos del SNSS (2008-2012)

Con la finalidad de mejorar los procesos y calidad de atención a los pacientes, los servicios de imagenología deberían contar con tecnologías que permitan mejorar la productividad y sus flujos de trabajo; como también entregar imágenes de mejor calidad para un diagnóstico certero.

Actualmente los servicios de imagenología de las instituciones de salud a nivel nacional, están migrando hacia las nuevas tecnologías en el ámbito de la radiología (radiología digital directa e indirecta), pero aun así existe un desconocimiento de toda la oferta de este equipamiento. Llevado lo anterior al sector público, podría generar un riesgo de realizar una mala inversión por no contar con la información y criterios necesarios al momento de confeccionar las bases técnicas para las licitaciones.

En consecuencia, el no conocer las alternativas de los equipos de radiología digital directa e indirecta en el mercado actual, genera un retraso en la implantación de nuevas tecnologías radiológicas en los servicios de imagenología del país, y por lo tanto una demora en lograr mejores beneficios para el apoyo diagnóstico a los pacientes que requieren exámenes radiológicos simples.

Además, es importante considerar que los establecimientos de salud que cuentan con servicios de imagenología cumplan con las garantías GES, la Subsecretaría de Salud (2011), debido a las deficiencias en Salud tanto en el acceso, oportunidad, calidad y protección del paciente, estableció lo siguiente:

Los establecimientos de Salud deberán Acreditarse para otorgar las prestaciones asociadas a las Garantías Explícitas en Salud (GES) desde el nivel primario al nivel terciario, según lo exija el Decreto MINSAL que fije la garantía de calidad GES.

Esto significa que todos los pacientes que estén bajo el tratamiento del plan de garantías sólo podrán ser atendidos en aquellos recintos que estén cumpliendo con criterios de seguridad y atención que establece la acreditación.

El plazo para la acreditación, que inicialmente sería exigible desde mediados de este año, se reprogramó para julio de 2014 y con una implementación gradual, según el reciente decreto presidencial. Finalmente, en julio de 2015, todos los centros de salud del país deberán estar certificados.

Los 62 recintos públicos que debían cumplir con la garantía de calidad desde julio del 2013, sólo cinco han sido certificados. Respecto a las clínicas y centros médicos, 36 se han acreditado, en todo el país. Otros once recintos, públicos y privados, han reprobado el proceso y deben postular nuevamente (Sandoval P, 2013).

Una de las guías existentes para este proceso de Acreditación es el “Manual del estándar general de acreditación para prestadores institucionales destinados al otorgamiento de servicios de imagenología”. Lo que se busca con esto es respaldar que los procedimientos o procesos imagenológicos que conllevan riesgo para los pacientes se realicen en condiciones seguras (Superintendencia de Salud, 2011).

2.2.2 Problemática Específica

La radiología analógica o convencional 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. Sin embargo, este tipo de radiología está en retirada ya que el mercado de Estados Unidos, Asia y Europa está eliminando el negocio de películas. Fuji cerró el año 2008 su fábrica en EE. UU, lo mismo están haciendo otras empresas en todo el mundo (Vergara Edwards, 2008).

La Radiología Convencional va en retirada ya que requiere de muchos elementos:

1. *Películas Radiográficas*: es el insumo más utilizado en el sistema de radiología convencional, consta de una base la cual le proporciona una estructura rígida donde se adhiere una emulsión de gelatina y cristales de “halogenuro de plata”. En estas películas es donde se crea una imagen latente al llegar la energía de la radiación emergente que sale del paciente, la cual se debe procesar para ser visible. El valor de las películas varía dependiendo del tamaño y calidad, ya que

existen películas de: 13x18cm, 18x24cm, 24x30cm, 30x40cm, 35x43cm, 30x90cm dependiendo del lugar del cuerpo que se quiera capturar.

2. *Reveladora*: también son llamadas procesadoras, estos equipos poseen un sistema de transporte que comienza en la bandeja de alimentación donde se colocan las películas expuestas, ahí son enganchadas por los rodillos y va siendo transportada a través de los distintos tanques de depósito hasta la cámara de secado y bandeja de recepción donde es posible recoger la película ya procesada. El problema de estos equipos son los rodillos, se gastan por el roce siendo una de las principales y frecuentes fallas. Además genera un gasto económico importante en mantenimientos correctivos.
3. *Uso de Químicos (Revelador y Fijador)*: estos productos se utilizan para que la imagen latente sea visible. Están muy condicionados al ambiente en que se encuentren, fecha de vencimiento y marca que se esté utilizando. Si algunas de estas condiciones no es óptima el líquido revelador se cristaliza y genera complicaciones a la hora de obtener la imagen. Además el tiempo de exposición al líquido de revelado debe ser el adecuado para obtener una buena imagen.
4. *Proceso de eliminación de químicos*: Este proceso genera un costo adicional ya que se debe contar con un sistema de almacenaje y la contratación de una empresa acreditada en el manejo y eliminación de residuos químicos tóxicos.
5. *Cuarto Oscuro*: es un lugar totalmente hermético al paso de luz y radiaciones, con una puerta única con avisador luminoso. En este espacio se realizan los procesos de revelado y esta creado para evitar que se dañen las películas, químicos y todos los materiales que son sensibles a la luz y que permiten obtener la imagen revelada. El tener que contar con este cuarto ya genera un costo inicial debido a que debe cumplir con cierta normativa, iluminación de seguridad, material de construcción, disposición de las áreas, etc.
6. *Área de Almacenamiento*: es un espacio destinado al almacenamiento de los exámenes del paciente (películas radiográficas). Este proceso de almacenaje genera demora en la clasificación y búsqueda de las películas de un determinado paciente, además de ocupar un espacio físico dentro del Servicio de Imagenología.

La utilización de esta tecnología convencional ha generado los siguientes inconvenientes,

- i. Inexistencia de bases de datos.
- ii. Dificultad para comparar estudios.
- iii. Lentitud en el acceso a la información del paciente.
- iv. Aumento de la dosis de radiación ionizante.
- v. Problemas en el revelado de las películas.
- vi. Lentitud en la entrega de la imagen radiográfica.

- vii. Repetición de exámenes por pérdidas de placas, utilización de técnicas inadecuadas, mala calidad de la imagen y falta de contraste en la imagen, lo que en la práctica es un gasto de tiempo, dinero, horas hombre, insumos, etc.
- viii. Deterioro mecánico de los reveladores.
- ix. El flujo completo de toma de examen requiere de mucho tiempo.

Los aspectos descritos llevan indiscutiblemente al planteamiento de realizar una mejora a la atención del paciente, y consecuentemente podrían dificultar la Acreditación.

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 Estudio del Marco Teórico:

3.1.1 Radiología Digital

Los Sistemas radiográficos digitales utilizan varios métodos para adquirir imágenes electrónicas de rayos X, los cuales están digitalizados para su visualización, almacenamiento o impresión en papel. Las imágenes digitales están disponibles de inmediato para ver en un monitor. Estas imágenes pueden ser manipuladas electrónicamente para mejorar la región de interés y pueden ser transmitidos digitalmente a otros lugares. El posicionamiento del paciente y las técnicas de imagen son idénticas a las utilizadas en la radiografía convencional. (ECRI, 2009).

Se han desarrollado diferentes tipos de dispositivos para la adquisición de imágenes radiográficas digitales. Esta técnica es importante en el proceso de archivo de radiografías existentes.

Existen tres formas de digitalizar una imagen de rayos X:

1. Por escaneo de la película, a partir de la película tradicional (analógica) una vez revelada y,
2. Por los dos tipos de Radiología Digital que actualmente dominan en el mercado: Digitalizando imágenes de un equipo convencional ya existente (CR) o Directamente de un Equipo de rayos X Digital (DR). (Ver figura 3.1)

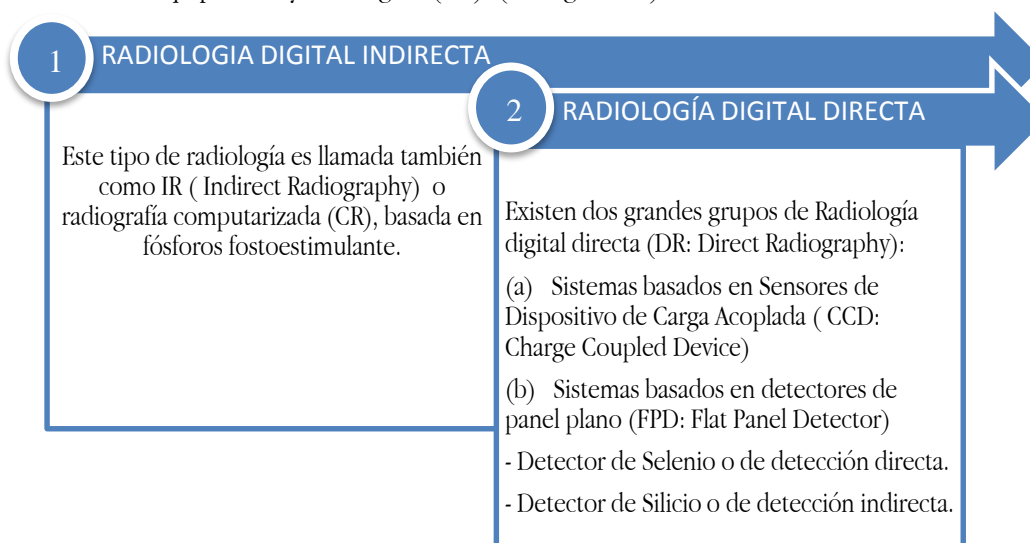


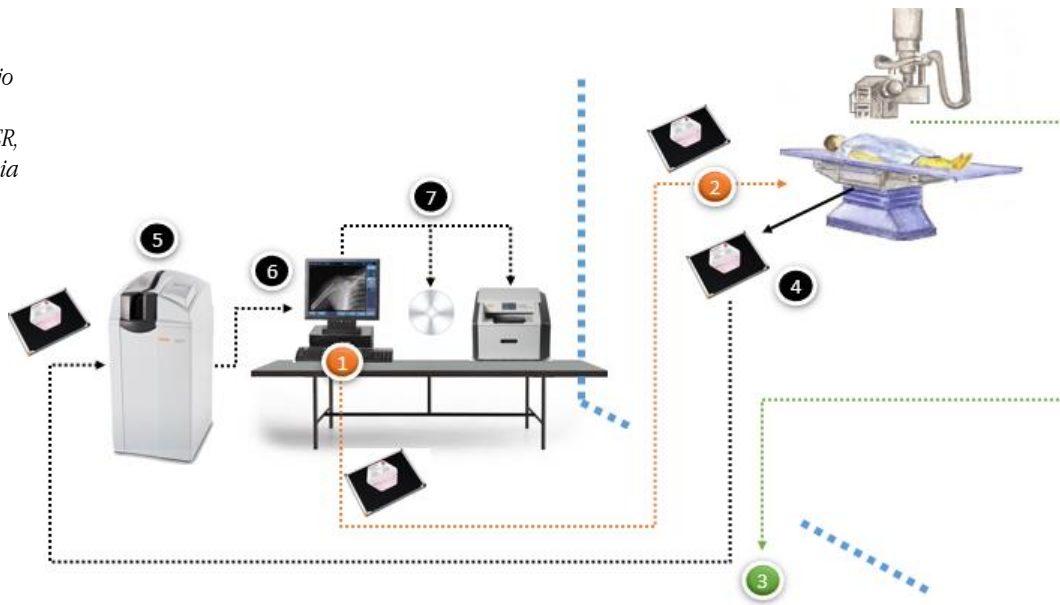
Figura 3.1
Esquema de los tipos de Radiología Digital actuales, elaboración propia

3.1.1.1 Radiología Digital Indirecta o Radiología Computada (CR)

Para obtener un sistema CR basta sustituir en un equipo de RX convencional, el chasis o cassette radiológico de película fotográfica con sus cartulinas de refuerzo, por un chasis que tiene en su interior una lámina de un *fósforo foto-estimulable*. El equipo se ha de completar con un lector de nuevo tipo de chasis e impresoras adecuadas conectadas al lector de chasis. Además es importante destacar que permiten digitalizar imágenes de rayos X como mamográficas, dependiendo de la marca.

A continuación se puede observar el flujo de trabajo que sigue un tecnólogo médico dentro de una sala de rayos X, para obtener una radiografía digital computada.

Figura 3.2.
Esquema del Flujo de Toma de examen con un CR, elaboración propia



1. Identificación del cassette

El tecnólogo médico indica al sistema el tipo de Chasis o Cassette que utilizará para tomar el examen, esto se puede realizar directamente por medio de un lector de código de Barra o manualmente desde la estación de trabajo (monitor + CPU "Unidad central de procesamiento").

2. Insertar el cassette al equipo RX

El tecnólogo médico inserta el cassette en el Bucky de la mesa o del estativo vertical del equipo de rayos X convencional, de tal forma que quede posicionado al paciente.

3. Generar el disparo (exposición)

Luego de acomodar al paciente, regular los parámetros del equipo, colimar, etc., se realiza el disparo del haz de rayos X, y se obtiene un chasis expuesto. Cuando la pantalla de fósforo se expone a los rayos X, los electrones (e-) 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.

4. Llevar Cassette al digitalizador

Luego de recibir los disparos de rayos X, el chasis se retira del Bucky del equipo de rayos X convencional, se traslada manualmente al equipo CR y se inserta en una ranura que este posee.

5. Digitalizar y Ver la imagen

El equipo de lectura del chasis CR es similar a una reveladora automática de los chasis de la radiología analógica o convencional. Una vez que el chasis está dentro del equipo de lectura éste extrae la placa de fósforo, la pone en un sistema de arrastre por rodillos y barre cada línea horizontal de la placa con un haz de luz láser en la banda energética del rojo. La luz láser roja es la excitación adecuada para que el fósforo emita la energía acumulada, en la irradiación con rayos X, en forma de fotones de luz visible en el intervalo de energías del azul al verde, la lleva a un tubo fotomultiplicador y este convierte la luz en una señal eléctrica. Un conversor analógico digital transforma cada señal eléctrica en un número (Hemando & Torres, 2004).

El proceso repetido para cada punto de cada línea de la placa, da una serie de números que formarán la imagen digital, donde cada número dará un nivel de gris del punto de la placa correspondiente. Una vez leída la información de la película, se procede a su borrado mediante una luz actínica (400nm y los 480nm) y se reintroduce en el chasis para el siguiente uso.

La imagen digital recién adquirida se puede ver en la estación de trabajo o diagnóstica en formato dicom. Además se puede procesar para obtener una imagen más limpia mediante un software que lleva incorporado la estación de trabajo. Las características de este sistema de procesamiento dependen de la empresa proveedora y de las licencias que se quieran adquirir.

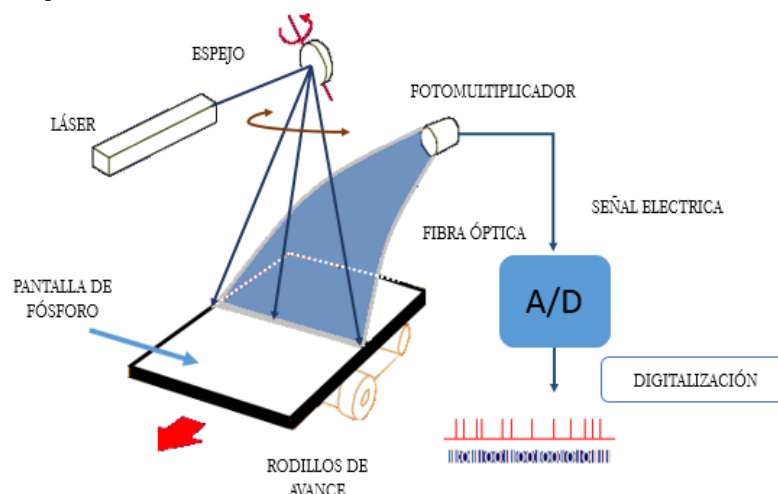


Figura 3.3.
Lectura de la señal
en el digitalizador,
elaboración
propia.

6. Grabar o Imprimir Imagen.

La imagen digital es posible imprimirla en impresoras especiales de placas secas o papel, y además grabarla en formato DICOM si se cuenta con las licencias.

3.1.1.2 Radiología Digital Directa (DR)

3.1.1.2.1 El Captador o Detector CCD

Tecnología del Detector CCD

El término abreviado CCD deriva de la denominación en inglés Charge Coupled Device (Dispositivo de Cargas eléctricas Acopladas o interconectadas).

El Detector está compuesto por una placa intensificadora de luz (centellador) acoplada mediante fibra óptica a sensores de CCD.

La placa centelladora se coloca delante de la cara activa del CCD, es la que recibe los rayos X y hace de conversor fotónico: por cada fotón de rayos X que interactúa con la placa centelladora, ésta emite una buena cantidad de fotones del espectro visible, a los cuales son sensibles los elementos del CCD.

La captación de la imagen con el sensor CCD es similar a la tecnología de las cámaras fotográficas digitales. Cada sensor de imagen CCD está compuesto por millones de pequeños semiconductores de silicio que conforman células fotoeléctricas, los cuales captan los fotones de luz y los convierten a energía eléctrica, comportándose también como condensadores de almacenamiento eléctrico. A mayor intensidad de luz, más carga eléctrica existirá.

El tamaño de cada célula está en el orden de 25 – 200 micras. Para la medición no se accede directamente a cada elemento o celda, ya que se necesitaría demasiado cableado.

Detector CCD portátil para Equipo de rayos X estacionario convencional

El Detector CCD portátil se utiliza con el actual Equipo de rayos X estacionario sin hacer complejas modificaciones o reemplazos y se puede conectar a una PC con un cable USB y un adaptador de energía eléctrica.

En la siguiente figura 3.4 se muestra el detector CCD portátil que se puede colocar en el estativo vertical o la mesa horizontal del Equipo de rayos X.



Figura 3.4.
Detector CCD
portátil, (EsSalud,
2008)

Esta forma de digitalización permite obtener imágenes de alta calidad, con un nivel de exposición menor comparado con la película convencional.

La regeneración inmediata del formato de imágenes digitales permite volver a tomar las radiografías sin perder tiempo en el revelado de la película convencional o la manipulación de los cassettes del CR.

El Detector CCD es único y de alta densidad, está incorporado al Equipo de rayos X, en algunos casos se encuentra direccionado con el Tubo de rayos X mediante un soporte tipo "U". La imagen se visualiza en una Consola ubicada en el ambiente del pulsador de disparo.

3.1.1.2 Flat Panel o Panel Plano: sistemas de conversión indirectos y directos

Los detectores de rayos X de Radiografía Digital de panel plano pueden dividirse en dos categorías:

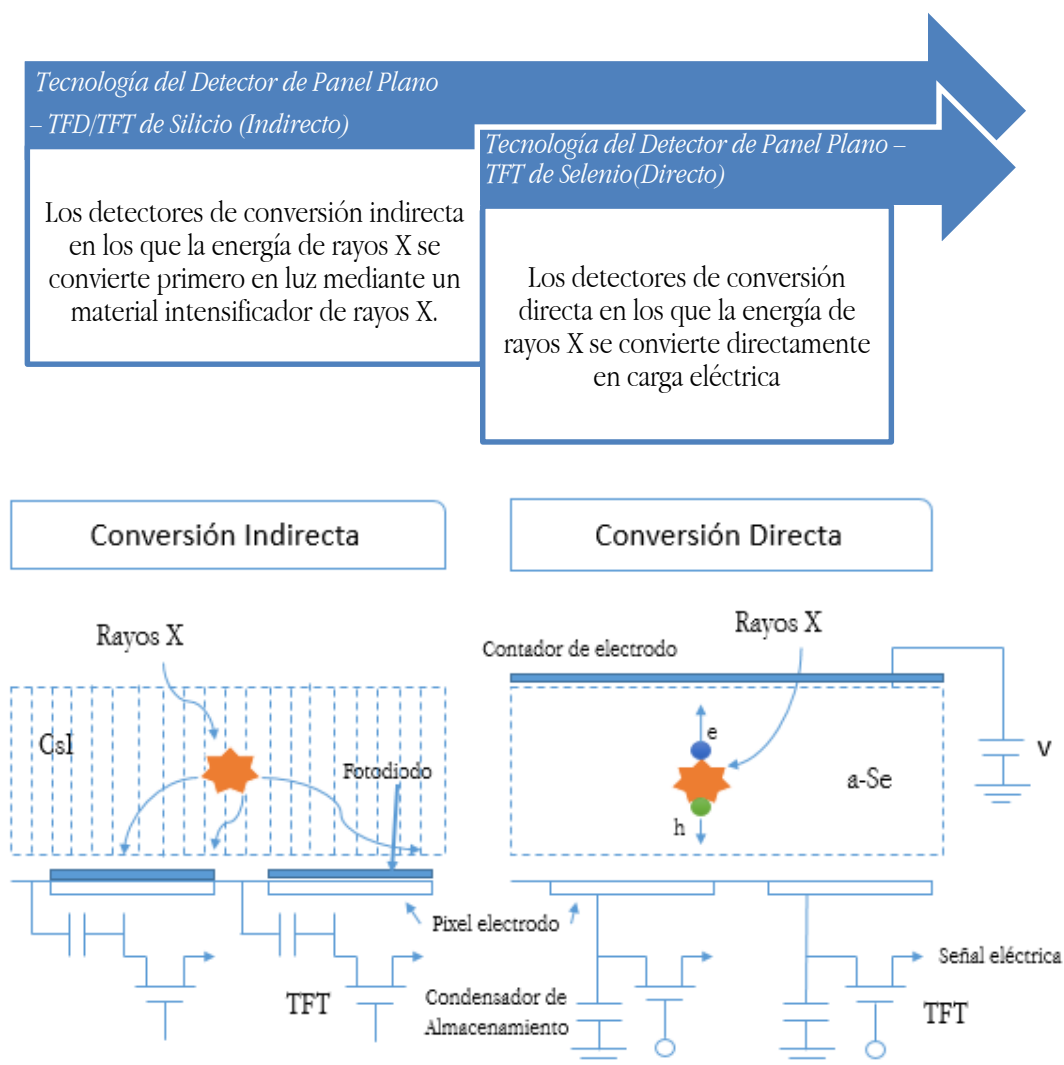


Figura 3.5. Comparación de los dos métodos de panel plano, (EsSalud, 2008).

A continuación se explica detalladamente cada uno de los detectores de panel plano:

3.1.1.2.2.1 Tecnología del Detector de Panel Plano – TFD/TFT de Silicio (Indirecto)

La denominación Detector de Panel Plano deriva del término en inglés: Flat Panel Detector (FPD). El término TFD deriva del inglés Thin Film Diode (Diodo de película o capa fina); TFT deriva del inglés Thin Film Transistor (Transistor de película o capa fina o delgada).

El funcionamiento de estos detectores se basa en un doble proceso de conversión. Los fotones del haz de rayos X son primeramente convertidos en fotones de luz y, en segundo lugar, los fotones de luz en señal eléctrica. Por este motivo se les suele clasificar en la categoría de detectores de “conversión indirecta”.

El Detector de Panel Plano está compuesto por una placa intensificadora de luz (Centellador) que va adherido a una matriz TFT de silicio.

Los dos materiales intensificadores más comunes son el yoduro de cesio (utilizado en los intensificadores de imagen de rayos X) y el oxisulfuro de gadolinio (utilizado en las pantallas intensificadoras convencionales de rayos X para exponer las películas).

La placa centelladora es la que recibe los rayos X, convirtiéndolos en luz. La luz es recibida por la matriz TFT, que convierte esta señal en energía eléctrica. Cada transistor de la matriz TFT es un pixel, su tamaño individual está alrededor de las 100 micras (μm).

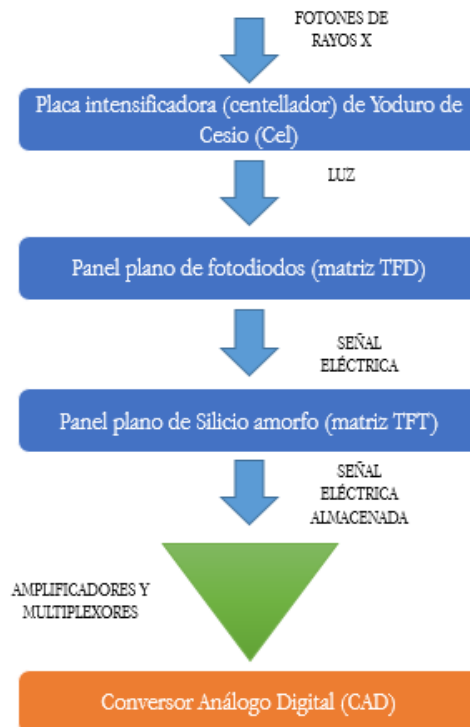
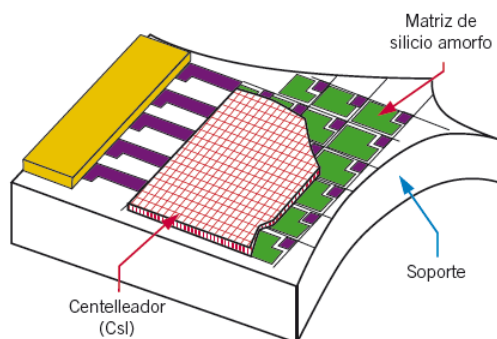


Figura 3.6.
Proceso esquemático de adquisición de imágenes en un panel plano de conversión indirecta, elaboración propia.



Detector de Panel Plano portátil para Equipo de rayos X Estacionario convencional
 Estos se encuentran cubiertos de un cassette o chasis que se colocan en el Equipo de rayos X, específicamente en el Bucky de la Mesa o del estativo, en reemplazo de las películas convencionales.

Figura 3.7.
 Estructura de un panel plano de silicio amorfo con sus componentes fundamentales, (EsSalud, 2008)

3.1.1.2.2.2 Tecnología del Detector de Panel Plano – TFT de Selenio (Directo)

El material utilizado habitualmente en la fabricación de este tipo de detectores es un fotoconductor que convierte directamente los fotones de rayos X en pares electrón-hueco. Por este motivo son denominados también de “conversión directa”
 El Detector de Panel Plano está compuesto por una matriz TFT, que recibe los fotones de rayos X y los convierte directamente a señal eléctrica.
 Cada transistor de la matriz TFT es un pixel, su tamaño individual está alrededor de las 50 micras (μm). El diseño de los equipos de rayos X y de Mamografía es idéntico al caso anterior de detectores planos, solo se diferencian en el tipo de detector.

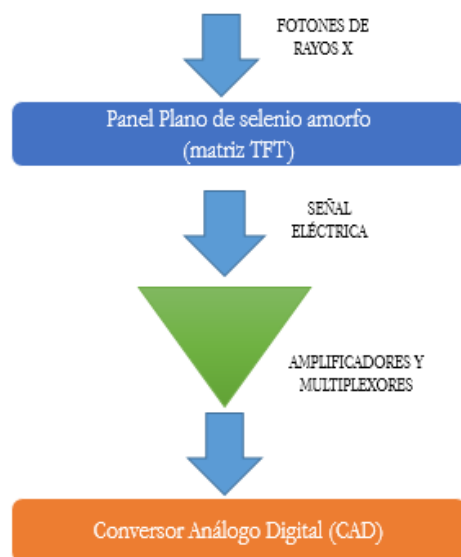


Figura 3.8.
 Esquema funcionamiento detector de Panel Plano-TFT de Selenio, elaboración propia.

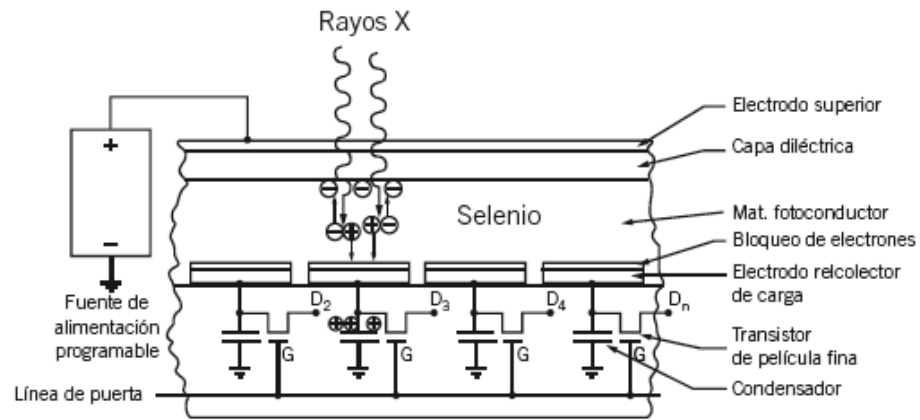
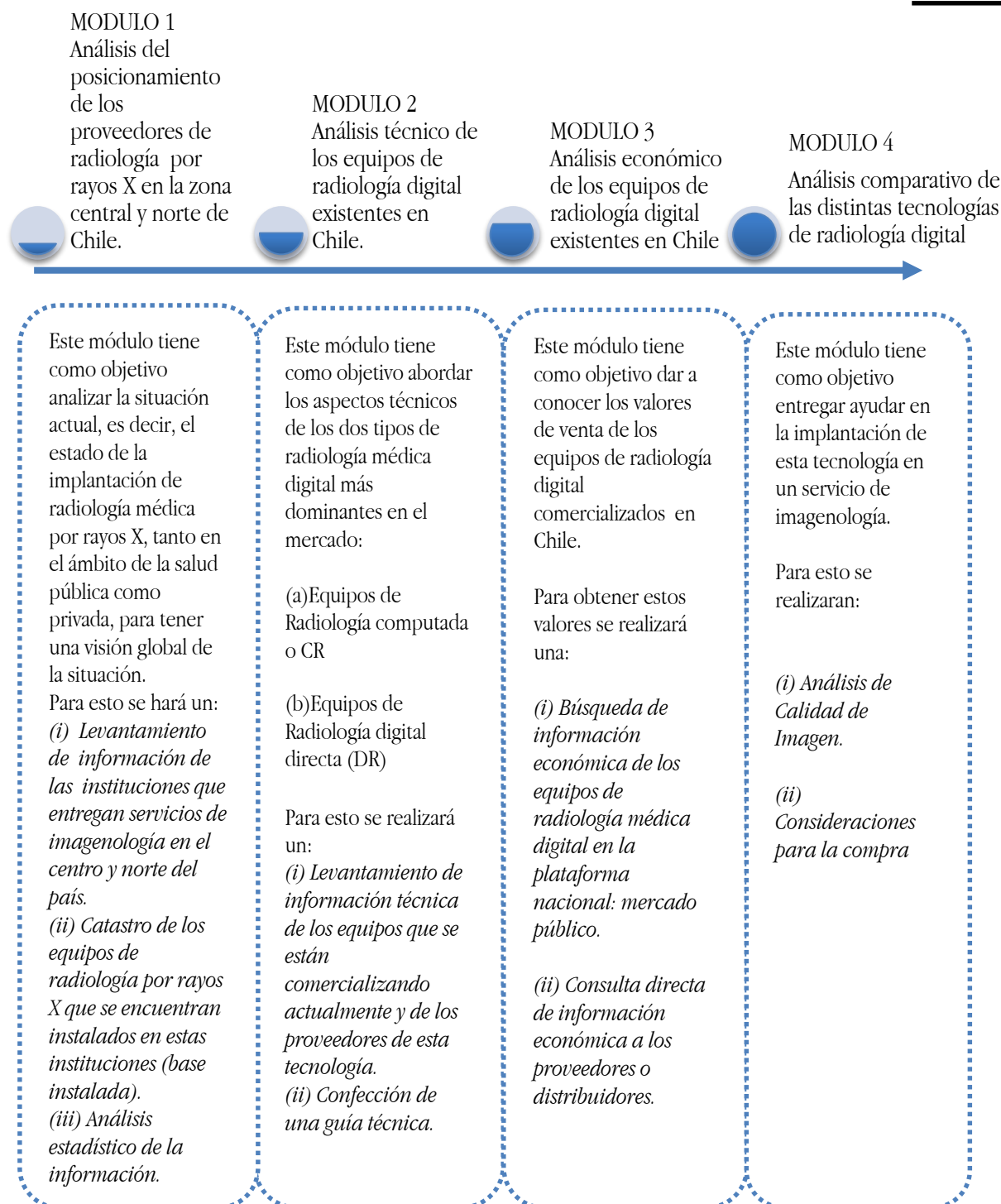


Figura 3.9.
*Estructura del detector de
Panel Plano-TFT de
Selenio, (EsSalud, 2008)*

3.2 Diseño de la Propuesta:

Esta tesis busca dar a conocer la oferta de equipamiento de radiología digital disponible en el mercado para apoyar la implantación progresiva de esta tecnología en la realidad nacional. Para abordar el tema se realizarán una serie de actividades que agrupadas en cuatro módulos permitirán ir cumpliendo con los objetivos específicos planteados.



3.3 Implementación

En este apartado se dará a conocer como fueron ejecutados cada uno de los módulos establecidos en el diseño de la propuesta de trabajo, para cumplir con los objetivos propuestos en la realización de esta tesis.

- *MODULO 1 Análisis del posicionamiento de los proveedores de radiología por rayos X en la zona central y norte de Chile.*

- i. Levantamiento de información de las instituciones públicas y privadas que entregan servicios de imagenología en el centro y norte del país.

Para ejecutar el levantamiento se realizó:

- Una búsqueda en la Web de los centros médicos, clínicas y Hospitales.
- Con el fin de acotar la búsqueda se tomaron en cuenta las siguientes regiones: XV Región de Arica, I Región de Tarapacá, II Región de Antofagasta, III Región de Atacama, IV Región de Coquimbo y V Región de Valparaíso, correspondientes a la zona norte y central de Chile.
- Luego se confeccionó una base de datos con todas las instituciones encontradas y se hizo un filtro por medio de llamadas telefónicas para saber si la población estudiada contaba con servicios de imagenología. Los que realmente realizaban estudios de rayos X fueron considerados en este trabajo.

- ii. Catastro de los equipos de radiología por rayos X que se encuentran instalados en estas instituciones.

Para obtener esta información se utilizó el medio telefónico y las visitas en terreno a la I, III, IV, V y XV región, además de las consultas por ley de transparencia en el caso de las instituciones públicas.

- iii. Análisis estadístico de la información recopilada.

Para realizar el análisis estadístico se confeccionaron tablas con la información más relevante. A partir de lo anterior se realizaron gráficos con el fin de proyectar visualmente la información recopilada.

Para obtener esta estadística se consideraron sólo los proveedores más dominantes en el mercado de insumos de placas análogas, placas de impresión y equipos de radiología digital (CR). Además se abarcó solamente el sector privado.

- *MODULO 2 Análisis técnico de los equipos de radiología digital existentes en Chile.*

- i. Levantamiento de información técnica de los equipos que se están comercializando actualmente y de los potenciales proveedores de esta tecnología para la posterior comparación

Para abordar este punto se hizo un análisis por tipo de tecnología, primero se abordaron los equipos de radiología computada (CR) y luego los equipos de radiología digital directa (DR). En ambos casos se siguió el mismo esquema:

- Se analizaron cuáles eran las potenciales marcas existentes en Chile, por medio del análisis realizado en el módulo anterior y el portafolio de productos que manejan.
- Se realizó una búsqueda de los catálogos existentes en la Web principalmente de las páginas oficiales de los potenciales proveedores, y se extrajo la información técnica más relevante. Además se realizaron preguntas técnicas a un profesional encargado de los mantenimientos de equipos CR e Impresoras.
- Se confeccionó una base de datos con los equipos de radiología digital separados por proveedor y comparados por las principales especificaciones técnicas.

- ii. Confección de una guía técnica.

Para esto se recopiló la información anteriormente mencionada y se sintetizó de la mejor forma para que pueda ser fácilmente entendida y utilizada en los procesos de compra.

- *MODULO 3 Análisis económico de los equipos de radiología digital existentes en Chile*

- i. Búsqueda de información económica de los equipos de radiología médica digital en la plataforma nacional: mercado público.

Para buscar información económica en el portal de Chile compra, se analizaron las licitaciones adjudicadas referente a equipos de radiología digital (CR & DR). Desde aquí se extrajo el acta de adjudicación, donde se refleja la empresa que ganó la licitación y además las propuestas económicas adjuntadas por las empresas participantes. En este documento aparecen los precios de los equipos y el detalle de lo que se incluye en el valor.

- ii. Consulta directa de información económica a los proveedores o distribuidores.

Para poder obtener información de esta fuente fue necesario simular una posible compra a una empresa distribuidora, pero es una forma más difícil de obtener información ya que las empresas distribuidoras y

proveedores manejan con mucho cuidado la filtración de precios por su carácter competitivo.

- *MODULO 4 Análisis comparativo de las distintas tecnologías de radiología digital.*
 - (i) *Análisis de Calidad de Imágen.*
 - (ii) *Consideraciones para la compra*

4 RESULTADOS

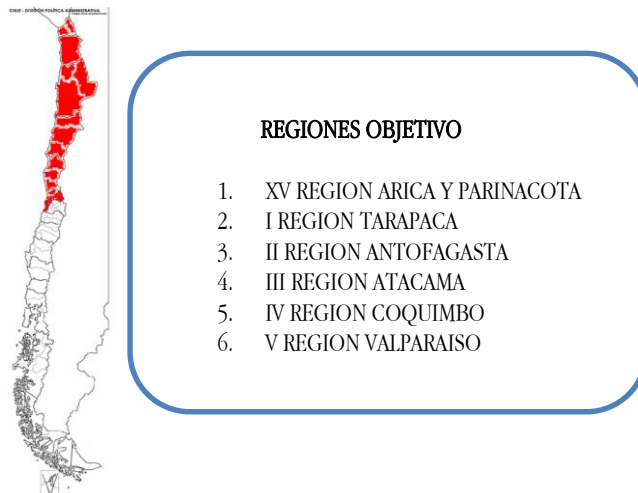
4.1 *Módulo 1: Análisis del posicionamiento de los proveedores de radiología por rayos X en la zona central y norte de Chile.*

Población Objetivo para el Análisis

En este análisis finalmente se abordó el sector privado y público para tener una visión global de la implementación de la radiología digital y conocer los centros que aún no se encuentran digitalizados. Primero se analizaron 130 servicios de imagenología privados (pequeños, medianos y grandes) de las distintas regiones del norte y centro del país. La Lista de estas instituciones se pueden revisar en el ANEXO 1. Respecto a las tablas confeccionadas para hacer el análisis se encuentran anexos en formato digital (Excel: Estudios de Centros.xlsx). Con la información extraída del sector privado de Salud, fue posible separar el análisis entre la participación que tienen ciertas marcas en el mercado de insumos de placas secas, placas análogas, digitalizadores para rayos X y digitalizadores para Mamografía.

Además se realizó un catastro de los equipos de rayos X de los servicios de imagenología de los Hospitales que accedieron a entregar información, pertenecientes a los siguientes servicios de salud: Servicio de Salud de Arica, Servicio de Salud de Iquique, Servicio de Salud de Antofagasta, Servicio de Salud de Atacama, Servicio de Salud de Coquimbo, Servicio de Salud de Aconcagua, Servicio de Salud de Valparaíso- San Antonio y Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota.

Figura 4.1.
Población Objetivo del Análisis de Situación Actual.



SECTOR PRIVADO

- Participación de los principales proveedores de Radiología Computada (CR), para rayos X en el Mercado Privado.

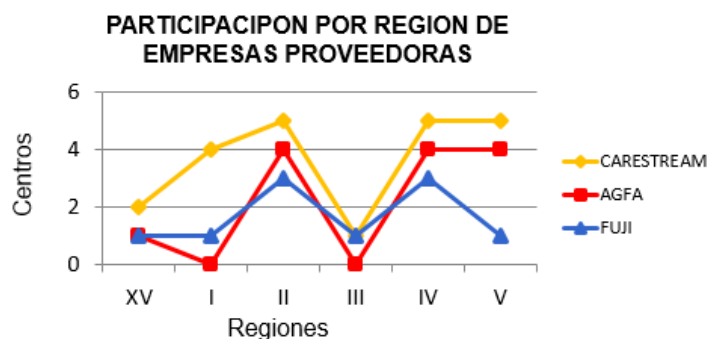
En la tabla 4.1 se observa que existe un total de 55 centros que poseen Radiología Computada (CR) o digitalizadores de rayos X.

| Centros Radiográficos | XV | I | II | III | IV | V | TOTAL | % |
|----------------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Carestream | 2 | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 22 | 40% |
| Agfa | 1 | 0 | 4 | 0 | 4 | 4 | 13 | 24% |
| Fuji | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 10 | 18% |
| Digital Directo | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 5 | 10 | 18% |
| Total Digitalizados | 4 | 6 | 16 | 2 | 12 | 15 | 55 | 100% |

Tabla 4.1.
Cantidad de centros por región

El gráfico de puntos 4.1, entrega por color el posicionamiento de las principales marcas, desglosando la información por región. En la II IV y V Regiones existen mayor cantidad de centros digitalizados con este tipo de tecnología CR para rayos X.

En el gráfico de torta 4.1, se puede observar el porcentaje que abarcan las principales empresas posicionadas en el mercado. Carestream abarca el 40%, Agfa 24% y Fujifilm 18%. El otro 18% corresponden a los centros que poseen Digital Directo, pero que no fue posible conseguir las marcas.



PARTICIPACIÓN TOTAL DE EMPRESAS PROVEEDORAS

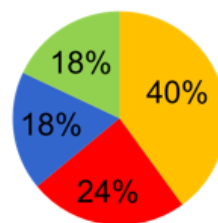


Gráfico 4.1.
Participación de las empresas en el mercado de digitalizadores de rayos X

- *Participación de los principales proveedores de Radiología Computada (CR) para Mamografía en el Mercado Privado.*

En la tabla 4.2 se ve reflejada la totalidad de centros que poseen este tipo de tecnología para digitalizar imágenes de mamografía; existen un total de 26 centros con esta modalidad.

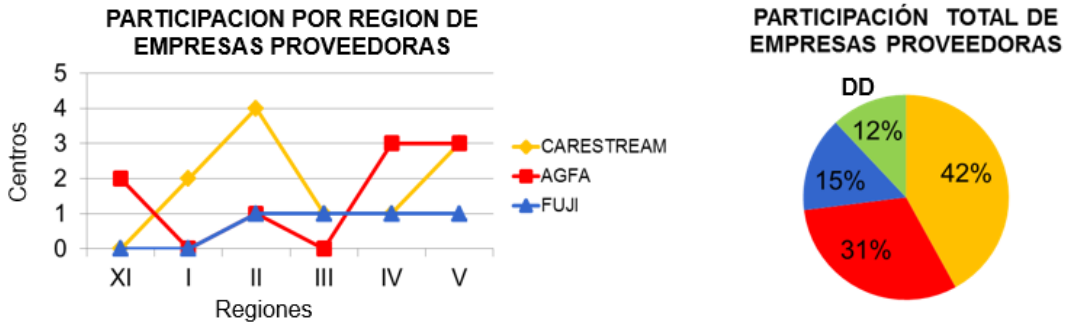
Tabla 4.2.
Cantidad de centros por región

| Centros Radiográficos | XV | I | II | III | IV | V | TOTAL | % |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------------|
| Carestream | 0 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 11 | 42% |
| Agfa | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 8 | 31% |
| Fuji | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 15% |
| Digital Directo | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 12% |
| Total Digitalizados | 2 | 3 | 7 | 2 | 5 | 8 | 26 | 100% |

El gráfico de puntos 4.2, entrega por color el posicionamiento de las principales marcas, desglosando la información por región. En la II IV y V Regiones existen mayor cantidad de centros digitalizados con este tipo de tecnología CR para mamografía.

En el gráfico de torta 4.2, se puede observar el porcentaje que abarcan las principales empresas posicionadas en el mercado. Carestream abarca el 42%, Agfa 31% y Fujifilm 15%. El otro 12% corresponden a los centros que poseen Digital Directo, pero que no fue posible conseguir las marcas.

Gráfico 4.2.
Participación de las empresas en el mercado de digitalizadores de mamografía.



▪ Radiología Análoga o Convencional en la zona norte y central del país

En la tabla 4.3 se puede observar que existe un total de 95 centros de los 130 estudiados que aún poseen equipos de radiología análoga o convencional. Además se puede desglosar esta información destacando que la quinta y cuarta región aún poseen una cantidad importante de centros con este tipo de tecnología análoga. (Ver Gráfico 4.3).

| Centros Radiográficos | XV | I | II | III | IV | V | TOTAL | % |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Carestream | 0 | 3 | 7 | 1 | 2 | 33 | 46 | 48% |
| Agfa | 0 | 4 | 1 | 1 | 4 | 19 | 29 | 30% |
| Fuji | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 13 | 20 | 22% |
| Total Centros Análogos | 0 | 7 | 8 | 2 | 13 | 65 | 95 | 100% |

Tabla 4.3.
Cantidad de centros que poseen radiografía análoga

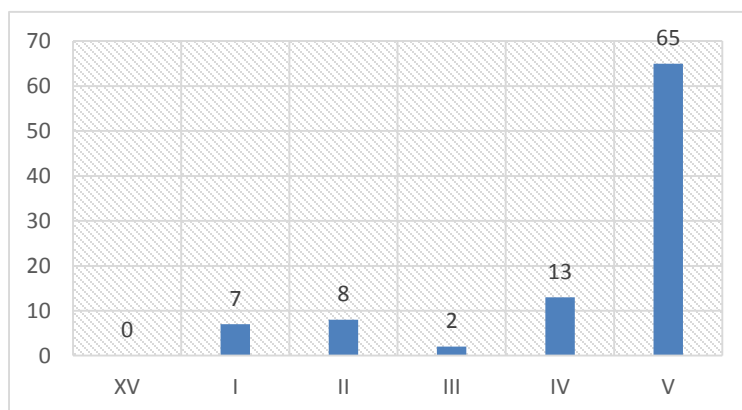


Gráfico 4.3.
Cantidad de centros que poseen radiografía análoga

El gráfico de puntos 4.4 refleja por color el posicionamiento de las tres marcas más importantes en la entrega de insumos de placas análogas, y la cantidad de centros que abarca a nivel regional. En el gráfico de torta 4.4, se destaca que Carestream, Agfa y Fuji son las marcas que tienen mayor participación en el mercado de las ventas de insumos de radiología convencional. Carestream abarca el 48% de los centros de la zona centro y norte, Agfa abarca el 30% y Fujifilm el 22%.

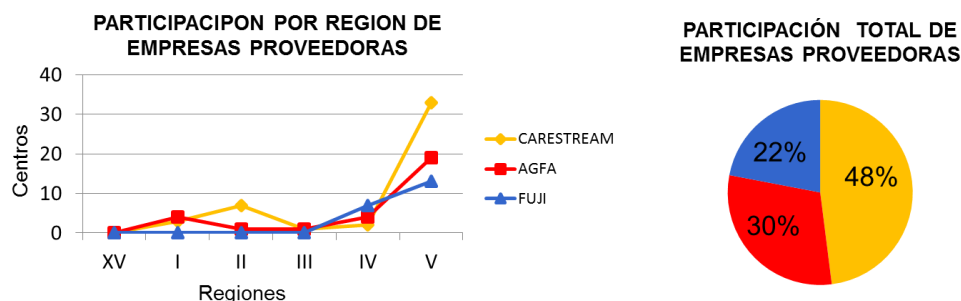


Gráfico 4.4.
Principales empresas que abastecen de insumos de placas radiográficas.

- Participación de los principales proveedores de insumos para radiología digital.

En la tabla 4.4, se puede observar que existen 52 centros que compran insumos de placas secas para impresión de imágenes médicas.

| Centros Radiográficos | XV | I | II | III | IV | V | TOTAL | % |
|-----------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Carestream | 2 | 1 | 10 | 2 | 5 | 5 | 25 | 48% |
| Agfa | 2 | 1 | 0 | 0 | 6 | 4 | 13 | 26% |
| Fuji | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 2 | 9 | 17% |
| Otras o sin consumo | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 5 | 9% |
| Total Digital | 4 | 2 | 16 | 3 | 14 | 13 | 52 | 100% |

Tabla 4.4.
Cantidad de Centros
por Región

El gráfico de puntos 4.5, refleja por color el posicionamiento de las marcas en las distintas regiones de la zona norte y central, indica las cantidades de centros que abarcan.

En el gráfico de torta 4.5, se puede observar que la marca Carestream abastece a una cantidad mayor de centros (48%), luego Agfa (26%) y por último Fujifilm (17%). Además existe una cantidad menor de centros que son abastecidos por otras marcas que se desconocen o simplemente no consumen este tipo de insumos.

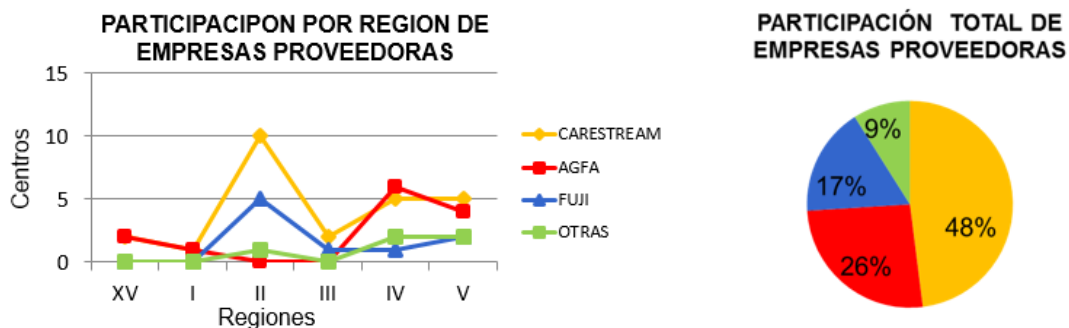


Gráfico 4.5.
Participación de las
empresas en el
mercado de insumos
de placas secas

SECTOR PÚBLICO

En las siguientes tablas se puede apreciar los equipos de radiología digital que poseen los Hospitales pertenecientes a los distintos servicios de Salud Nacional.

| SERVICIO DE SALUD DE ARICA | | | | |
|--|----------------------------|---------------------------------|------------|------------|
| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
| Hospital de Arica Dr. Juan Noe Crevani | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| | Mamografías | Digitalizador CR para mamografo | Classic | Carestream |

SERVICIO DE SALUD DE IQUIQUE

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|---|--|-----------------------|-----------------|---------|
| Hospital de Iquique Ernesto Torre Galdames | Radiografías | 2 RX Osteopulmonar DR | Sin información | Philips |
| | Radiografías Osteopulmonar Portátil | 2 RX Osteopulmonar DR | Sin información | Philips |
| | Mamografías | RX Mamografo DR | Sin información | Philips |
| Hospital de Alto Hospicio Comunitario de Salud Familiar Dr. Héctor Reyno | Radiografías Osteopulmonar | Digitalizador CR | Sin información | ICRco |

SERVICIO DE SALUD DE ANTOFAGASTA

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|--|--|------------------------------------|---------------------|-----------------|
| Hospital de Antofagasta Dr. Leonardo Guzmán | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| | Radiografía | Digitalizador CR | Konica | Reggius |
| Hospital de Calama Dr. Carlos Cisternas | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| | Radiografías Osteopulmonar Portátil | RX Osteopulmonar DR | Mobilett Mira | Siemens |
| Hospital de Taltal 21 de Mayo | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| Hospital de Tocopilla Dr. Marcos Macuada | Radiografías | RX Osteopulmonar DR | Explorer 1600g2Plus | IDC |
| | Mamografías | Digitalizador CR para mamografo | ICR3600M | ICRco |
| Centro Asistencial Norte | RX Osteopulmonar DR | Axiom Aristos | VX Plus | Siemens |
| | Mamografías | RX Mamografo DR | Senographe DS | GE |
| Hospital de Mejillones | Radiografías Osteopulmonar Portátil | RX Osteopulmonar DR | Movilett 11 | Shimadzu |
| | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar | Datamedica | Sin información |
| Centro Oncológico de Antofagasta | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |

SERVICIO DE SALUD DE ATACAMA

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|--|-------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Hospital Regional San José del Carmen de Copiapó | Radiografías Osteopulmonar | Digitalizador CR | POC | Kodak |
| | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Sin información | IDC |
| Hospital de Vallena - Provincial de Huasco Monseñor Fernando Aritzía Ruíz | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital del Huasco- Manuel Magallanes Medling | Radiografía Convencional | Convencional | Sin información | Sin información |
| Hospital Diego de Almagro- Florencio Vargas Díaz | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital de Chañaral Dr. Jerónimo Mendez | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |

SERVICIO DE SALUD DE COQUIMBO

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|--|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| Hospital de Illapel | Radiografías Osteopulmonar. ID: 1395-106-LE12 | Digitalizador CR | ICR3600M | ICRco |
| Hospital de Coquimbo-San Pablo | Sin información - sólo se puedo identificar la compra de un TAC Planmeca-Promax 3D en lic: 1395-114-LP12 | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital de La Serena-San Juan de Dios | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| | Radiografías Osteopulmonar | Digitalizador CR | Sin información | AGFA |
| Hospital de Ovalle-Antonio Tirado Lanás | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| | Radiografías | Digitalizador CR | Sin información | Fuji |
| Hospital de Vicuña-San Juan de Dios | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital de Combarbalá-San Juan de Dios | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital de Andacollo-Dr. Jose Luis Arraño | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital San Pedro de los Vilos | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital de Salamanca | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |

SERVICIO DE SALUD DE ACONCAGUA

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------|
| Hospital de Los Andes-San Juan de Dios | Radiografías Osteopulmonar | Equipos de Rayos Digital Directo | Digital Diagnost VM | Philips |
| | Radiografías Osteopulmonar | Equipos de Rayos Digital Directo | Digital Diagnost DR | Philips |
| | Radiografías Osteopulmonar | Equipos de Rayos Digital Portatil CR | Practix convenio | Philips |
| | Radiografías | Equipo de Digitalización CR | Regius 210 | Konica |
| Hospital de San Felipe, San Camilo | Radiografías | Equipo de Digitalización CR | CR 35-X | Agfa |
| | Equipo Osteopulmonar Portatil | Sin Información | Mobilett XP Hybrid | Siemens |
| Hospita de Llay Llay- San Francisco | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |

SERVICIO DE SALUD DE VALPARAÍSO

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|--|---|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Hospital Dr. Carlos Van Buren | Radiografías Osteopulmonar ID 1156-245-LP12 (arriendo) | Equipo de Digitalización CR | NANO-R110 HQ. | Konica |
| Hospital Dr. Eduardo Pereira | Radiografía Convencional | Equipo convencional | Sin información | Sin información |
| Hospital Claudio Vicuña de San Antonio | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |

SERVICIO DE SALUD VIÑA DEL MAR- QUILLOTA

| ESTABLECIMIENTO | TIPO DE EXÁMEN | EQUIPO | MODELO | MARCA |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Hospital de Viña del Mar-Dr. Gustavo Fricke | Radiografías | Equipo de Digitalización CR | CR 35-X | Agfa |
| Hospital de la Calera-Dr. Mario Sanchez | Radiografía convencional | Equipo convencional | Sin información | Sin información |
| Hospital de Quintero -Adriana Cousiño | Radiografía Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Sin información | Madison |
| Hospital de Quilpué | Radiografía Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan | Comed |
| | Radiografía | Radiografía Digital CR | ICR 3600 | ICRco |
| Hospital de Peñablanca-Juana Ross | Radiografías Osteopulmonar | RX Osteopulmonar DR | Titan 2000 | Comed |
| Hospital de la Ligua-San Agustín | Radiografía convencional | Equipo convencional | Sin información | Sin información |
| Hospital de Casablanca-San Jose | Radiografía convencional | Equipo convencional | Sin información | Sin información |
| Hospital de Petorca | Radiografía convencional | Equipo convencional | Sin información | Sin información |
| Hospital Santo Tomás de Limache | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital Geriátrico Paz de la Tarde (Limache) | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital Psiquiátrico Dr. Philippe Pine de Putaendo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Hospital de Quillota | Radiografías (Equipo en Comodato) | Equipo de Digitalización CR | Prima T | Fujifilm |

Tabla 4.5.
Información de los Equipos de Radiología en el Sector Público (Hospitales)

A pesar de haber campos sin información, se observan establecimientos de Salud que aún funcionan con equipos de Radiología convencional, correspondientes a Hospitales de sectores periféricos. Existe un gran número que funcionan con equipos Titan 2000.

4.2 Módulo 2: Análisis técnico de los equipos de radiología digital existentes en Chile.

Luego de la recolección de información se rescató lo más importante para generar esta guía técnica, con el fin de apoyar en la decisión de compra de este tipo de tecnología. Además se confeccionó un documento excel con el contenido de CR, Impresoras y DR con accesos directos a los manuales obtenidos en formato digital desde la Web. La finalidad de esta base de datos es facilitar la búsqueda de los equipos que se necesiten. Este archivo se encuentra anexo en formato digital.

A continuación se entregará información de los proveedores estudiados y datos técnicos relevantes primero de la radiología digital por CR y luego de la Radiología Directa o DR.

4.2.1 Proveedores estudiados

Los análisis técnicos se realizaron en base a los siguientes proveedores y distribuidores, tanto de equipos de Radiología digital como de las impresoras de imágenes médicas digitales.

Equipos de Radiología Digital

| PROVEEDORES | DISTRIBUIDORES |
|-----------------------|--------------------------|
| Carestream (Kodak): | Healthstore S.A & Dimara |
| Fujifilm | Tecnoimagen |
| Agfa | Olmos o Imfot |
| Konica | Hoser |
| International Clinics | International Clinics |
| Philips | - |
| Canon | - |

Equipos de Impresión de imágenes médicas digitales

| PROVEEDORES | DISTRIBUIDORES |
|---------------------|-----------------------|
| Carestream (Kodak): | Healthstore S.A |
| Fujifilm | Tecnoimagen |
| Agfa | Olmos o Imfot |
| Konica | Hoser |
| Sony | International Clinics |
| Codonics | Hoser |

4.2.2 Análisis técnico de equipos de Radiología Computada (CR).

Un sistema de Radiología computada requiere en primer lugar contar con una red de datos exclusiva para imagenología, con el fin de que no haya pérdida de información. El equipo que se quiera adquirir debe digitalizar la imagen en formato DICOM (Imagen digital y comunicación en medicina), para que si se considera necesario se pueda integrar a un RIS-PACS. Además se deben

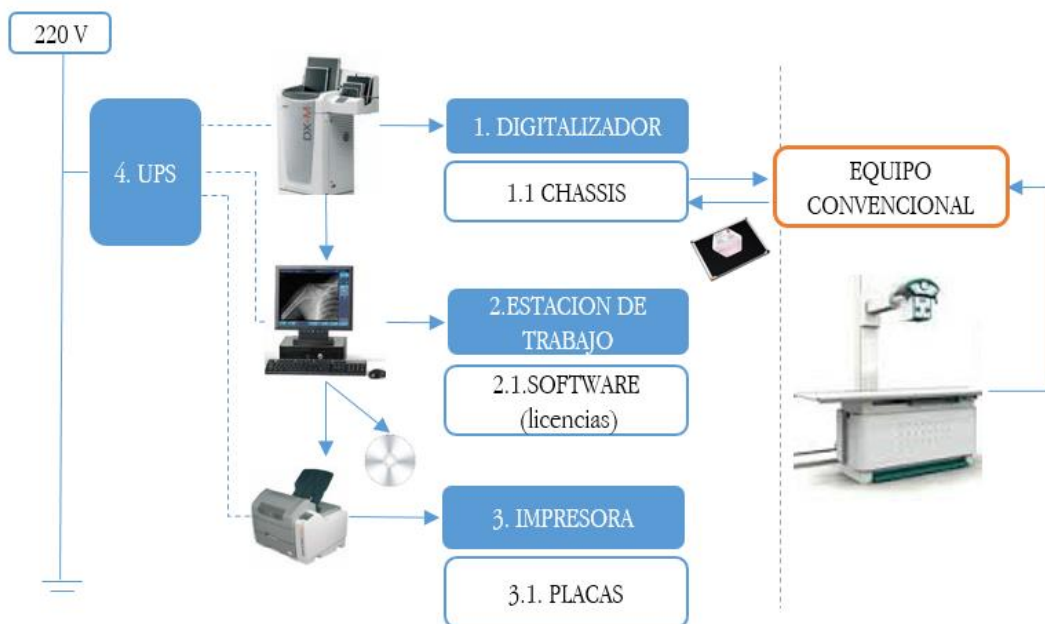


Figura 4.2.
Elementos necesarios
en radiología
computada (CR),
elaboración propia

1. DIGITALIZADOR (CR):

Es un equipo que se emplea para la digitalización de la información registrada por los chasis de fósforo fotoestimulables:

| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS | |
|--|--|
| Productividad del lector (placas por hora) | Es recomendable consultar de qué tamaño corresponde la productividad que se describe o menciona ya que muchas veces indican la cantidad de placas por hora pero del tamaño de placa más pequeño (8x10cm), y esto hace parecer que el equipo es muy rápido. |
| Tamaño y Peso | Dependiendo del espacio con el que se cuenta, existen equipos de mesa y de piso. |
| Modalidad | Es importante conocer si pueden digitalizar tanto equipos de rayos X como mamografía. Ya que existen equipos que sólo sirven para rayos X y otros sirven para rayos X & Mamo. |
| Posibilidad de Columna Total | Posibilidad de realizar imágenes digitales de columna total, es decir, de toda la columna vertebral. Para esto es necesario tener un chasis especial. |
| Normas | Cumplimiento con la FDA y CE. |
| Tipo de Carga | Carga simple o Carga múltiple (número de bocas o entradas) |
| Resolución de Contraste | Es la capacidad de diferenciar los objetos según su densidad (profundidad o niveles de grises). Por ejemplo, si la imagen tiene 4096 le corresponde una densidad de 12 bit. |
| Resolución espacial | Cuanto más píxel/mm posea, más pequeña es la dimensión del píxel, por lo tanto mejor será la resolución espacial. El conjunto de píxel va conformando la matriz de resolución (puntos horizontales x puntos verticales). La resolución espacial se mide en: píxel/mm, lp/mm (lp: pares de línea, unidades de micras, dpi (dot per inch = puntos por pulgada) |
| Mantenimiento Preventivo | En general estos equipos necesitan mantenimiento preventivo 2 veces al año, en el cual se realiza una limpieza general, se somete a algunas pruebas generales, se resetean algunos parámetros, etc. |
| Mantenimiento Correctivo | Los problemas que ameritan mantenimiento correctivo se generan luego de años de uso o por error de usuario que desconfiguran el equipo, pueden ocurrir fallas en el módulo óptico el cual debe cambiarse completamente, fallas en los rodillos que recogen la placa de fósforo fotosensible del chasis, fallas directamente en la placa de fósforo que puede contener partículas, etc. |

1.1 CHASSIS O CASSETTE:

Son los detectores de los rayos X que formaran la imagen. Son similares a los chasis convencionales en su aspecto interno, pero una de sus caras es de fibra de carbono que funciona como una grilla de atenuación para los rayos X que llegan a la pantalla. En su interior posee una pantalla de fósforo fotoestimulable que registrará la imagen por absorción de la radiación. Actúan como un soporte para la pantalla, tiene una cubierta frontal delgada, resistente y de bajo número atómico y además, una cubierta posterior de plomo para evitar radiación dispersa. (Ver figura 4.2)

| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS | |
|--------------------------------------|--|
| Tamaño | Existen distintas medidas de chasis y depende de la imagen radiológica que se quiera registrar. 35cm x 43cm (14"x17")- propósito General 35cm x 35 cm (14"x14")- propósito General 24cm x 30 cm (10"x12")- propósito General 18cm x 24 cm (8"x10")- propósito General 18cm x 24 cm (8"x10")- Mamografía 24cm x 30 cm (10"x12")- Mamografía |
| Material pantallas | Puede ser de fluoro-haluro de bario dopadas con europio o halogenuros de bario. |

2. ESTACION DE TRABAJO DE VISUALIZACIÓN: MONITOR + CPU

También es conocida como consola, aquí es donde el tecnólogo médico visualiza la imagen digital y donde realiza el procesamiento (cambios de contraste, densidad, zoom, etc.). Las características de este equipo dependen del *Software* que tenga que soportar y del espacio de almacenamiento que se requiera. Además existen las estaciones diagnósticas las cuales tienen características superiores (otro tipo de pantalla de mejor resolución, etc.) que permiten al tecnólogo visualizar la imagen de forma detallada y generar un diagnóstico, Desde la consola se decide si la imagen se imprimirá, se grabará en CD/DVD si es que cuenta con la licencia de grabado o si se enviará a un PACS.

| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS | |
|--------------------------------------|---|
| Monitor | La característica del monitor es definida por el usuario puede touch, y del tamaño que desee. Como mínimo es recomendable que sea LED/LCD HD: ≥ 17 pulgadas. |
| Procesador de la CPU | Por lo general el procesador que se utiliza es de doble Núcleo |
| Velocidad del procesador | Por lo general debe ser ≥ 2 GHz |
| Tarjeta Gráfica | Por lo general debe ser ≥ 512 MB |
| Capacidad del disco duro | Por lo general debe ser ≥ 250 GB |
| Memoria RAM | Por lo general debe ser RAM ≥ 1 GB |
| Unidad CD/DVDR-W | - |
| Conexión a Red Ethernet | - |
| 3 o más puertos USB | - |

2.1 SOFTWARE:

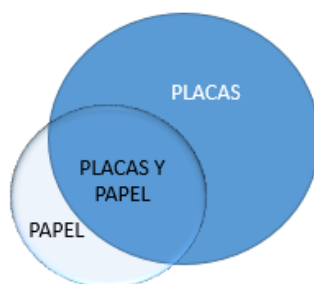
Es el sistema de post-procesamiento de la imagen con el que cuenta la empresa proveedora de los productos. Existen distintas licencias, algunas vienen en el pack que presenta el vendedor y otras se deben pagar. Es recomendable consultar el tipo de licencias vienen incorporadas y si además incorpora algunas actualizaciones o *upgrade* gratuitas.

| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS |
|--|
| Interfaz Amigable |
| Registro de paciente con ingreso manual de datos |
| Sistema de pantalla partida para visualización de dos imágenes simultaneas |
| Software con protocolo y manejo de imágenes de mamografía |
| Herramienta de revisión de imágenes: Ver, anotar y medir |
| Herramienta para grabación de exámenes en CD o DVD |
| Herramienta de exportación de imágenes en formato DICOM |
| Dicom Print |
| Sistema compatible con RIS, PACS |
| Integración de EMR, HL7 |
| Estadísticas e informes de cantidad de exámenes, tipos, u otros. |
| Herramientas para Edición/Visualización de la imagen: |
| Exposición |
| Filtros de Ruido |
| Minimización de artefactos |
| Suavizado de Imagen |
| Recorte Imagen |
| Manejo de Contrastes |
| Manejo de Histograma |
| Lupa / Zoom |
| Alarmas audiovisuales: |
| Error procesamiento |
| Problema con Chasis |
| Comienzo/Fin Proceso |
| Detención |
| # de Clientes Concurrentes |
| Telerad Support |
| Manual stitch Editor |
| Herramientas Quiroprácticas |

3. IMPRESORA:

Existen impresoras de las distintas marcas que cubren estos 3 tipos de mercado, el mercado más grande es el de impresión de placas luego le sigue el mercado de las placas & papel, y por último el mercado de la impresión sólo en papel que es muy pequeño. Imprimen en distintos formatos dependiendo de la marca y modelo. Como se muestra en la siguiente figura 4.3.

Figura 4.3.
Mercado de la
impresión médica



| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS | |
|--------------------------------------|---|
| Productividad (placas por hora) | Este dato es muy importante a la hora de elegir la mejor opción ya que con este dato se podrá calcular cuántos exámenes se podrán realizar. |
| Tecnología | Es importante conocer el tipo de tecnología que utiliza la impresora puede ser: láser, térmica, ambas, usar el proceso de sublimación, etc. La impresión láser es más brillante, en cambio la térmica es más opaca. |
| Carga de impresora con placas | Además es importante saber si posee carga luz- día es decir que si al momento de cargar de día las películas no se velan. |
| Tamaño y Peso | Dependiendo del espacio con el que se cuenta, existen equipos de mesa y de piso. |
| Modalidad | Es importante conocer que modalidades imprime, y además de tener en cuenta cuales son las modalidades que desea imprimir. Esto hace que varíe el tiempo o rendimiento del equipo. Por lo general las impresoras actuales permiten imprimir desde 4 modalidades como ecografías, RM, Mamografía, rayos X, etc. |
| Resolución espacial | Cuanto más píxel/mm posea, más pequeña es la dimensión del píxel, por lo tanto mejor será la resolución espacial |
| Entrada de Película | Es importante saber con cuantas bandejas cuenta la impresora y como es el orden de las cargas, en algunas se pueden incorporar cualquier tamaño de placa en cualquier bandeja en cambio otras tienen bandejas específicas para cada tamaño de placas. |
| Cambio de Filtro | Se sugiere consultar cada cuanto tiempo se debe hacer el cambio de filtro en estos equipos, y si este cambio viene incorporado en los mantenimientos preventivos. |

| | |
|--------------------------|---|
| Mantenimiento preventivo | Las impresoras con tecnología láser necesitan por lo general de 2 mantenimientos preventivos anuales a diferencia de las impresoras con tecnología térmica que necesitan el doble. Es importante considerar estos datos ya que puede generar un gasto mayor en mantenimiento. En este proceso se realiza una limpieza general de la maquina, engrasamiento de la parte mecánica, revisión de los rodillos, reseteo del contador de películas impresas, etc. |
| Mantenimiento Correctivo | La mayoría de las veces las fallas son producidas por el usuario en especial por la mala manipulación y cuidado. Por ejemplo, objetos o partículas extrañas atrapadas, lo que genera el atasco y desconfiguración de la impresora. Otra falla que presenta por el tiempo es en los rodillos por el roce que se produce constantemente. |
| Calibración | La calibración puede ser automática o manual de pende de las marcas y modelos de los equipos. |

3.1 PLACAS DE IMPRESIÓN O PLACAS SECAS:

Las placas son el insumo de las impresoras.

| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS | |
|--------------------------------------|---|
| Tipo de Base de placa | Puede ser de poliéster azul o transparente |
| Tamaños | Existen de distintos tamaños y la posibilidad de imprimir en cada uno de ellos depende de la marca y modelo de la impresora: 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14),35x35(14X14)(pedido especial), 35x43(14X17) |
| Tipos | Existen películas "luz día" y otras que no lo son. Estas permiten ser manipuladas y que no se velen a la luz del día. |
| Cantidad de películas por caja | Cada marca entrega cajas con un determinado número de películas por lo general van desde las 100 películas por caja hasta 150 películas por caja, esto depende exclusivamente de la marca. Y es importante considerar a la hora de comprar. |
| Caducidad | Por lo general estas películas tienen una caducidad de 2 años desde la fecha de fabricación. |

4. UPS (Uninterruptible Power Supply):

Es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica además permite estabilizar la corriente de llegada a los equipos conectados. La UPS debe tener al menos 4 salidas y desde 1500Va, varía y depende la cantidad de equipos que se quieran conectar.

A continuación se entrega la cartera de productos o equipos de radiología computada, impresoras y software que poseen las marcas estudiadas:

EQUIPOS DE RADIOLOGÍA COMPUTARIZADA
MARCA CARESTREAM

| | CR-MAX | CR-ELITE | CR- CLASSIC | CR VITA XE | CR-VITA | CR --VITA LE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |
| MODALIDAD | RX & MAMO | RX & MAMO | RX & MAMO | RX | RX | RX |
| CUMPLIMIENTO FDA | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| POSIBILIDAD DE COLUMNA TOTAL | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| PLATE X HORA (14X17) | 91 | 90 | 69 | 60 | 40 | 20 |
| BOCAS | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RESOLUCION EN ESCALA DE GRISES | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 132X104X76 | 103X48X58 | 103X48X58 | 34X75X55 | 34X75X55 | 34X75X55 |
| PESO (kg) | 433 | 136 | 136 | 36 | 36 | 36 |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE MESA | DE MESA | DE MESA |

Tabla 4.6
Equipos de radiología
computada (CR) marca
Carestream-Kodak,
elaboración propia.

La marca Carestream posee 3 tipos de equipos con la capacidad de digitalizar radiografía y mamografía, estos son: el CR-Max, CR- Elite, CR- Classic. Entre estos el equipo CR-Max es el equipo que posee mayor rendimiento, es decir, entrega 91 placas de 14x17 por hora y tiene 8 bocas o entradas para ingresar los chassis de distintos tamaños.










El CR Classic de rendimiento (69 placas por hora) es el equipo de dos modalidades más demandado en la marca Carestream, dado que su costo es más bajo que el CR-Max. Los equipos VITA se diferencian entre ellos solamente por el software, la productividad es distinta en cada uno y el costo es menor mientras menor es la productividad. Los equipos más grandes tienen ubicación de Piso, y los más pequeños de Mesa.

Todos los equipos tienen la opción de columna total o de realizar imágenes digitales de columna total, es decir, de toda la columna vertebral.

EQUIPOS DE RADIOLOGÍA COMPUTARIZADA
MARCA AGFA

Equipos de
Radiología
médica digital
en Chile

45

| | CR- 85 X | DX-M | CR-35X | CR-30XM | DX-S | CR-30X | CR-12X | CR-30x | CR-10X |
|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MODALIDAD | RX & MAMO | RX & MAMO | RX & MAMO | RX & MAMO | RX | RX | RX | RX | RX |
| CUMPLIMIENTO FDA | SOLO RX | RX & MAMO | RX | RX | RX | RX | RX | RX | RX |
| POSIBILIDAD DE COLUMNA TOTAL | SI | SI | SI | SI | SI | - | - | - | SI |
| PLATE X HORA (14X17) | 112 | 83 | 71 | 60 | 115 | 60 | 60 | 35 | 34 |
| BOCAS | 10 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RESOLUCION EN ESCALA DE GRISES | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 16 bits/pix | 12 bits/pix | 16 bits/pix | 16 bits/pix | - | 16 bits/pix |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 142X84X115 | 123X66X51 | 141X45X75 | 46x69x70 | 85X33X79 | 46x69x70 | 47X58X70 | 46X69X70 | 47X58X70 |
| PESO (kg) | 397 | 180 | 270 | 98 | 105 | 98 | 29 | 98 | 29 |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE MESA | DE MESA | DE MESA | DE MESA |

La marca Agfa posee una mayor cartera de productos o equipos en comparación con las otras marcas, abarca distintos tipos de clientes. Posee 4 modelos de equipos que entregan digitalización de mamografía y radiografía, estos son: CR-85X, DX-M, CR-35X & CR-35XM. Los rendimientos que se muestran dependen de la aplicación que se le asigne. Entre estos equipos el equipo DX-M a diferencia de las otras marcas posee un detector basado en agujas en vez de fósforo.

El Equipo CR-30X es un equipo que por su mediano rendimiento, su tamaño y calidad de ubicación de mesa, ha sido una buena opción para los usuarios y una competencia del CR- Vita de Carestream.

Los equipos para sólo digitalizar RX, son los siguientes: DX-S, CR-30X, CR12X, CR30x, CR-10X.

La mayoría de los equipos describen tener la opción de columna total o de realizar imágenes digitales de columna total, es decir, de toda la columna vertebral.

Tabla 4.7
Equipos de radiología
computada (CR) marca
Agfa, elaboración propia.
(-) sin información.

EQUIPOS DE RADIOLOGÍA COMPUTARIZADA
MARCA FUJIFILM







| | PROFECT CS | PROFECT ONE | CAPSULA XL II | CAPSULA X | FCR XG 5000 | PRIMA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |
| MODALIDAD | RX&MG | RX&MG | RX&MG | RX | RX | RX |
| CUMPLIMIENTO FDA | RX&MG | RX&MG | RX | RX | - | RX |
| POSIBILIDAD DE COLUMNA TOTAL | SI | SI | SI | - | - | NO |
| PLATE X HORA (14X17) | 103 | 60 | 62 | 43 | 103 | 29 |
| BOCAS | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| RESOLUCION EN ESCALA DE GRISES | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix | - |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 148X66X74 | 133X66X74 | 81X59X38 | 81X59X38 | 148X65X74 | 78X60X40 |
| PESO (kg) | 270 | 230 | 99 | 99 | 285 | 70 |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE PISO |

Tabla 4.8
Equipos de radiología
computada (CR) marca
Fujifilm, elaboración
propia.
(-) sin información.

La marca Fuji Film es una marca Japonesa, que posee 3 modelos de equipos con la capacidad de digitalizar radiografía y mamografía, estos son: Profect CS, Profect One y Capsula XL II. Entre estos el equipo Profect CS es el equipo que posee mayor rendimiento, es decir, entrega 103 placas de 14x17 por hora y tiene 4 bocas o entradas para ingresar los chasis de distintos tamaños.

Los CR Capsula X, FCR XG 5000, y PRIMA, son los equipos capaces de digitalizar rayos X. Todos los equipos de Fuji Film tienen la cualidad de posicionarse a nivel del piso, por las dimensiones y el peso de cada uno de los modelos. Además la resolución en escala de grises es de 12 bits/pix. El modelo Capsula XL II no cumple con la FDA en modalidad de Mamografía.

Los primeros tres equipos de la tabla, tienen la opción de columna total o de realizar imágenes digitales de la columna vertebral completa, el modelo Prima no cuenta con esta posibilidad.

EQUIPOS DE RADIOLOGÍA COMPUTARIZADA
MARCA KONICA MINOLTA

Equipos de
Radiología
médica digital
en Chile






| | REGIUS 210 | REGIUS 190 | REGIUS 110HQ | REGIUS110 | REGIUS SIGMA |
|---|---|--|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |
| MODALIDAD | RX & MAMO | RX & MAMO | RX & MAMO | RX | RX |
| CUMPLIMIENTO FDA | RX | RX | RX | RX | RX |
| POSIBILIDAD DE COLUMNA TOTAL | - | - | NO | NO | - |
| PLATE X HORA (14X17) | 95 | 90 | 60 | 76 | 45 |
| BOCAS | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| RESOLUCION EN ESCALA DE GRISES | 12 bits/pix | | 12 bits/pix | 12 bits/pix | 12 bits/pix |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 123X58X58 | 123X58X58 | 75X74X37 | 75X74X37 | 35X52X61 |
| PESO (kg) | 170 | 170 | 100 | 100 | 28 |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE PISO | DE MESA |

Tabla 4.9

Equipos de radiología
computada (CR) marca
Konica Minolta,
elaboración propia.
(-) sin información.

La marca Konica Minolta es una marca de origen Japonesa, posee 3 modelos de equipos con la capacidad de digitalizar radiografía y mamografía, estos son: Regius 210, Regius 190 y Regius 110HQ. Entre estos el equipo Regius 210 es el equipo que posee mayor rendimiento, es decir, entrega 95 placas de 14x17 por hora y tiene 2 bocas o entradas para ingresar los chasis de distintos tamaños. Los CR Regius 110 y Regius Sigma, son los equipos capaces de digitalizar rayos X. El equipo Regius Sigma pesa 28 kg y es el único equipo de mesa. Según la información extraída de los manuales, los equipos Regius 110HQ & Regius 110 no tienen la opción de columna total, es decir, de generar imágenes digitales de columna vertebral completa. No se tiene información de los otros modelos.

**EQUIPOS DE RADIOLOGÍA COMPUTARIZADA
MARCA INTERNATIONAL CLINICS**




| | CR-MAX | CR-ELITE | CR- CLASSIC |
|--|--|---|---|
| |  |  |  |
| MODALIDAD | RX | RX&MG | RX |
| POSIBILIDAD DE COLUMNA TOTAL | Sin información | Sin información | Sin información |
| PLATE X HORA (14X17) | 70 | 70 | 70 |
| BOCAS | 2 | 1 | 1 |
| RESOLUCION EN ESCALA DE GRISES | 16 bits/pix | 16 bits/pix | 16 bits/pix |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 114X59X31 | 59X112X31 | 59X112X31 |
| PESO (kg) | 99 | 35 | 35 |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE MESA | DE MESA |

Tabla 4.9.0
Equipos de radiología
computada (CR) marca
International Clinics,
elaboración propia.

La marca International Clinics es una marca de origen USA, poseen sólo 3 modelos de equipos, estos son: CR-Max, CR-Elite y CR-Classic. Entre los equipos el modelo CR-Elite es físicamente semejante al CR-Max el mismo peso y dimensiones; varían en el color y porque CR-Elite tiene la modalidad de mamografía.

Todos los equipos tienen un rendimiento de 70 placas de 14x17 por hora y una resolución en escala de grises de 16 bits/ pix. El equipo CR-Max es mucho más pesado 99 kg y las dimensiones son mayores, por esto se debe posicionar a nivel del piso. Los equipos más conocidos en el mercado son CR-Elite y CR-Classic.

Equipos de
Radiología
médica digital
en Chile

IMPRESORAS
MARCA CARESTREAM (Kodak)

49

| | DRYVIEW 5950 | DRYVIEW 6850 | DRYVIEW 5700 | CHROMA |
|---|---|---|---|--|
| |  |  |  |  |
| MODALIDAD | RX&MG | RX&MG | RX | RX |
| TECNOLOGIA | LASER (FILM) | LASER (FILM) | LASER (FILM) | INK JET (FILM & PAPEL) |
| PRODUCTIVIDAD | 70 | 160 | 45 | 50 paper prints/hour & 30 film prints/hour |
| CONECTIVIDAD | RED DICOM ABIERTA | RED DICOM ABIERTA | RED DICOM ABIERTA | RED DICOM ABIERTA |
| RESOLUCION | 508ppi | 650ppi | 325ppi | 360ppi |
| BANDEJAS | 1 | 3 | 1 | 1 |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 75,6X62,6X64,9 | 115X74X64 | 47X61X66 | 41X86X77 |
| PESO (kg) | 79 | 267 | 54 | 52 |
| TAMAÑOS DE IMPRESIÓN | DVB 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14),35x35(14X14)(pedido especial), 35x43(14X17)&DVM | DVB 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14),35x35(14X14)(pedido especial), 35x43(14X17)&DVM | DVB 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14),35x35(14X14)(pedido especial), 35x43(14X17) | 8X10, 10X12,11X14,14X14,14X17 (film) - A3 (11.7 x 16.5 in) A (8.5 x 11 in) (Papel Glossy & Matte) - 11 in x 246 feet; sheets cut to A (8.5 x 11 in) (Papel Glossy /Roll- Matte / Roll) |
| UBICACIÓN | DE MESA | DE PISO | DE MESA | DE MESA |

Carestream posee 4 modelos de impresoras médicas con tecnología láser, entre estas se encuentra: Dryview 5950, Dryview 6850, Dryview 5700 y Chroma. DV-5950 & DV 6850 permiten imprimir imágenes de rayos X y mamografías las cuales requieren una mayor definición. Estos equipos funcionan con distintas placas DVB para rayos X y DVM para mamografía. DV 6850 es una de las impresoras más grandes y que tiene mayor productividad y bandejas. Existe además el modelo DV-5700 una impresora que sólo imprime rayos X, es más pequeña y tiene un máximo de productividad de 45 placas por hora. La impresora Chroma a diferencia de las otras imprime en papel y los tamaños de impresión son distintos.

Tabla 4.9.1

Impresoras de imágenes médicas digitales marca Carestream, elaboración propia.

**IMPRESORAS
MARCA AGFA**





| | DRYSTAR 5503 | DRYSTAR 5302 | DRYSTAR 5300 | DRYSTAR AXYS |
|--|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| MODALIDAD | MG&RX | RX | RX | MG&RX |
| TECNOLOGIA | TERMICA (FILM) | TERMICA (FILM) | TERMICA (FILM) | TERMICA (FILM) |
| PRODUCTIVIDAD | 100 | 75 | 70 | 100 |
| CONECTIVIDAD | RED DICOM 3.0 | RED DICOM 3.0 | RED DICOM 3.0 | RED DICOM 3.0 |
| RESOLUCION | 508 ppi | 320ppi | 320ppi | 508ppi |
| BANDEJAS | 3 | 2 | 1 | 2 |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 141X72X71,5 | 53,6X72,8X71,5 | 35X70X80 | 53,6X72,8X71,5 |
| PESO (kg) | 193 | 90 | 55 | 90 |
| TAMAÑOS DE IMPRESIÓN | DT2 B & DT2 C 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14),35x35(14X14), 35x43(14X17) &DT2 MAMO | DT2 B & DT2 C 20x25(8X10), 35x43(14X17) | DT2 B & DT2 C 20x25(8X10), 35x43(14X17) | DT2 B & DT2 C 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14),35x35(14X14), 35x43(14X17) &DT2 MAMO |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE MESA | DE MESA | DE MESA |

Tabla 4.9.2.

Impresoras de imágenes médicas digitales marca Agfa, elaboración propia.

Agfa posee 4 modelos de impresoras médicas de tecnología térmicas, estas son: Drystar 5503, Drystar 5302, Drystar 5300, Drystar Axys. Drystar 5503 & Drystar Axys permiten imprimir imágenes de rayos X y mamografías las cuales requieren una mayor definición. Estos equipos funcionan con distintas placas DT2 B & DT2 para rayos X y DT2 MAMO para mamografía. Drystar 5503 es una de las impresoras más grandes y la que tiene mayor productividad y bandejas, además es la única impresora con la cualidad de posicionar a nivel del piso, por su gran tamaño y peso.

Existen además dos impresoras que sólo imprimen rayos X, estas son: Drystar 5302 y Drystar 5300, son más pequeñas y tiene un máximo de productividad de 70 placas por hora aproximadamente, dependiendo del tamaño de la imagen.

**IMPRESORAS
MARCA FUJI FILM**

**Equipos de
Radiología
médica digital
en Chile**

51






| | DRYPIX SMART | DRYPIX LITE | DRYPIX PRIMA | DRYPIX PLUS | DRYPIX 7000 |
|--|---|--|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |
| MODALIDAD | MG&RX | RX | RX | MG&RX | MG&RX |
| TECNOLOGIA | LASER (FILM) | LASER (FILM) | LASER (FILM) | LASER (FILM) | LASER (FILM) |
| PRODUCTIVIDAD | 80 | 50 | 55 | 110 | 180 |
| CONECTIVIDAD | Red DICOM Propietaria, Especial | Red DICOM Propietaria, Especial | Red DICOM Propietaria, Especial | Red DICOM Propietaria, Especial | Red DICOM Propietaria, Especial |
| RESOLUCION | 508ppi | 300ppi | 254ppi | - | - |
| BANDEJAS | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 89X61X63 | 36,5X53X59 | 62X61X63 | 109X60X58,5 | 124X73,5X78 |
| PESO (kg) | 104 | 32 | 85 | 160 | 203 |
| TAMAÑOS DE IMPRESIÓN | DI - HL 35 x 43 (14 x17), 26 x 36, 25 x 30 (10 x12), 20 x 25 (8 x10) & DI -ML | DI - HL 35 x 43 (14 x17), 26 x 36, 25 x 30 (10 x12), 20 x 25 (8 x10) | DI - HL 35 x 43 (14 x17), 26 x 36, 25 x 30 (10 x12), 20 x 25 (8 x10) | DI - HL & DI-HLc 35 x 43 (14 x17), 26 x 36, 25 x 30 (10 x12), 20 x 25 (8 x10) & DI-ML | DI - HL & DI-HLc 35 x 43 (14 x17), 26 x 36, 25 x 30 (10 x12), 20 x 25 (8 x10) & DI-ML |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE MESA | DE MESA | DE PISO | DE PISO |

Tabla 4.9.3.
Impresoras de imágenes médicas digitales marca Fujifilm, elaboración propia.

Fuji Film posee 5 modelos de impresoras médicas de tecnología láser, estas son: Drypix Smart, Drypix Lite, Drypix Prima, Drypix Plus, Drypix 7000. Drypix Smart, Drypix Plus & Drypix 7000 permiten imprimir imágenes de rayos X y mamografías las cuales requieren una mayor definición. Estos equipos funcionan con distintas placas DI-HL para rayos X y DI-ML para mamografía. Drypix 7000 & Drypix Plus son las impresoras más grandes y las que tiene mayor productividad y bandejas, además tienen la cualidad de posicionarse a nivel del piso por su gran tamaño y peso.

Existen además dos impresoras que sólo imprimen rayos X, estas son: Drypix Lite & Drypix Prima, son más pequeñas y tiene un máximo de productividad de 50 placas por hora aproximadamente, dependiendo del tamaño de la imagen.

**IMPRESORAS
MARCA KONICA MINOLTA**





| | DRYPRO 873 | DRYPRO 793 | DRYPRO 832 HG | DRYPRO SIGMA |
|--|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| MODALIDAD | MG&RX | MG&RX | RX | RX |
| TECNOLOGIA | LASER (FILM) | LASER (FILM) | LASER (FILM) | LASER (FILM) |
| PRODUCTIVIDAD | 90 | 120 | 180(8X10) | 45 |
| CONECTIVIDAD | Requiere DICOM Print Server Externo | Requiere DICOM Print Server Externo | Requiere DICOM Print Server Externo | Requiere DICOM Print Server Externo |
| RESOLUCION | - | 580 ppi | 320ppi | - |
| BANDEJAS | 2 | 2 | 1 | 1 |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 115x59,8x58,5 | 142x64x68 | 57x60x58,5 | 46,3x59,7x64,9 |
| PESO (kg) | 152 | 255 | 95 | 54 |
| TAMAÑOS DE IMPRESIÓN | SD-Q 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14), 35x43(14X17) & SD-QM | SD-P 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14), 35x43(14X17) & SD -PM | SD-Q 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14), 35x43(14X17) | SD-Q 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14), 35x43(14X17) |
| UBICACIÓN | DE PISO | DE PISO | DE MESA | DE MESA |

Tabla 4.9.4.
Impresoras de imágenes médicas digitales marca Konica Minolta, elaboración propia.

Konica Minolta posee 4 modelos de impresoras médicas de tecnología láser, estas son: Drypro 873, Drypro 793, Drypro 832 HG, Drypro Sigma. Drypro 873 & Drypro 793 permiten imprimir imágenes de rayos X y mamografías las cuales requieren una mayor definición. Estos equipos funcionan con distintas placas SD-Q para rayos X y SD-M para mamografía, son las impresoras más grandes y la que tiene mayor productividad y bandejas, además tienen la cualidad de posicionarse a nivel del piso. Existen además dos impresoras que sólo imprimen rayos X, estas son: Drypro 793 & Drypro 832 HG, son equipos más pequeños que pueden ser posicionados sobre una mesa.

IMPRESORAS
MARCA SONY

Equipos de
Radiología
médica digital
en Chile




| | SONY UP DF-750 | SONY UP DF-550 | UP - D72XR |
|---|--|---|---|
| |  |  |  |
| MODALIDAD | MG&RX | RX | RX |
| TECNOLOGIA | TERMICA (FILM) | TERMICA (FILM) | TERMICA (FILM) |
| PRODUCTIVIDAD | 75 | 64 | 80 (8X10) |
| CONECTIVIDAD | - | DICOM 3.0 | - |
| RESOLUCION | 604ppp | 320ppi | 300ppi |
| BANDEJAS | 2 | 2 | 1 |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 31,6X60X68,6 | 25X60X68,6 | 21X43X41 |
| PESO (kg) | 65 | 63 | 15,5 |
| TAMAÑOS DE IMPRESIÓN | 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14), 35x43(14X17) | 20x25(8X10) , 25x30 (10X12),28x 35(11X14), 35x43(14X17) | 20x25(8X10) |
| UBICACIÓN | DE MESA | DE MESA | DE MESA |

Tabla 4.9.5.
Impresoras de imágenes médicas digitales marca Sony, elaboración propia.
(-) sin información

Sony posee 3 modelos de impresoras médicas de tecnología térmica, estas son: Sony UP DF-750, Sony UP DF-550, UP-D72XR. Todos los equipos son de Mesa, son equipos livianos y poseen 3 tamaños distintos de placas de impresión.

El modelo Sony UP DF-750, además de permitir la impresión de imágenes de rayos X, imprime imágenes de mamografía. Los otros modelos imprimen imágenes sólo de rayos X.

**IMPRESORAS
MARCA CODONICS**




| | HORIZON GS | HORIZON CI | HORIZON SF |
|--|--|---|---|
| |  |  |  |
| MODALIDAD | RX | RX | RX |
| TECNOLOGIA | TERMICA (FILM) & SUBLIMACION (PAPEL) | TERMICA (FILM) & SUBLIMACION (PAPEL) | TERMICA (FILM) & SUBLIMACION (PAPEL) |
| PRODUCTIVIDAD | 100 (XX) | 100 (XX) | 55 (XX) |
| CONECTIVIDAD | - | - | - |
| RESOLUCION | 320dpi | 320dpi | 320dpi |
| BANDEJAS | 3 | 3 | 3 |
| DIMENSIONES (ALTO- ANCHO- PROFUNDIDAD) (cm) | 37x52x61 | 37x52x61 | 37x52x61 |
| PESO (kg) | 30 | 30 | 30 |
| TAMAÑOS DE IMPRESIÓN | PAPEL GRAYSCALE (A, A4, 14X17) PELICULA (8X10, 14X17) | PAPEL GRAYSCALE (A, A4, 14X17) PAPEL COLOR (A, A4) PELICULA (8X10, 14X17) | PAPEL GRAYSCALE (A, A4) PAPEL COLOR (A, A4) PELICULA (8X10) |
| UBICACIÓN | DE MESA | DE MESA | DE MESA |

Tabla 4.9.6.
Impresoras de imágenes médicas digitales marca Codonics, elaboración propia. (-) sin información

Codonics posee 3 modelos de impresoras médicas de tecnología térmica y sublimación, estas son: Horizon GS, Horizon CI, Horizon SF. Todos los equipos son de Mesa, son equipos livianos y trabajan con papel y placas de solo 2 tamaños (8x10- 14x17).

SOFTWARE DISTINTAS MARCAS

Equipos de Radiología médica digital en Chile

| | CARESTREAM | FUJI | KONICA | AGFA | - | CARESTREAM |
|---|-------------------|------------------|------------------|----------------|---------------|------------------|
| | IMAGE SUITE V3 | FCR VIEW | IMAGE PILOT | NX WORKSTATION | A & P EXAMION | GENESIS OMNI VUE |
| # DE CLIENTES CONCURRENTES | 8 | 4 | 7 | 7 | 6 | 8 |
| PANTALLA TACTIL SUPPORT | NUEVO | SI | SI | SI | SI | NO |
| MONITORES MULTIPLES | SI | NO | NO | NO | NO | SI |
| INTEGRACION VIA HL7 | SI | NO | OPCIONAL | NO | SI | NO |
| DICOM PRINT | SI | OPCIONAL | OPCIONAL | OPCIONAL | SI | SI |
| DICOM STORE SCP | CR/DR, MR, CT ... | SOLO ULTRASONIDO | SOLO ULTRASONIDO | NO | NO | CR/DR, MR CT.. |
| ARCHIVO DE ALMACENAMIENTO (CD/DVD, USB, INTERNAL) | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| GUIAS DE POSICIONAMIENTO | NUEVO | NO | NO | NO | SI | NO |
| INFORME DE HERRAMIENTA DE ESCRITURA | OPCIONAL | NO | OPCIONAL | NO | NO | OPCIONAL |
| RECHAZO DE ANÁLISIS | SI | - | - | OPCIONAL | NO | NO |
| TELERAD SUPPORT | NO | NO | NO | SI | NO | OPCIONAL |
| MAMMO SUPPORT | OUS | SI | NO | SI | OUS | OUS |
| LLI (COLUMNA COMPLETA) SUPPORT | OPCIONAL | NO | NO | OPCIONAL | OPCIONAL | OPCIONAL |
| MANUAL STITCH EDITOR | NUEVO | - | - | - | NO | SI |
| HERRAMIENTAS QUIROPRACTICAS | OPCIONAL | NO | NO | NO | NO | OPCIONAL |
| APLICACIÓN PARA VETERINARIA | OPCIONAL | OPCIONAL | OPCIONAL | OPCIONAL | SI | NO |
| HERRAMIENTAS DE MEDIDA PARA VETERINARIA | NUEVO | NO | NO | NO | SI | NO |
| DICOM VETERINARIA TAGS | NUEVO | SI | SI | SI | SI | NO |

Tabla 4.9.7. Software de distintas marcas, elaboración propia. (-) sin información

En esta tabla se observan los distintos sistemas de procesamiento y manipulación de las imágenes médicas con los que cuentan los proveedores estudiados en este trabajo. Carestream permite que 8 clientes ingresen de forma concurrente a la aplicación sin problemas, es decir, pueden estar trabajando 8 personas al mismo tiempo en distintos puntos. Fuji permite que ingresen sólo 4 personas. En general todas las empresas manejan lo básico para poder trabajar con las imágenes, han ido incorporando en su cartera de productos nuevas licencias y módulos de trabajo para ofrecer al cliente. Todos estos puntos de comparación permiten tener una idea de lo que se puede lograr con el software, siendo cada día más importante la integración vía HL7, la impresión en formato DICOM, almacenamiento DICOM, capacidad de poder guardad en CD/DVD, USB o de forma interna, soporte para mamografía, opción de manejar columna completa, herramientas quiroprácticas, aplicación para veterinaria, herramientas de mediciones veterinarias, editar pegado de imagen, etiquetas Dicom para veterinaria.

4.2.3 Análisis técnico de equipos de Radiología Digital Directa (DR)

El flujo de toma de exámen de esta tecnología es similar al del CR, con la diferencia de que este Chasis utiliza otro tipo de tecnología y no es necesario llevarlo a un lector para que entregue la imagen digital, sino que entrega la imagen vía wifi o por cable dependiendo de la marca, eliminando el paso en que el tecnólogo se dirige al detector (CR) e insertar el cassette para que la imagen latente se transforme a digital como en la radiología computada. Esto permite estar en distintas salas trabajando.

| PRINCIPALES CONSIDERACIONES TÉCNICAS- DETECTORES |
|--|
| Cantidad de exposiciones /bat |
| Cable para backup |
| Tamaño detector |
| Active Image Área |
| Tipo centellador |
| Pixel Fill factor |
| Conversión a/d |
| Pixel pitch (μm) |
| Peso con batería |
| Tiempo de batería incluido standby |
| Previsualización imagen |
| Banda de frecuencia |







Existen 2 tipos de detectores:

- **Flat Panel o Panel Plano:**
Este tipo de tecnología la poseen los siguientes proveedores: Carestream, Agfa, Fuji, Konica, Philips, Canon, Siemens, General Electric (GE), Toshiba, etc. Sin embargo en este trabajo se analizaran los primeros seis proveedores.
- **CCD:**
Este tipo de tecnología es entregada por los siguientes proveedores: DXRAD, SWISSRAY, IMIX, IDC. No fueron estudiados por la escasa información que existe de su cartera de productos.

COMPARACIÓN DE “DETECTORES FLAT PANEL”

Equipos de Radiología médica digital en Chile

Tabla 4.9.8. Detectores de distintas empresas.

| | CARESTREAM DRX-1 | AGFA DX-D 30C | FUJI D-EVO | KONICA AERO DR | PHILIPS DIGITAL DIAGNOST | CANON CXDI-70C |
|-------------------------------------|---|--|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |
| CANTIDAD DE EXPOSICIONES /BAT | 190 | 800 | CON CABLE | 120 | 200 | 140 |
| CABLE PARA BACKUP | SI | SI (DX-D20) | SI (SIEMPRE) | SI | SE CARGA TODO EL DETECTOR | SI |
| TAMAÑO DETECTOR | ISO 4090 35X43CM | ISO 4090 35X43CM | 38.4X46.0CM | ISO 4090 35X43CM | ISO 4090 35X43CM | ISO 4090 35X43CM |
| ACTIVE IMAGE AREA | 2544X3056 PIXELS | 3408X2800 PIXELS | 2304X2880 PIXELS | 1,996X2,434 PIXELS | 3000X2372 PIXELS | 3408X2800 PIXELS |
| TIPO CENTELLADOR | GoS o CsI | GoS o CsI | GoS | CsI | CsI | CsI |
| PIXEL FILL FACTOR | 100% | 100% | ISS METHOD | - | - | - |
| CONVERSION A/D | 14 BITS | 14 BITS | 16 BITS | 12 BITS | 16 BITS | 14 BITS |
| PIXEL PITCH (um) | 139 | 125 | 150 | 175 | 144 | 125 |
| PESO CON BATERÍA | 3,8KG | 3,4 KG | 2,8 KG | 2,9 KG | 4,7 KG | 3,4 KG |
| TIEMPO DE BATERÍA, INCLUIDO STANDBY | 14 DIAS EN SLEEP MODE | - | CON CABLE | 2 HRS | 2 HRS | 6,5 HRS |
| PREVISUALIZACIÓN IMAGEN | 6 SEC | 3-6 SEC | 3 SEC | 3 SEC | 3-6 SEC | 3-5 SEC |
| BANDA DE FRECUENCIA | 5GHZ | 2,4GHZ | CON CALBE | 802.11a | 802.11a/g | 2,4 GHz |

Los detectores poseen 2 tipos de centelladores: GoS (Oxisulfuro de gadolinio), CsI (Yoduro de Cesio), hay de distintos tamaños, distintos pesos, y la duración de la batería depende de cada marca, igual que el tiempo que demora en la previsualización de la imagen. Existen detectores que funcionan con cable de red y otros por Wireless lo que le da más libertad y facilita el uso.

4.3 Módulo 3: Análisis económico de los equipos de radiología digital existentes en Chile

Como resultado de la búsqueda de información económica mediante solicitudes de propuestas económicas vía mail a algunos distribuidores y por la plataforma mercado público se obtuvieron algunos valores. El valor entregado es estimativo ya que varía de acuerdo a lo que se quiera incluir y la modalidad que se quiera incorporar, es decir, para mamografía o radiografía.

Los equipos se pueden obtener en comodato, arriendo, leasing, etc. Esto depende de la empresa que vaya a realizar la venta. La mayoría de las empresas proveedoras o distribuidores marginan sus productos en un 25% o más al sector privado, es decir, si el precio de costo es \$1.000.000, el precio de venta marginado sería \$1.333.333, sin embargo en el sector público pueden bajar el margen a un 20% o un poco menos. Es por esto que siempre es necesario e importante negociar.





4.3.1 Equipos de Radiología Computada CR:

Estos equipos generalmente son vendidos con chasis, estación de trabajo, una licencia básica de procesamiento de imágenes, una impresora en comodato, una UPS y aplicaciones. Sin embargo, se pueden incorporar otros elementos, o funciones como: licencias para más usuarios o programas, más chasis, RIS-PACS, o mini RIS-PACS, posibilidad de columna total, carros para transportar CR, mesa, silla, monitor diagnóstico, etc. Estas opciones dependen de la cartera de productos que entregue cada proveedor o distribuidor. A continuación se pueden observar los valores de algunos equipos:



CARESTREAM

| CR-MAX | CR-ELITE | CR- CLASSIC | CR VITA XE | CR-VITA | CR --VITA LE |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| U\$ 76.908- U\$ 86.021 | U\$57.587 - U\$66.087 | U\$ 46.324 - U\$57.202 | U\$ 27.337 | U\$ 24.863 | U\$ 22.950 |

AGFA

| CR- 85 X | DX-M | CR-35X | CR-30X |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| U\$ 95.290 app | U\$71.432 app | U\$ 61.200 app | U\$ 46.610 app |

INTERNATIONAL CLINICS

| CR-ELITE | CR- CLASSIC |
|---|---|
|  |  |
| U\$52.360 | U\$ 53.840 |

4.3.2 Equipos DR

Los equipos Digital Directo están sobre los 100 y 200 millones de peso aproximadamente, este valor varía de acuerdo a los accesorios o cartera de productos que manejan los proveedores y distribuidores. Solamente el detector tiene un valor superior a los 30 millones de pesos.

4.3.3 Insumos: Películas convencionales & Placas secas de impresión

Las marcas más dominantes en el mercado de películas convencionales y de placas secas de impresión son: AGFA, KODAK y FUJIFILM.

Estos potenciales proveedores manejan los precios en metros cuadrados, y cada modelo de película tiene un valor diferente por la calidad o por la estrategia comercial. En el sector público suelen ofrecer las películas más económicas y al sector privado las más caras, o dependiendo de los requisitos del cliente. Cada proveedor presenta estas placas en cajas de 100, 120, 150 (hojas o placas), etc., por esto se maneja el precio en metros cuadrado de placas y no por caja que es como se vende.

➤ *Películas Convencionales:*

Estas películas son utilizadas en la radiología análoga o convencional.

a) *Radiografía.*

La siguiente tabla 4.3 muestra el costo de las películas por metro cuadrado de las distintas marcas. Específicamente corresponden a las películas convencionales utilizadas para RADIOGRAFÍA. Se puede observar que Agfa tiene un modelo de película con mayor costo que es entregada al sector privado y en el sector público kodak (Carestream) entrega las películas con mayor costo.

| SECTOR | FUJI FILM | AGFA | KODAK |
|---------|------------------------------------|--|---------------------------------|
| PÚBLICO | US\$ 4,86 Modelo: HR-U30 | US\$ 5,05 Modelo: CPG U | US\$ 5,40 Modelo: MXG |
| PRIVADO | US\$ 4,86 Modelo: HR-U30 | US\$ 5,58 Modelo: CPG U Plus | US\$ 5,40 Modelo: MXG |

Tabla 4.3.
Costo de películas convencionales para radiografía.

b) *Mamografía:*

La siguiente tabla 4.4 muestra una Comparación de precios de insumos de películas mamográficas convencionales de las marcas más dominantes en el mercado chileno. Se aprecia que Agfa posee las películas más caras en mamografía tanto en el sector público como privado y Fujifilm posee las películas más económicas.

| SECTOR | FUJI FILM | AGFA | KODAK |
|---------|-----------------------------------|---|---|
| PÚBLICO | US\$ 10,58 Modelo: AD-M | US\$ 11,52 Modelo: HDR-C Plus | US\$ 11,17 Modelo: Min-R 200 Plus |
| PRIVADO | US\$ 10,58 Modelo: AD-M | US\$ 11,52 Modelo: HDR-C Plus | US\$ 11,17 Modelo: Min-R 200 Plus |

Tabla 4.4.
Costo de películas convencionales para mamografía.

➤ *Placas de impresión de imágenes digitales*

Estas placas en comparación con las películas convencionales al ser placas de impresión, tienen un costo un poco más elevado, sin embargo, es posible dar la orden de que en una placa se imprima más de una imagen médica, lo que reduce los costos. Esto es imposible de realizar en la radiología convencional.

La siguiente tabla 4.5 muestra los costos en metro cuadrado de las placas digitales de impresión, los costos y modelos son los mismos para el sector privado y público. En el caso de las placas de radiología y mamografía se destacan los productos kodak (carestream) ya que son los más caros en el mercado y fujifilm posee las placas más económicas.

| ESTUDIO | FUJI FILM | AGFA | KODAK |
|------------|--------------------|--------------------|------------------|
| RADIOLOGÍA | US\$ 8,26 DI-HL | US\$ 8,57 DT2B | US\$9,11 DVB |
| MAMOGRAFÍA | US\$ 9,12 DI-ML | US\$ 12,97 DT2B | US\$13,21 DVM |

Tabla 4.5.
Costo de placas de impresión de imágenes médicas digitales para radiografía y mamografía

En el Anexo 2, se muestra un cuadro con algunas licitaciones encontradas en el portal mercado público en los últimos 5 años, respecto a adquisiciones de equipos de radiología digital, para tener un conocimiento de la oferta económica de algunas empresas.

4.4 Módulo 4: Análisis comparativo de las distintas tecnologías de radiología digital.

| | | |
|--|---|---|
| <p>CR</p>  | <p>VHD CCD (DR)</p>  | <p>FLAT PANEL (DR)</p>  |
| <p>US\$ 50.000 - 150.000</p> | <p>US\$ 80.000 - 250.000</p> | <p>US\$ 300.000 - 500.000</p> |
| <p>Cassettes con Placas Fosforo</p> <p>Consumible Anual</p> <p>8 a 10 minutos/ estudio</p> <p>8 – 6 Estudio / Hora</p> <p>Elimina Repeticiones</p> <p>Fuji, Ag fa, Kodak, Konica, International Clinics</p> | <p>Detector Único</p> <p>4 a 5 min/ estudio.</p> <p>15 – 12 estudios/ hora.</p> <p>Elimina Repeticiones</p> <p>Ahorro en Impresión</p> <p>Mejora la Calidad de Atención</p> <p>DXRAD, SWISSRAY, IMIX, IDC.</p> | <p>Detector Único</p> <p>4 a 5 min/ estudio.</p> <p>15 – 12 estudios/ hora.</p> <p>Elimina Repeticiones</p> <p>Ahorro en Impresión</p> <p>Mejora la Calidad de Atención</p> <p>Phillips, Fuji, Ag fa, Canon, Carestream (Kodak), GE, Siemens, Toshiba,</p> |

4.4.1 Análisis de Calidad de Imagen.

Existen varios factores que son importantes para tener imágenes digitales confiables para el diagnóstico médico entre ellos se encuentra:

a. Resolución Espacial

62

Es la capacidad de distinguir visualmente un objeto, depende del tamaño de cada pixel (medido en micras). Cuanto más pixel/mm posea, más pequeña es la dimensión del pixel, por lo tanto mejor será la resolución espacial.

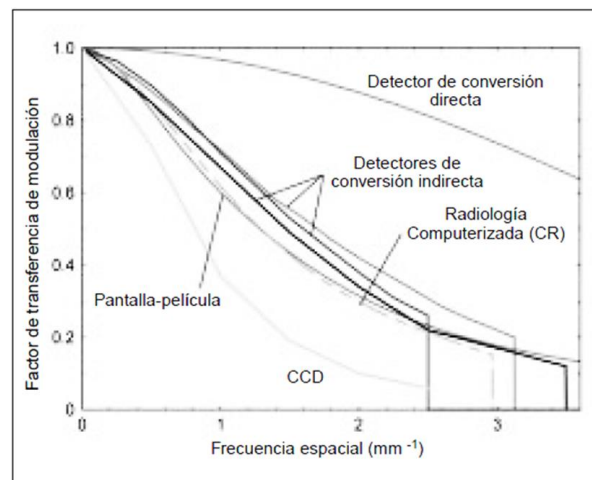
El conjunto de pixel va conformando la matriz de resolución (puntos horizontales x puntos verticales).

La resolución espacial de la imagen puede variar notablemente en función de las características físicas del detector.

La mejor medida de la resolución de imagen es la Función de **Transferencia de Modulación (MTF)** de muestreo previo.

Una frecuencia Nyquist y una MTF más elevadas permiten visualizar mejor los detalles y proporcionan la base para un mejor rendimiento de la imagen. Cuanto más fina sea la estructura, más alta será la resolución necesaria para conseguir una representación fiel de las imágenes.

Los equipos de radiología digital directa DR es superior al sistema CR, al sistema pantalla/película y a todos los sistemas digitales conocidos de detectores indirectos.



b. Resolución de Contraste

Es la capacidad de diferenciar los objetos según su densidad (profundidad o niveles de grises). Por ejemplo, si la imagen tiene 4096 niveles de grises, lo corresponde una densidad de 12 bit ($2^{12} = 4096$). Para los detectores de Rayos X de panel plano los niveles están entre los 4096 a 16384 (12 a 14 bits).

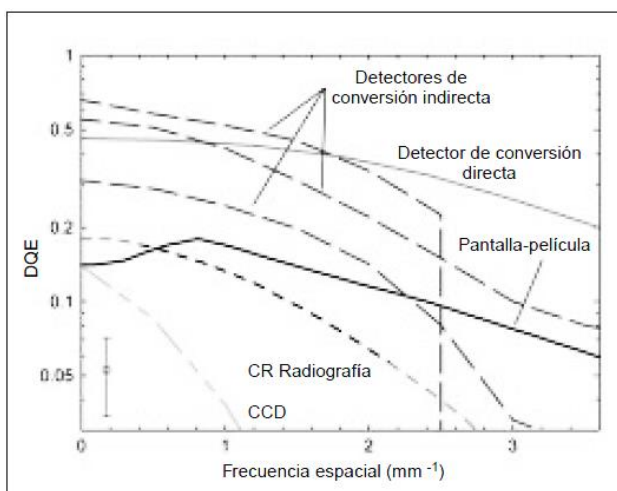
c. DQE (Detective Quantum Efficiency)

El DQE (Eficiencia en la detección de los fotones) es la mejor medición de tipo general que existe hoy día para el rendimiento de la calidad de imagen de un detector.

El DQE es la eficacia con la cual un detector capta la información presente en una exposición de Rayos -X.

La información disponible en cualquier imagen está limitada por el número finito de fotones de rayos X que inciden en el detector de imágenes, lo que a su vez está relacionado con la dosis de radiación.

Un sistema ideal de diagnóstico por imagen registra con precisión cada fotón de rayos X incidente y se caracteriza por un DQE del 100%. Los sistemas de imágenes reales tienen siempre un DQE inferior al 100% debido a la imposibilidad de captar todos los fotones de rayos X incidentes y a la existencia de fuentes de ruido internas. Los detectores de Panel Plano y los CCD tienen mejor DQE que los digitalizadores CR.



Comparación de los 3 tipos de tecnologías DR existentes actualmente.

| | Dispositivo de Cargas eléctricas Acopladas (CCD) | Detector de Panel Plano Indirecto (Csl o GoS) | | Detector de Panel Plano Directo |
|-------------|---|---|---|---|
| | | Yoduro de Cesio (CsI) | Oxisulfuro de Gadolino (GoS) | Paneles de Selenio |
| Ventajas | Tiempo de procesamiento muy corto, relativamente Bajo. | Excelente calidad de imagen, la dosis más baja de rayos X, una excelente opción para la radiografía del esqueleto. | Menor costo que CSI, una calidad de imagen de CR, bueno para las imágenes de tejidos óseos y blandos. | Excelente calidad de imagen, fácil de adaptar en mesas de rayos X existentes. |
| Desventajas | Mayor dosis de rayos X, la calidad de imagen es buena pero no óptima, la tecnología es más antigua. | Requiere a menudo una adaptación posterior para la colocación de equipos rayos X existentes, más difícil de mover, mayor costo. | Requiere más que la dosis de radiación panel de CSI para la misma calidad de imagen. | Relativamente alto costo. |

4.4.2 Consideraciones para la compra.

Para realizar un análisis exhaustivo del tipo de tecnología a adquirir, se puede hacer un estudio de costo/beneficio:

Esto involucra realizar el cálculo de los siguientes aspectos:

ESCENARIO ACTUAL: Si ya se cuenta con Sala de Radiología Convencional

- *Cálculo de ingresos:*
 - Calcular la cantidad de exámenes multiplicado por su valor comercial.
 - Calcular el total de cada tipo de exámenes estimados por mes y por año.
 - Identificar el horario de trabajo del servicio de imagenología. Separar los exámenes de acuerdo a si corresponde a urgencia, atención cerrada, abierta, etc.
 - Considerar el total de exámenes realizados en un horario continuo de trabajo, correspondiente a los pacientes hospitalizados (atención cerrada), atención abierta y pacientes de urgencia.
 - Esta información se puede completar revisando las órdenes de examen.

- Considerar que todos los pacientes pertenecen al fondo nacional de salud (FONASA), el cual trabaja en un nivel 1 para hospitales públicos y que todos los exámenes son pagados de alguna forma.
- *Cálculo de inversión Radiología Convencional*
 - Conocer el costo de todos los equipos, accesorios etc. Que se compraron para hacer funcionar la sala de radiología convencional. (año adquisición)
 - Adquisición de equipos de Rayos
 - Reveladora
 - Negatoscopio
 - Chassis
 - Marcador de Nombres
 - Adquisición de lámpara para luz de seguridad de sala de revelado
 - Otros.
- *Cálculo de costos fijos:*
 - Mano de Obra, definir el costo del profesional por hora. Haberes x hora.
 - Servicio de decantación.
 - Agua: definir el horario de trabajo, realizar un estimativo por cada unidad del servicio de imagenología (scanner, ecografía, mamografía, sala para estudios digestivos, sala de revelado, sanitarios, rayos x etc.)
 - Electricidad: Contemplar el total de consumo eléctrico que proviene de los disparos realizados durante la toma de radiografía.
 - Lavandería. La obtención del total de costos por concepto de lavandería es similar al método de cálculo de costos por concepto de agua.

Se debe extrapolar el valor total de dinero desembolsado en cada uno de estos puntos, según la sumatoria de exámenes realizados en el año.

- *Cálculo de costos variables*
 - Placas para rayos X convencional. Costo aproximado por concepto de placas de cada examen. (\$291). Luego se multiplica por el total anual de exámenes.
 - Blocks de papel para la identificación del paciente: en este caso se considera el total estimado de radiografías efectuadas en el año.
 - Sobre para la entrega de placas: contemplar el total de cada tipo de examen con sus respectivos formatos de placas y sobres.
- *Cálculo de gastos generales*

Se define como gastos generales los siguientes elementos:

 - Luz roja de seguridad
 - Líquidos: Revelador y fijador.
 - Productos farmacéuticos
 - Artículos de oficina
 - Artículos de aseo
 - Insumos repuestos y accesorios computacionales
 - Gas para calefacción
 - Mantenimiento y reparación de maquinarias, equipos de producción y otros.

-
- *Confecciones de flujo de cajas.*
 - *Calculo del Van y TIR.*
 - *Extrapolar a un total de 10 años a modo de ejemplo.*

ESCENARIO 2: Implementación de un Sistema Digital CR

66

- *Cálculo de ingresos:*

Los ingresos son los mismos que en el escenario 1.

- *Cálculo de inversión*

- Implementación de un sistema RIS- PACS (optativo)
- Adquisición de equipos de rayos X convencional. Si es que se comienza desde cero, de lo contrario se mantienen los equipos que ya posea.
- Adquisición de un equipo digitalizador CR
- Adquisición de chasis para tecnología CR, 8x10, 10x12, 14x14, 14x17. En base a información entregada por las empresas el costo de chasis es de 2500 dólares aprox.
- Impresora láser, formatos dependiendo de la modalidad que se quiera implementar.
- Implementación de estación diagnóstica.
- Implementación de estaciones de trabajo.
- Licencias

- *Cálculo de costos fijos:*

- Mano de obra: Para efectuar el cálculo por concepto de mano de obra se debe considerar la cantidad de personas que en realidad “si” se necesitan en el Hospital, en el caso de que existiera un sistema de radiología digital, cualquiera sea éste. Considerando la misma cantidad de exámenes que en el “escenario actual”. El criterio de análisis debe ser similar al “escenario actual”.
- Electricidad: El valor de costo por concepto de electricidad aumentaría aproximadamente entre un 20% y 40% en el caso de que se implemente cualquier tipo de sistema digital (CR y /o Directo). Dentro de este análisis se debe incorporar el total de consumo eléctrico proveniente de los disparos realizados durante la toma de radiografías en el caso de que se implemente cualquier tipo de sistema de radiología digital.
- Agua: para efectuar el cálculo del costo por concepto de agua, se debe considerar la cantidad aproximada real que se utilizaría en el caso que se implementara algún tipo de sistema de radiología digital, y claramente éste valor sería menor que en el “escenario actual”, pues no existiría una sala de revelado, ya que las placas se imprimen con impresoras láser las cuales no necesitan agua para su revelado. Realizar método de extrapolación de la información.
- Lavandería. En el caso de que se implemente algún sistema de radiología digital, manteniendo un número similar de exámenes que en el “escenario actual”, el costo por

concepto de lavandería será claramente similar, por lo tanto no es necesario crear un sistema de análisis. Manteniendo el mismo valor.

▪ *Cálculo de costos variables*

Para radiología digital se considera:

- Placas para la impresión de radiografías digitales: primero que todo, debemos tener presente que las placas que se estarían imprimiendo son aquellas correspondientes solo al total de exámenes de atención abierta, o cerrada o urgencia. Al implementar un sistema RIS-PACS, dentro de la institución se podrá visualizar estas imágenes en otras dependencias de visualización, depende de la cantidad de licencias, que el hospital esté dispuesto a costear.
- Para la obtención del total de costos por concepto de placas de radiología digital, el primer paso es confeccionar una tabla. Bajo el supuesto de que se implemente un sistema digital en general, el cual incluye el total de placas según cada formato base al tipo de proyección realizada.
- Sobres: Debido a que en Radiología Digital se utiliza una placa por examen, el cálculo de sobres se estima en base al número y formatos de placas utilizadas bajo el supuesto que se realice solo un determinado tipo de examen por paciente.

▪ *Cálculo de gastos generales*

- Productos farmacéuticos,
- Artículos de oficina,
- Artículos de aseo
- Insumos, repuestos y accesorios computacionales
- CDs para respaldo de imágenes
- Gas para calefacción
- Mantenimiento y reparación de maquinarias, equipos de producción y otros.
- Mantenimiento de equipos con radiología digital: régimen de visitas preventivas.

ESCENARIO 3: Implementación de un Sistema Digital Directo

▪ *Cálculo de Ingresos*

Los ingresos son similares al escenario 2.

▪ *Cálculo de Inversión*

- Implementación de un sistema Ris- Pacs
- Adquisición de sistemas de digitalización directa de imágenes a través de paneles planos o CCD.
- Impresora láser si es que requiere respaldo.
- Estación diagnóstica.
- Estaciones remotas (estaciones de trabajo).
- Licencias

- *Cálculo de costos fijos*

Los costos fijos son similares al escenario 2

- *Cálculo de costos Variables*

En radiología digital directa los costos variables son mínimos y sólo si se quiere conectar una impresora para tener respaldo en placas de impresión.

- *Cálculo de gastos generales*

Los gastos generales son similares al escenario 2.

Es importante considerar el IPC y la depreciación.

Con todas las variables anteriormente señaladas se procede a realizar un flujo de caja para el cálculo de VAN y TIR, extrapolando a un total de 10 años con los distintos escenarios. Luego se procede a las respectivas comparaciones de sus TIR.

Los puntos que se deben considerar para la adquisición de un equipo de radiología digital dependen del escenario en que se encuentre:



Si se quiere adquirir un sistema de radiología digital desde cero, primero se debe ver la factibilidad técnica. Definir la “demanda de exámenes” que se va a tener aproximadamente, esto depende del destino del equipo: Urgencia, Atención Cerrada, Atención Abierta. La ubicación geográfica de la Institución, el tipo de examen que va a realizar (mamo –rayos X).

Si la demanda es alta y supera los 10.000 exámenes anuales lo más recomendable es comprar inmediatamente un equipo Digital Directo, que tienen un costo entre los 300.000 y 500.000 dólares en total. La inversión es alta pero son equipos con una alta productividad y no posee costos variables significativos.

Si esto supera lo presupuestado puede Adquirir un sistema más económico sólo para Rayos X: Equipo de Rayos X convencional (60.000 dólares) + digitalizador (CR) (60.000 dólares) = 120.000 dólares.



Si ya posee un equipo de Radiología Convencional y la demanda de exámenes es superior a 5000 exámenes anuales, se puede considerar rentable la adquisición de un equipo digitalizador (CR), este equipo se mueve entre los 50.000 y 150.000 dólares dependiendo de las características.

Si la demanda supera los 10.000 exámenes anuales un equipo de Radiología directa sería lo más indicado.



Si ya posee un sistema de Radiología Digital como un CR, la razón que justifica la compra de un equipo de Radiología Digital Directa, ya sea de Panel Plano o CCD, es que necesite aumentar la productividad por un gran aumento de la demanda de exámenes. Debido a que la inversión inicial es alta.

Considerar siempre lo siguiente:

- Demanda de exámenes
- Tipo de Exámen
- Factibilidad Técnica
- Costo del Equipo
- Costo de Instalación
- Costo de Mantenimiento
- Costo de Licencias
- Costo de Ris Pacs

5 DISCUSIÓN

La Radiología Digital, además de ser una nueva tecnología y una herramienta novedosa para los tecnólogos médicos, contribuye a mejorar la calidad de atención del paciente y mejora los procesos de atención como: Citación del paciente, realización de la exploración y emisión del informe. La digitalización de la imagen y la integración de los sistemas de información ha optimizado la gestión de un servicio de Radiología por su relevancia en la planificación, organización, operación, evaluación y mejora continua. Esto quiere decir que la incorporación de esta tecnología facilitará los procesos de acreditación, el cual es un tema de alta presión para todos los centros asistenciales y servicios de imagenología del país.

La tecnología de radiología digital, permitirá dar un gran paso en esta nueva era el mayor motivo este agiliza los procesos de atención y obtención del exámen y diagnóstico ya que reduce considerablemente el tiempo de atención.

Otra de las ventajas importantes de las radiografías digitales es que no se usan las placas radiológicas evitando la producción de desechos químicos que inevitablemente los laboratorios de radiología producían. Además las imágenes digitales requieren menos radiación para producir un contraste similar a las radiografías convencionales. Otras de las ventajas es la posibilidad de contar con una presentación inmediata del resultado, eliminando el costo del procesamiento de las placas.

Respecto al espacio físico utilizado por las distintas tecnologías, si bien la radiología digital evita el uso de cuarto oscuro, espacio para la colocación de chasis (en sistema de panel plano), espacio para el almacenaje de revelador y fijador, espacio para el almacenaje de chasis, etc., lo que implica un ahorro de espacio innegable, también utiliza espacios que antes no eran considerados, como por ejemplo el digitalizador de imágenes en el sistema CR. Aún así, la utilización de radiología digital en cuanto a espacio requerido, sobre todo la utilización de paneles planos implica un ahorro de espacio sin comparación con Radiología convencional.

La contaminación ambiental es menor en radiología digital con respecto a radiología convencional. El sólo hecho de que ya no se utiliza líquidos para el revelado de las placas hace innegable que la contaminación ambiental se evita, pues es un hecho real, que no todos los centros hospitalarios tienen sistema de decantación en orden.

El sistema de archivo de radiología digital es mucho más claro, expedito u rápido de obtener que el sistema de radiología convencional. El sistema Ris- Pacs y la digitalización de las imágenes hacen posible que se obtengan resultados en el orden de los segundos.

En radiología convencional sólo el proceso de obtener una imagen final, lo que implica toma de la radiografía, paro por cámara oscura y revelado, demora entre 15 y 20 minutos. Mientras que en radiología digital por paneles planos, la imagen es obtenida en segundos.

La imagen obtenida en radiología digital por sistema CR se demora un poco más que la de panel plano por el hecho de que se utiliza chasis al igual que en rad convencional, pero en ningún caso demorara lo mismos que en radiografía convencional, pues se evita todo el sistema de revelado húmedo y paso por el cuarto oscuro. En cuanto al sistema Ris-Pacs lo hace ventajoso sin ninguna duda por el hecho de que quien lo requiera puede visualizar imágenes, exámenes e historia del paciente en fracción de segundos y así evitar el engorroso trámite que implica buscar archivos en estantes, muebles, etc. Y peor aún, la pérdida de estos importantes documentos.

La tasa de repetición de exámenes es menor en radiología digital con respecto a radiología convencional. Una de las principales razones de repetición de exámenes es el mal posicionamiento del paciente. Repeticiones por mala elección de la técnica radiográfica ya no ocurren, pues la corrección de dichas técnicas se puede realizar en la misma estación de trabajo.

Respecto a la documentación, al comienzo de este proyecto se dificultó enormemente la obtención de la información .La información que existe sobre los costos es muy escuálida, lo que se comprende, pues la mayoría de las veces estos temas son confidenciales para las empresas distribuidoras de equipamiento médico.

Los datos fueron obtenidos en un comienzo por recopilación por entrevistas telefónicas, o vía mail, a través de éstas se comenzó el proceso de investigación para la corroboración de los resultados que se esperaban.

En Chile se desconocen estadísticas que señalen un catastro de equipos de radiología digital o un documento que permita proyectar cuantitativamente el porcentaje actualizado de digitalización, debido a que en el ámbito Público esta información no se encuentra disponible en forma centralizada sino que refiere a cada uno de los Servicios de Salud del País, los cuales son órganos públicos autónomos, descentralizados y con personalidad jurídica propia. Por esto la obtención de la información se realizó en gran parte por ley de transparencia, donde tienen un plazo de 30 días para responder, sin embargo, muchas veces las respuestas son para remitir a otra institución o persona, lo que genera que el proceso se extienda. A nivel privado esta información se encuentra reservada por cada centro médico, clínica, etc.

6 CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

- El estudio realizado en la zona norte y centro de Chile, permitió demostrar que aún existe una gran cantidad de centros que utilizan la radiología convencional por rayos

X en sus diagnósticos. Además se puede observar que en venta de CR las principales marcas son Carestream, Kodak y Fujifilm. La empresa International Clinics está entrando al mercado con CR de bajo costo.

- Respecto al análisis de los equipos se pudieron definir los aspectos técnicos más relevantes y compararlos para tener un conocimiento más específico de la diversidad de equipos que existen en el mercado, y la importancia de conocer la oferta a la hora de elegir con que equipo quedarse. Es importante conocer la resolución especial, la resolución en escala de grises y DQE para tener una visión de la calidad de imagen que entrega el equipo.
- El tipo de tecnología necesaria para cada institución de salud, depende de la dimensión del servicio de imagenología, de la demanda de exámenes, si será utilizado en urgencia, atención abierta o estación cerrada. Otro aspecto importante es si la institución ya cuenta con equipos convencionales o se quiere hacer una inversión desde cero.
- El sistema de radiología digital directa es una excelente opción si la demanda de exámenes es alta y si el presupuesto inicial también es alto ya que es una tecnología relativamente costosa pero mucho más optimizada. Esta tecnología reduce los costos variables, ya que elimina el chasis, elimina las placas. A largo plazo es una alternativa rentable y de alta productividad. Sin embargo, no hay que olvidar que el detector es muy costoso en caso de que se tenga que cambiar, y es muy costosa su degradación.
- La digitalización mediante CR, es menos costosa pero la calidad de imagen y productividad es inferior a la radiología digital directa (DR). Sin embargo ha sido una gran opción para las instituciones que ya cuentan con un equipo de radiología convencional. Debido a que se utiliza este equipo y sólo se incorpora el CR que incluye una estación de trabajo y una impresora. Esta tecnología elimina el uso de químicos, reveladora, placas, etc.
- Los equipos de radiología digital pueden ser integrados a una impresora de radiología médica. Este tipo de impresoras se caracteriza por tener una resolución mayor a las comunes, imprimen imágenes DICOM y distintas modalidades. Dependiendo de la demanda de examen existe una gran cantidad en el mercado con distinta productividad, con distinta tecnología; térmica, láser, sublimación. Existen modelos que cubren el mercado de placas, placas-papel y sólo papel.
- El costo de las placas de impresión de imágenes digitales tienen un costo superior a las placas de radiología convencional, pero el gasto es menor ya que se imprime una vez que ya se tiene certeza de que la imagen este correctamente tomada y procesada, además existe la opción que en una placa se imprima más de una imagen médica, lo que reduce los gastos.

- El software y licencias que entregan las distintas marcas son un punto importante a evaluar, ya que cada una tiene distintas aplicaciones para el procesamiento de las imágenes y no siempre están incorporadas en el precio del equipo.
- Es importante considerar no sólo el costo del equipo, sino que el costo en la creación de una red si es que la institución no cuenta con una, el costo en instalación, mantenimiento, licencias, Ris-Pacs (optativo), entre otros.

6.2. *Resumen de Contribuciones*

El presente trabajo ha permitido entregar información relevante para la decisión de compra, despliega la cartera de productos que poseen los principales proveedores de radiología digital, de la cual es posible conocer el mercado, tener referentes y discriminar cual es la mejor opción acorde a la situación actual de la institución que esté evaluando la adquisición.

Este documento da a conocer el posicionamiento de las principales marcas en el mercado, las características técnicas de las distintas tecnologías, los precios y valores; todo esto permite tener una noción del presupuesto con el que se debe contar para poder adquirir el equipo requerido y conocer cual entrega la mejor calidad de imagen.

Finalmente, realiza que la radiología digital es una tecnología que genera cambios dentro de una sala de radiología, ya que agiliza los procesos y elimina ciertos pasos para entregar una atención de mayor calidad.

6.3. *Alcance de las Contribuciones*

Este documento se enmarca en la información presente en la web y entregada por medio de entrevistas telefónicas referente a la oferta que existe en el mercado de la radiología digital, es una herramienta útil para tomar una buena decisión a la hora de adquirir un equipo, centrado especialmente en el sector público, utilizando el sector centro –norte para analizar la situación actual.

6.4. *Investigaciones Futuras*

En el dominio de la radiología digital, el presente trabajo entrega una pauta para poder realizar un futuro estudio de costo/beneficio a una institución de salud pública, con la finalidad de evaluar que alternativa es más rentable de acuerdo a las características de la misma. Con esto es posible levantar un proyecto para promover la digitalización de la radiología convencional de Hospitales u otras instituciones de salud. Abarcando principalmente los sectores más rurales para que pudiesen estar más conectados y obtener un diagnóstico más expedito y certero.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. (2013). El Salto de Röntgen de Würzburg a Santiago. *Revista Medica Clinica las Condes*, 24(1), 178-180.
- Bushong C., S. (2013). *Manual de Radiología para técnicos*. España: Elsevier 10° Edición.
- Cedyt. (2010). *Digital Directo e Indirecto*. Recuperado el 7 de Octubre de 2013, de Slideshare: <http://www.slideshare.net/natachab/presentacin-digital-directo-e-indirecto>
- Chevalier, M., & Torres, R. (2010). Mamografía Digital. *Revista Física Médica*, 11-26.
- El Blog de Moebius. (2011). *Kodak, George Eastman*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2013, de Blog de Moebius: <http://www.moebius-bcn.com/?p=836>
- EsSalud. (2008). *Boletín tecnológico evaluación de tecnologías en Salud*. Recuperado el 9 de Agosto de 2013, de EsSalud: <http://essalud.gob.pe/downloads/empresarial/salud/boltecno26.pdf>
- García B, C., & García P, D. (2006). Marie Curie, una gran científica, una gran mujer. *Revista Chilena de Radiología*, 12(3), 139-145.
- Glasser, O. (1993). *Wilhelm Conrad Röntgen and the Early History of the Roentgen Rays*. San Francisco, California: Norman Publishing.
- Guerrero A, M. (2010). Dinámica del Sector de las imágenes médicas en América Latina. *El Hospital*, 16-18.
- Guzmán D., J. (2013). *Rayos X "Historia"*. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de SlideShare: <http://www.slideshare.net/manolote88/rayos-x-historia>
- Hernando, I., & Torres, R. (2004). *Monográfico: Radiología Digital*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2013, de Conganat: http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_45.pdf
- Hopenhayn, M. (2013). *El Trabajo en la Encrucijada*. Recuperado el 4 de Mayo de 2013, de CEPAL: <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/dds/noticias/paginas/7/10677/P10677.xml&xsl=/dds/tpl/p18f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xsl>
- IAEA. (2013). *Radiografía digital y fluoroscopia digital*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2013, de International Atomic Energy Agency (IAEA): https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/1_Radiology/DigitalRadiography.htm
- ICRP. (2013). *About ICRP*. Recuperado el 8 de Junio de 2013, de <http://www.icrp.org/index.asp>

- Lopez G, M. (2008). Comportamiento del sector salud e imagenes diagnosticas en Amércia Latina. *El Hospital*, s4-s7.
- Organizacion Panamericana de la Salud. (2009). *Guía de Gestión e Incorporación de Tecnología, Radiología de Propósitos Generales*. La Habana: Ciencias Médicas.
- Patel, B. (2010). *Mobile Medical Apps*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de FDA / Center for Devices and Radiological Health: <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/%20NewsEvents/Work%20shopsConferences/UCM271893.pdf>
- Pymesur. (2011). *La Tercera Revolución Industrial será la convergencia de Internet y las Energías Renovables*. Recuperado el 2 de Agosto de 2013, de http://chile-renovables.blogspot.com/2011_12_14_archive.html
- Rodríguez A., M. (2004). *Importancia de la radiología digital en el diagnóstico de las enfermedades causantes de disfagia*. Recuperado el 2 de Junio de 2013, de Scielo, Revista cubana de medicina: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75232004000200002&script=sci_arttext
- Sandoval P, G. (2013). Minsal retrasa en un año el plazo para acreditación de hospitales. *La Tercera*, pág. 10.
- Strauszer F, T. (1994). *Comienzo de la Radiología en Chile*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de Sochradi: http://www.sochradi.cl/comienzo_radio.php
- Superintendencia de Salud. (2011). *Manual de estándar general de acreditación para prestadores institucionales destinados al otorgamiento de servicios de imagenología*. Recuperado el 1 de Agosto de 2013, de Supersalud: http://www.supersalud.gob.cl/documentacion/569/articles-7137_recurso_1.pdf
- Vaccaro, A. M. (2008). *Primera y Segunda Revolución Industrial*. Recuperado el 8 de Junio de 2013, de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/primera-segunda-revolucion-industrial/primera-segunda-revolucion-industrial2.shtml>
- Vergara Edwards, M. (2008). ¿Qué hará la radiología sin películas? *El Hospital*, s-7.
- Zuñiga, J. (2009). *Sistemas para archivo y comunicación de imágenes (PACS)*. Recuperado el 7 de Mayo de 2013, de Cenetec: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/41gt_PACS.pdf

Para facilitar el entendimiento de este documento, a continuación se definen una serie de términos principales que buscan contextualizar al lector:

| | |
|--|---|
| <i>Chassis o Cassette Radiográfico</i> | Es un soporte para la pantalla y para la película, tiene una cubierta frontal delgada, resistente y de bajo número atómico y además, una cubierta posterior de plomo para evitar radiación dispersa. |
| <i>CR</i> | Es una sigla en inglés que significa Computed Radiography (Radiografía Computada), una técnica de digitalización de imagen médica radiográfica. |
| <i>DR</i> | Es una sigla en inglés que significa Direct Radiography (Radiografía Directa), una tecnología de digitalización de imagen médica radiográfica de forma directa. |
| <i>Estación de Trabajo</i> | Las estaciones de trabajo o workstation se basen principalmente en un PC en que cada uno de sus componentes de mayor potencia y de mayor capacidad (RAMS, discos duros, monitores de alta resolución, etc.) que es un PC común y corriente. |
| <i>FPD</i> | Es una sigla en inglés que significa Flat Panel Detector (Detector de panel plano), utilizado en radiología directa. |
| <i>Pixel</i> | Abreviatura de “picture element” (elemento de imagen), el área más pequeña de una imagen que se representa en una imagen digital. Una imagen DR consta de una matriz de pixel que suele ser de varios miles de Pixel en cada dirección. |
| <i>Radiografía</i> | Es un una imagen obtenida por rayos X, con el fin de estudiar el cuerpo principalmente a nivel óseo. La imagen se obtiene como resultado de la interacción de los rayos X con el cuerpo humano el cual es captado por una placa convencional como imagen latente o una placa digital como imagen análoga, la cual al ser revelada o digitalizada según sea el caso, se obtiene como resultado la Imágen final como apoyo al diagnóstico de la patología que se requiera estudiar. |
| <i>TFD</i> | Es una sigla que deriva del inglés Thin Film Diode (Diodo de película o capa fina) |
| <i>TFT</i> | Es una sigla que deriva del inglés Thin Film Transistor (Transistor de película o capa fina o delgada). |
| <i>DQE</i> | Es una sigla que deriva del inglés Detective Quantum Efficiency (Eficiencia en la detección de los fotones) |

9 ANEXOS

9.1 ANEXO 1:

Lista de instituciones privadas utilizadas para el análisis actual de la implantación de la radiología por rayos X en el mercado privado.

76

XV Región

ARICA

- CLINICA ARICA
- HOSPITAL DE ARICA DR. JUAN NOE CREVANI
- CLINICA SAN JOSE
- SOCIEDAD MEDICA NELSON MAMANI LTDA
- SOMEDIN

I Región

TARAPACÁ

- CENTRO RADIOLOGICO COSTANERA
- RADIOLOGÍA PADILLA RODRIGUEZ
- CENTRO RADIOLOGICO TAMARUGAL
- CENTRO DE DIAGNOSTICO NORTE GRANDE

II Región

ANTOFAGASTA

- CLINICA ANTOFAGASTA
- CENTRO DIAGNOSTICO POR IMÁGENES BLANCO
- CENTRO MEDICO BAQUEDANO
- CLINICA LA PORTADA
- DIAGNOIMAGE
- MEGASALUD
- OSTEOTRAUMA
- CENTRO NACIONAL DEL CANCER (CONAC)
- CENTRO MEDICO NORTE
- CENTRO TRAUMATOLOGICO MET
- CLINICA CUMBRES DEL NORTE
- IST
- CENTRO MEDICO VILANCO
- CLÍNICA RADIOLÓGICA
- PREVENSAUD
- MUTUAL DE SEGURIDAD
- MEGASALUD
- CENTRO MEDICO OASIS
- DIAGNOSMED
- CLINICA EL LOA
- CENTRO DE LA FAMILIA EL LOA
- IST
- IMAGEN SALUD

III Región
ATACAMA

- CEDIMED
- CENTRO MEDICO Y DIAGNOSTICO ATACAMA
- INVERSIONES Y SERVICIOS MEDICOS COPIAPO
- CENTRO RADIOLOGICO VALLENAR (CIMAV)
- CENTRO MEDICO SAN AMBROSIO

IV Región
COQUIMBO

- COQUIMBO
- CEMCO
- IMÁGENES COQUIMBO
- CLINICA REGIONAL DE COQUIMBO
- CENTRO MEDICO LIMARI
- CENTRO RADIOLOGICO LA SERENA
- CLINICA EL ELQUI
- IMATEC
- IMATEC DOS
- INTEGRAMEDICA - LA SERENA
- MEGASALUD
- CENTRO MEDICO OSIS
- CENTRO RADIOLOGICO BIOMAGE

V Región
VALPARAÍSO

- DOCTOR JUAN BRAVO
- IST - VIÑA DEL MAR
- RESONANCIA IST
- SCANNER IST
- SONORAD -VIÑA DEL MAR
- MEGASALUD
- CLÍNICA VALPARAÍSO
- IST - VALPARAISO
- CEMEDINA
- BIOSALUD
- CENTRO MEDICO QUINTERO
- OBSTETRICIA Y NEUROLOGÍA ASOCIADOS
- DIAGNOMED
- CENTRO RADIOLOGICO LA LIGUA
- CEMEL
- ARXMED
- CLINICA LOS LEONES

- CEMICAL
- CLÍNICA EL ROBLE
- MOBABE
- CEMESCAN
- SOCIEDAD RADIOLOGICA PUDETO
- CENTRO TRAUMATOLOGICO QUILLOTA
- IMERAD
- PROMED
- CENTRO RESPIRATORIO INTEGRAL
- TODO ECO
- TODO MAMO
- MUTUAL DE SEGURIDAD
- CEMEDIAL
- SCANNER ACONCAGUA
- INVERSIONES MEDICAS FUNDADORES
- CLINICA RIO BLANCO
- CENTRO DE IMAGEN ECOGRAFICA
- INSTITUTO MEDICO SANTA CECILIA
- CM-RADIOLOGIA
- ESPECIALIDADES MEDICAS AUCO
- SOCIEDAD FP
- CENTRO MEDICO DEL VALLE
- SOCIEDAD FP PORTUS
- CONSUMED
- CENTRO RADIOLOGICO IMAGEN
- MARINA MEDICA
- CENTRO MEDICO CARABINEROS DE CHILE
- WATSON Y NAVARRETE
- MUTUAL DE SEGURIDAD
- ECODIAGNOSTICO
- CENCLIVAL
- EURO-HEALTH (RM Y SCANNER VALPARAISO)
- SEMEVAL
- COMIN
- TRAUMAMED
- CEMIN
- CLÍNICA REÑACA
- CENTRO RADIOLOGICO COUVE
- CENTRO MEDICO VIDA VIÑA
- CEGIN
- CENTRO MÉDICO COMÍN
- CENTRO MÉDICO SEMEFIC
- CENTROMED

- CLINICA CIUDAD DEL MAR
- CLÍNICA MIRAFLORES
- IDU SOLARI LTDA.
- TRAUMACEN
- CENTRO SALUD 18 DE SEPTIEMBRE
- ASOMEL
- CEDIVAL
- CONAC
- CAPREDENA
- SERVICIO MEDICINA PREVENTIVA I ZONA NAVAL
- CENTRO MÉDICO ASAD
- AMED QUILPUÉ
- CENTRO RADIOLÓGICO VAL
- CLÍNICA LOS CARRERA
- CLINICA SAN ANTONIO
- CLINICA SAN JULIAN
- CORPORACION DE SALUD ARAUCANA
- DAR SALUD
- SERMEDSALUD
- CENTROMED
- CENTRO MEDICO CLINICA REÑACA

9.2 ANEXO 2:

Lista de licitaciones de equipos de radiología

80

| LICITACION | R. SOCIAL | CIUDAD | DESCRIPCIÓN | EQUIPO | RESULTADO LICITACION | ESPECIFICACION PROVEEDOR | MONTO UNITARIO |
|-----------------|--|-----------------|--|------------------|---|--|------------------------|
| 1175-11628-LP08 | SERVICIO DE SALUD ARAUCANIA SUR | TEMUCO | CESFAM LABRANZA | DIGITALIZADOR CR | TECNOIMAGEN DE CHILE S.A. | Sistema de Digitalizacion de Imagenes Radiograficas FUJI. Capsula X, Japon. Synapse, USA. Ver anexos. | \$ 46.000.000 |
| 4420-57-LP09 | DIRECCION DE PREVISION DE CARABINEROS DE CHILE | SANTIAGO CENTRO | SERVICIO MEDICO DE DIPRECA | DIGITALIZADOR CR | DMED S A | Sistema Radiología Computada AGFA | \$ 85.200.000 |
| 1633-739-LP09 | SERVICIO DE SALUD ACONCAGUA | LOS ANDES | HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE LOS ANDES | DIGITALIZADOR CR | SOC DE INGENIERIA Y SERVICIOS HOGG Y SERRANO LIMITADA | Radiología Computarizada Marca Konica Minolta Modelo Regius 190 | \$ 34.550.000 |
| 1175-351-LP11 | SERVICIO DE SALUD ARAUCANIA SUR | TEMUCO | SERVICIO DE SALUD ARAUCANIA SUR | DIGITALIZADOR CR | INGENIERIA EN ELECTRONICA COMPUTACION Y MEDICINA S A | Sistema digitalizador de imagenes CR, marca Konica Minolta (Japon), modelo Image Pilot SIGMA 45 con mini Pacs e impresora laser de placas, doble formato, 25 meses de garantia | \$ 20.967.900 |
| 2109-202-LE12 | SERVICIO DE SALUD OCCIDENTE INSTITUTO TRAUMATOLOGICO DE SANTIAGO | SANTIAGO | INSTITUTO TRAUMATOLÓGICO | DIGITALIZADOR CR | ULTRAMED SPA | Sistema de Digitalización indirecto 3Disc FireCR, según datos adjuntos | \$ 12.750.000 |
| 1156-245-LP12 | SERVICIO DE SALUD VALPARAISO SAN ANTONIO | VALPARAÍSO | CONTRATO DE ARRIENDO EQUIPOS IMAGENOLOGÍA HCVB | DIGITALIZADOR CR | SOC DE INGENIERIA Y SERVICIOS HOGG Y SERRANO LIMITADA | Equipo Sistema de Radiología Computarizada CR Konica Minolta. Valor Cuota Mensual por período de 24 meses. NANO-R110 HQ. | \$5.204.588 (ARRIENDO) |

Equipos de
Radiología
médica digital
en Chile

81

| LICITACION | R. SOCIAL | CIUDAD | DESCRIPCIÓN | EQUIPO | RESULTADO LICITACION | ESPECIFICACION PROVEEDOR | MONTO UNITARIO |
|---------------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------------|---|---|----------------|
| 4305-10-LE13 | EJERCITO DE CHILE | PUNTA ARENAS | DEPARTAMENTO ANTARTICO DEL EJERCITO- DAE | DIGITALIZADOR CR | ULTRAMED SPA | Sistema Digitalizador CR marca 3DISC modelo FireCR20+ de acuerdo a información adjunta | \$ 15.995.000 |
| 1395-106-LE12 | SERVICIO DE SALUD COQUIMBO, HOSPITAL DE ILLAPEL | COQUIMBO | ADQUISICIÓN DE DIGITALIZADOR DE IMÁGENES CR | DIGITALIZADOR CR | INTERNATIONAL CLINICS | ICR-3600M | \$ 25.466.000 |
| 1175-615-LP07 | SERVICIO DE SALUD ARAUCANIA SUR | TEMUCO | HOSPITAL DR. HENRIQUEZ | DIGITALIZADOR CR MAMOGRAFÍA | TECNOIMAGEN DE CHILE S.A. | Propuesta Mamográfica Digital UO Grade y Portátil. | \$ 66.745.465 |
| 651098-19-LE13 | SERVICIO DE SALUD DE ARAUCO | LEBU, REGION DE BIO BIO BIO BIO | SERVICIO DE SALUD ARAUCO, EQUIPAMIENTO HOSPITAL DE CAÑETE. | DIGITALIZADOR CR MOMOGRAFIA | SISTEMAS INTEGRALES DE APOYO MEDICO Y COMPANIA LIMITADA | Sistema de Digitalización Completo Marca Agfa, Incluye Impresora. | \$ 24.372.375 |
| 1637-188-LP06 (línea 139) | SERVICIO DE SALUD DE IQUIQUE | IQUIQUE | ADQUISICION EQUIPAMIENTO MEDICO HOSPITAL ALTO HOSPICIO | EQUIPO OSTEOPULMONAR | INTERNATIONAL CLINICS | Rayos X Osteopulmonar | \$ 26.800.000 |
| 769-227-LP10 | SERVICIO DE SALUD DE ANTOFAGASTA, HOSPITAL DE MEJILLONES | ANTOFAGASTA | Prop. 123 ADQUISICION EQUIPO RAYOS X OSTEOPULMONAR | EQUIPO OSTEOPULMONAR | DATAMEDICA | Equipo de rayos x con generador de alta frecuencia de 50 Kw, con AEC y APR, mesa con elevación, Tubo de Rx de 300 KHU | \$ 33.193.277 |
| 5136-296-LP09 | FONDO HOSPITAL DE LA DIRECCION DE PREVISION DE CARABINEROS DE CHILE | SANTIAGO | Adquisición de un Equipo de Rayos X para Radiología Digital (DR) | SISTEMA DE DIGITALIZACIÓN DIRECTA | PHILIPS CHILENA S A | Equipo RX para radiología digital, modelo Digital Diagnost VM, marca Philips. | \$ 113.360.000 |
| 1398-65-LP13 | SERVICIO DE SALUD LIBERTADOR BDO OHIGGINS | RANCAGUA | HOSPITAL DE RANCAGUA | SISTEMA DE DIGITALIZACIÓN DIRECTA | SIEMENS SOCIEDAD ANONIMA | RX OSTEOPULMONAR SUSPENCIÓN AL TECHO DIGITAL Marca Siemens Modelo YSIO, 5 años de garantía, Origen Alemania | \$ 134.674.850 |
| 4420-45-LP09 | DIRECCION DE PREVISION DE CARABINEROS DE CHILE | SANTIAGO CENTRO | MEDICINA PREVENTIVA | SISTEMA DE DIGITALIZACIÓN DIRECTA CCD | COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS MEDICOS SOCIEDAD ANONIMA | Sistema digital CCD IDC X1600, estación de adquisición, estación diagnóstica, impresora seca y mesa móvil | \$ 124.879.832 |

