

Secretaría de Salud
Subsecretaría de Innovación y Calidad
Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud

Guía de Equipamiento
Unidad de Imaginología*

CENETEC
30 junio 2005
GE UI 02
V.02 VI.2005

*Cabe hacer mención que aunque el término comúnmente empleado para este servicio es Imagenología, el termino aceptado por la Real Academia de la Lengua Española es Imaginología

Presentación

La información contenida en las Guías de Equipamiento desarrolladas en el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) de la Secretaría de Salud, México, está organizada de manera que pueda ser consultada con facilidad y rapidez para responder dudas o preguntas que frecuentemente se planteará la persona que toma decisiones sobre el equipamiento de unidades específicas: ¿Qué finalidad tiene esta Unidad?, ¿Cuáles son las áreas y servicios de la unidad y que equipamiento médico lleva cada una? Consideraciones y recomendaciones para su puesta en operación, requerimientos de instalaciones y equipamiento especial, de personal técnico especializado para la operación del equipo, así como normatividad y referencia a las Guías Tecnológicas del CENETEC relacionadas con la unidad en cuestión.

Esta *Guía de Equipamiento* puede ser utilizada como auxiliar en la planeación y equipamiento de *unidades de Imaginología* localizadas en una unidad de tratamiento de tipo ambulatoria o en cualquier otro establecimiento de atención a la salud.

Es importante mencionar que estas guías tienen carácter informativo y no normativo.

Las decisiones sobre el equipamiento e infraestructura de las unidades de atención a la salud son responsabilidad de las autoridades médicas y administrativas competentes en cada caso particular, y deben cumplir con la normatividad vigente.

Nuestro especial agradecimiento a los miembros de las instituciones educativas, empresas, hospitales públicos y privados que participaron en la elaboración de esta guía.

Contenido

Presentación.....	2
Contenido.....	3
1 Unidad de Imaginología.....	4
1.1 Tipos de Servicio o Unidades de Imaginología.....	4
1.1.1 Centro de Imaginología General. Complejidad Tecnológica Grado 1 ¹	5
1.1.2 Centro de Especialidad Radiológica Básica. Complejidad Tecnológica Grado 2 ¹	5
1.1.3 Centro de Diagnóstico Radiológico altamente especializado. Complejidad Tecnológica Grado 3 ¹	5
1.1.4 Centro Nacional y Regional de Referencia Radiológica. Complejidad Tecnológica grado 4 ¹	5
2 Procedimientos diagnósticos y terapéuticos de la unidad.....	6
3 Consideraciones de dimensionamiento de la unidad.....	8
3.1 Indicadores para el dimensionamiento del servicio por cobertura de población.....	8
3.2 Recomendaciones y consideraciones que repercuten en el funcionamiento de la Unidad de Imaginología desde el punto de vista.....	9
3.2.1 Diseño y construcción.....	9
3.2.2 Áreas y equipos.....	10
3.2.3 Equipos digitales.....	11
4 Áreas.....	12
5 Equipo médico por área.....	13
6 Operación.....	16
6.1 Recursos humanos.....	16
6.1.1 Productividad de la Unidad o Servicio de Imaginología ³	16
6.1.2 Consumo de placas radiográficas y opciones de revelado para el caso de radiografía convencional o analógica.....	17
6.1.3 Consumo eléctrico.....	20
6.2 Alternativas de incorporación.....	20
7 Bibliografía	22
8 Anexo 1. Normatividad.....	23

1 Unidad de Imaginología

La Imaginología médica o diagnóstico por imagen es la rama de la medicina que trata del diagnóstico morfológico ya sea basado en imágenes obtenidas con radiaciones ionizantes y otras fuentes de energía, así como otros procedimientos diagnósticos y terapéuticos, cuya ejecución y control requiere el uso de dichas fuentes de energía. (OPS/OMS).

El diagnóstico por imágenes (Imaginología médica) no se limita a alguna etapa del proceso salud-enfermedad. Abarca desde la confirmación de ausencia de enfermedad, pasando por la prevención primaria (reducción o eliminación de riesgos), la prevención secundaria (diagnóstico oportuno) y terciaria (limitación del daño y de las secuelas). Todo lo anterior mediante tecnologías asociadas agrupadas bajo el concepto de "intervencionismo", pudiendo agregarse también una utilidad terapéutica indirecta; lo cual añade a la Imaginología médica una mayor versatilidad a su función básica del diagnóstico³.

La mayor parte de los servicios de Imaginología se encuentran concentrados en las grandes ciudades, mientras que en las áreas rurales y zonas marginadas el acceso a los servicios de Imaginología es limitado. Es común ver en estas unidades de Imaginología tanto que los equipos y recursos no son aprovechados con la eficiencia necesaria, como que en ciertos centros estas unidades se encuentran sobrecargadas con largas colas de pacientes esperando atención, que en muchos casos es recibida cuando ya no es oportuna³.

La obsolescencia tecnológica también se hace presente frecuentemente, generando una carga a la unidad hospitalaria ya que los espacios ocupados por equipos de baja eficiencia y así como problemas técnicos constantes hacen disminuir la calidad en la prestación del servicio. De hecho, una gran cantidad del equipo existente se encuentra en condiciones de no operabilidad o de operatividad parcial.

Esta guía de equipamiento pretende ser la herramienta auxiliar en el diseño de servicios o unidades de Imaginología ubicadas tanto dentro de unidades hospitalarias como externas a los mismos y contempla los siguientes servicios:

- Densitometría ósea
- Ecocardiografía
- Mastografía
- Medicina nuclear
- Radiografía computada (CR)
- Radiología convencional y fluoroscópica
- Radiología dental panorámica
- Resonancia magnética
- Sistemas de comunicación y archivo de imágenes (PACS, del inglés Picture Archiving and Communications System).
- Tomografía computarizada
- Ultrasonido diagnóstico

Mismos que se enlistan por orden alfabético y no por importancia o costo.

1.1 Tipos de Servicio o Unidades de Imaginología

El modelo presentado en esta guía considera toda la gama de desarrollos tecnológicos para el diagnóstico y tratamiento basados en la obtención de imágenes médicas con el fin de que, como se mencionó anteriormente, sirva como auxiliar en el diseño de estas unidades; sin embargo el grupo multidisciplinario responsable de la toma de decisiones debe tener claro cual o cuales son los problemas de salud que se esperan resolver. Desde el punto de vista de logística, se proponen cuatro tipos de Unidades de Imaginología², clasificación basada en la interacción que presenta la unidad con su entorno y administración:

- Integrada al hospital (área designada dentro de la institución).
- Autónoma controlada por el hospital (opera de forma independiente a otros departamentos).
- Unidad satélite del hospital (en otra localización pero se rige por el hospital).
- Unidad independiente (no constituye parte de otra institución de salud).

De acuerdo a las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de La Organización Mundial de la Salud (OMS), los centros de Imaginología pueden clasificarse de acuerdo al nivel de complejidad tecnológica que emplea:

1.1.1 Centro de Imaginología General. Complejidad Tecnológica Grado 1¹

Realiza estudios de radiología y de ultrasonido diagnóstico general. No requiere contar con un radiólogo de tiempo completo, pero el personal médico del establecimiento deberá estar entrenado en la interpretación de las imágenes que el sistema produzca; deberá tener fácil acceso a un radiólogo especialista, contar con personal técnico que esté entrenado en el uso y operación del equipo de rayos X y ultrasonido. Es deseable que tenga acceso a un físico de radiaciones o asesor especializado en seguridad radiológica. Este tipo de unidad idealmente puede atender a una población de 15,000 habitantes, sin embargo esto sólo es una sugerencia ya que en la práctica la población puede determinarse de acuerdo a las características de cada sistema de salud.

1.1.2 Centro de Especialidad Radiológica Básica. Complejidad Tecnológica Grado 2¹

Son centros de capacidad tecnológica intermedia. Se realizan estudios radiográficos que requieren el uso de medios de contraste o técnicas especializadas, como la mamografía (aún cuando la técnica y equipo son relativamente simples, su interpretación requiere entrenamiento especializado, estudios que requieren fluoroscopia, incluyendo angiografía básica y potencialmente, Angiografía de sustracción digital (DSA), tomografía computada, ultrasonido diagnóstico especializado, incluyendo Doppler, cuando sea posible. Estos centros deberán contar con el personal especialista en número apropiado de acuerdo al tamaño de la unidad y volumen de trabajo. Se requiere radiólogo de tiempo completo; podría atender a una población promedio de 200,000 habitantes.

1.1.3 Centro de Diagnóstico Radiológico altamente especializado. Complejidad Tecnológica Grado 3¹

Son centros con alto grado de complejidad tecnológica, realiza estudios radiográficos especiales, incluyendo mamografía, estudios radiológicos que emplean medios de contraste, procedimientos invasivos, Angiografía de sustracción digital (DSA), densitometría ósea, radiología intervencionista, ultrasonido diagnóstico terapéutico, incluyendo Doppler, resonancia magnética, tomografía computada. Estos centros requieren especialistas en radiología diagnóstica e intervencionista, o de preferencia, sub-especialistas en varios campos, como neuroradiología, radiología vascular, radiología pediátrica, etc. Su número variará de acuerdo al número de servicios establecidos y al volumen de estudios. El número de técnicos radiólogos es importante para la continuidad del servicio. Se requiere también de un físico médico o especialista en radiaciones de planta, así como de un ingeniero biomédico.

1.1.4 Centro Nacional y Regional de Referencia Radiológica. Complejidad tecnológica grado 4¹

En la mayoría de los casos, basta con hablar de tres niveles de estratificación de unidades de Imaginología, sin embargo, en países altamente poblados, con varios grandes centros urbanos que compiten con la capital, es deseable hablar de un cuarto nivel, la diferencia entre el nivel 3 y el 4 sería básicamente en algunas áreas específicas, en donde podría alcanzarse un nivel más alto de sofisticación, por ejemplo los sistemas PET con un ciclotrón in situ. Estos centros por lo general son instituciones altamente especializadas en uno o más campos de la radiología y sirven como centros de referencia. En estos centros es necesario considerar la complementariedad que debe existir entre los elementos de diagnóstico y tratamiento; debe considerarse que no tiene sentido establecer unidades de diagnóstico si cercanamente no existen las unidades para llevar a cabo los tratamientos adecuados.

NOTA: La Organización Panamericana de la Salud (OPS) y La Organización Mundial de la Salud (OMS), proponen que en los centros de complejidad tecnológica 2, 3 y 4 se incorpore tecnología para realizar estudios diagnósticos de medicina nuclear, estudios in vitro con radio-fármacos, técnicas usando anticuerpos monoclonales y SPECT; sin embargo, para los fines de esta guía, el CENETEC no considera la inclusión de los estudios referidos, pues es necesario realizar un estudio costo-beneficio para determinar la procedencia o no de su inclusión.

2 Procedimientos diagnósticos y terapéuticos de la unidad

Existe una gran variedad de procedimientos que se pueden realizar en una unidad de Imaginología, dependiendo de la tecnología y personal especializado del que se disponga. La siguiente tabla relaciona algunos de los procedimientos que ahí se realizan, no es limitativa.

<i>Procedimiento otorgado</i>	<i>Área de la unidad que ofrece el servicio</i>	<i>Catálogo CIE-10 o 9 según el caso</i>
Angiografía (tomografía)	Sala de tomografía computarizada	88.90
Angiografía, (resonancia magnética)	Sala de resonancia magnética	88.90
Artrografía	Sala de rayos X con fluoroscopia	88.32
Biopsia por aspiración con aguja fina	Sala de mastografía	85.11
Biopsia de aguja en mama guiada por ultrasonido	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	85.11
*Biopsia de mama estereotáxica	Sala de mastografía	85.11
Cistouretrografía	Sala de rayos X con fluoroscopia	57.39, 58.29
Densitometría ósea	Sala de densitometría ósea	88.98
*Embolización	Sala de rayos X con fluoroscopia	X892
*Embolización con bobinas	Sala de rayos X con fluoroscopia	X898
*Embolización de fibroma uterino	Sala de rayos X con fluoroscopia	X898
*Embolización con químicos o fármacos	Sala de rayos X con fluoroscopia	X899
Enema con Bario	Sala de rayos X con fluoroscopia	96.39, Y607
Mamografía	Sala de mastografía	87.37,R92

* Estos procedimientos eventualmente pueden requerir de hospitalización dentro de un hospital.

<i>Procedimiento otorgado</i>	<i>Área de la unidad que ofrece el servicio</i>	<i>Catálogo CIE-10 o 9 según el caso</i>
*Pielografía intravenoso	Sala de rayos X con fluoroscopia	87.73
*Procedimientos de acceso vascular	Sala de rayos X con fluoroscopia	T801
Rayos X de huesos	Sala de rayos X	88.21, 88.31, 88.33
Rayos X de tórax	Sala de rayos X de tórax	87.49
Rayos X del tracto superior gastrointestinal	Sala de rayos X con fluoroscopia	Y538
Resonancia magnética cardíaca	Sala de resonancia magnética	S/C
Resonancia magnética de cuerpo entero	Sala de resonancia magnética	S/C
Resonancia magnética funcional del cerebro	Sala de resonancia magnética	S/C
Resonancia magnética músculo esquelético	Sala de resonancia magnética	S/C
Tomografía abdominal	Sala de tomografía	S/C
Tomografía computada de cuerpo entero	Sala de tomografía	S/C
Tomografía computada pediátrica	Sala de tomografía con anestesia	S/C
Tomografía de cabeza	Sala de tomografía	S/C
Tomografía de senos paranasales	Sala de tomografía	S/C
Tomografía de oído medio	Sala de tomografía	S/C
Tomografía de columna vertebral	Sala de tomografía	S/C
Tomografía de tórax	Sala de tomografía	S/C
*Trombólisis radiológica	Sala de rayos X con fluoroscopia	S/C
Ultrasonido abdominal	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido abdominal pediátrico	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C

<i>Procedimiento otorgado</i>	<i>Area de la unidad que ofrece el servicio</i>	<i>Catálogo CIE-10 o 9 según el caso</i>
Ultrasonido de escroto	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido de pelvis	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido de abdomen	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C

* Estos procedimientos eventualmente pueden requerir de hospitalización dentro de un hospital.

<i>Procedimiento otorgado</i>	<i>Area de la unidad que ofrece el servicio</i>	<i>Catálogo CIE-10 o 9 según el caso</i>
Ultrasonido de próstata	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido ginecoobstetrico	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido cardiaco	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido de mama	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido general	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido músculo esquelético	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Ultrasonido obstétrico	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	Z363, Z364, Z368, Z369
Ultrasonido vascular doppler	Sala de ultrasonido y ecocardiografía	S/C
Vertebroplastía	Sala de rayos X con fluoroscopia	S/C

3 Consideraciones de dimensionamiento de la unidad

No existe un modelo general que se pueda adoptar a todas las poblaciones y sus necesidades de salud. La epidemiología y sus instrumentos nos indicarán, de acuerdo a la morbilidad y mortalidad de cada población, cuales son los servicios adecuados para responder a sus necesidades.

La mejor aproximación para lograrlo consiste en la estratificación de los servicios de salud por Niveles de Atención y con ello encontrar los padecimientos que para dicho nivel tengan que ser diagnosticados de acuerdo a las tendencias y demanda, pero es indispensable que junto con la demanda de diagnóstico exista en la misma localidad de acuerdo a sus recursos la capacidad resolutive local logrando un tratamiento oportuno, de no ser así se tendrá que referenciar al paciente al próximo nivel de atención.

El número de salas propuestas puede variar dependiendo de la población a la cual se pretenda dar cobertura. Sin embargo, debe considerarse que este tipo de unidades deberá contar con una cobertura de servicios de por lo menos dos turnos laborales para que exista una productividad real que justifique esta inversión.

3.1 Indicadores para el dimensionamiento del servicio por cobertura de población

No existe una disposición oficial para la determinación de las dimensiones de una Unidad de Imaginología. Básicamente el dimensionamiento de la unidad de Imaginología se planeará siguiendo uno de dos criterios bien definidos (Barkin, Dirección de Hospitales, Séptima Edición):

1. Tener todos los equipos radiológicos y de imagen para realizar cualquier tipo de estudio.
2. Tener sólo el equipo radiológico y de imagen necesario para resolver los problemas clínicos que puedan ser atendidos en la localidad.

Para el primer caso, en el que la unidad sea capaz de realizar cualquier estudio, deberá considerarse que el servicio tendrá que contar con el equipo y el personal para atender aun casos poco frecuentes. Este tipo de unidad resulta ideal para lugares donde se concentre la demanda de diversas localidades o de una región dada que no cuentan con este tipo de espacio.

El segundo criterio, atiende los problemas propios de la localidad donde se ubica, evidentemente es una solución más económica, pero requiere que previamente se haya realizado un estudio detallado de la epidemiología de la localidad.

Algunos datos básicos a considerar son:

- Tamaño de la población que se atenderá, señalando número de personas por sexo y por edad; este punto es importante pues dependiendo los rangos de edades varían las necesidades específicas de diagnóstico.
- Conocer la morbilidad local o regional, ya que puede producir una demanda de exámenes radiológicos diferentes en dos poblaciones del mismo tamaño.

Las tendencias a nivel Latinoamérica indican un aumento en la frecuencia de todo tipo de exámenes radiológicos (UNSCEAR reporte 1993, referido por OPS).

Se detecta una disminución en la toma de rayos X de tórax debido a la disminución de las campañas de tamizaje masivo para tuberculosis pulmonar.

Los mayores aumentos se dan en el uso de Tomografía Computarizada, rayos X de cráneo y abdomen.

La mamografía ha mostrado un gran incremento ya que es el único método reconocido para el diagnóstico temprano del cáncer mamario.

El número de estudios de rayos X de miembros, columna vertebral, tracto digestivo, así como colecistografías y urografías había permanecido constante hasta 1993, pero es probable que los estudios de tracto digestivo vayan disminuyendo debido al auge de las nuevas técnicas endoscópicas.

Ha habido un aumento del uso del ultrasonido para el diagnóstico abdominal lo que ha permitido un uso más racional de los estudios radiológicos simples.

En niños los estudio radiológicos más frecuentes son; rayos X de tórax, miembros, cráneo, pelvis, cadera, abdomen y urografía.

Para dimensionar las Unidades de Imaginología nos debemos enfocar en el nivel de atención y los problemas que se intentan resolver en él. A continuación se nombran estos niveles y algunas actividades que realizan cada uno de ellos:

Nivel 1

- Diagnóstico y tratamiento de procesamientos sencillos.
- Seguimiento de casos referidos.
- Promoción de saneamiento y mejoramiento del ambiente.

Nivel 2

- Restauración de la salud atendiendo daños poco frecuentes y de mediana complejidad.
- Los servicios se otorgan a pacientes derivados del primer nivel y a los que se presentan espontáneamente con urgencias médicas o quirúrgicas.
- Control sanitario de la contaminación ambiental con apoyo de laboratorio.

Nivel 3

- Restauración y rehabilitación de la salud a usuarios con padecimientos de alta complejidad de diagnóstico y tratamiento que han sido referidos por los otros dos niveles de atención.
- Se ejercen acciones normativas y de seguimiento de la contaminación que requiere tecnología especializada.
- Este nivel, representa el nivel central relativo a la administración y Normatividad.

Nivel 4.

- Incluye diagnóstico y tratamiento de enfermedades poco frecuentes y enfermedades no resueltas en los niveles previos de atención.
- Atiende investigaciones médicas para solucionar problemas con la ayuda de tecnología avanzada.

Es importante anotar que estos niveles de diagnóstico y tratamiento radiológicos pueden ser combinados en un mismo establecimiento, en algunos casos los cuatro niveles, los tres primeros o lo más común los dos primeros.

3.2 Recomendaciones y consideraciones que repercuten en el funcionamiento de la Unidad de Imaginología desde el punto de vista tecnológico

3.2.1 Diseño y construcción

- El diseño general del área de radiología es crucial. Debe separarse totalmente las áreas administrativas de las áreas de radiación. Debe tenerse acceso independiente a: a) entrada, salida y circulación de quienes traen o distribuyen insumos; b) entrada, salida y circulación de personal administrativo y de informática (que no debe quedar expuesto a radiación); c) entrada, salida, circulación y estancia de pacientes y quienes los auxilian o acompañan: acceso, espera, control e informes, cambio de ropa, ingreso y egreso de la sala de estudios.

- En general, se requiere de al menos un vestidor por cada sala de radiología e imagen. El cual deberá permitir la entrada de silla de ruedas, camilla de traslado y de un acompañante o auxiliar del paciente (y la operación de las puertas con la silla y el acompañante dentro). Es recomendable que cuente con un sistema de alarma visual y sonora conectado a una central de enfermeras cercana.
- Cada sala de radiología e imagen requiere de un sanitario para paciente (con frecuencia deben orinar o evacuar como parte de la rutina de estudio). Este sanitario debe comunicar con la sala y permitir la entrada de silla de ruedas, de un acompañante o auxiliar del paciente (y la operación de las puertas con la silla y el acompañante dentro). Es recomendable que cuente con un sistema de alarma visual y sonora conectado a una central de enfermeras cercana.
- Las áreas de criterio e interpretación requieren de una adecuada ambientación lumínica, preferentemente se pintaran de colores oscuros: azul o café, etc.
- Todas las salas que empleen equipos con fuentes de radiaciones ionizantes deberán estar debidamente blindadas, para lo cual es necesario conocer la geometría de la radiación del equipo en cuestión y apegarse en todo momento a las recomendaciones que dé el fabricante.
- Es recomendable y, en algunas áreas necesario, contar con aire acondicionado, ya que los sistemas digitales son susceptibles a presentar fallas cuando la temperatura ambiental sobrepasa ciertos límites (las especificaciones de los mismos se deberán consultar directamente con el fabricante).
- En caso de no poder contar con equipos digitales, será necesario construir cuartos oscuros, si es que tampoco se opta por equipos de revelado de luz de día; en este caso es estrictamente necesario apegarse a lo que dicta la norma oficial mexicana, en cuanto a iluminación, acabados y sistema de extracción de gases, así como al manejo de líquidos de revelado que de acuerdo a las normas de protección ambiental deberán ser previamente filtrados en recuperadoras de plata, antes de ser depositados en el drenaje.
- De ser posible, se recomienda que las salas de citoscopia y urodinamia se ubiquen en el área de litiasis extracorporea y de esta manera, propiciar el manejo del paciente de urología en un bloque.
- Para los estudios de radiología intervencionista es necesario contar con un área de preparación y recuperación del paciente. Este criterio, podría extenderse a resonancia magnética por el uso prolongado de medios de contraste.
- Los costos estimados no consideran los gastos de construcción especiales como blindajes, aire acondicionado, subestaciones, etc. Son costos considerados puestos en la Cd. De México, por lo que deberá considerarse un incremento adicional en el costo de una construcción similar en el interior de la República.
- El costo de mantenimiento preventivo-correctivo deberá considerarse como el 10% anual del costo del costo de la inversión inicial
- Deberá considerarse que este tipo de unidades necesita contar con un Programa de Garantía de Calidad, que incluya el control de calidad de los equipos de radiología, la vigilancia de la dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto, así como la supervisión de los procedimientos que en ella se lleven a cabo. Esto conforme a las normas oficiales mexicanas vigentes en la materia.

3.2.2 Áreas y equipos

- Se plantean dos salas de rayos X con fluoroscopia. Sin embargo, es necesaria la inclusión de salas de rayos X simples y una sala de tórax dado que la frecuencia de estudios de valoración, preoperatorios, ortopedia y columna se realizan con este tipo de tecnología, la cual, es la conveniente. Además, se optimiza el costo y la disponibilidad de los equipos con fluoroscopia para estudios con medio de contraste y series, los cuales, son de mayor duración y requieren de una infraestructura e instalaciones diferentes. Usualmente el porcentaje de estudios es el siguiente: 35% tórax, 22.6% huesos largos, 12% aparato digestivo, 9.5 % cráneo, 5.7% columna vertebral, 6.1% uronefrológica, 1.9% neuroradiología, 1.8% tomografía, 0.9% angiografía, 4% otros. Es decir, que en promedio, el 50% de estudios de radiodiagnóstico son simples o convencionales.

- Para radiología intervencionista se ha considerado un angiógrafo con sustracción digital.
- Incorporar un equipo de densitometría ósea, o un método adicional, como el ultrasonido cuantitativo que hace estudios sobre el hueso del talón. Particularmente para la atención de la mujer adulta y para obtener un diagnóstico del estado de los huesos en las regiones donde se desea implantar una prótesis, es decir, para asegurar la cirugía de ortopedia, columna y los procedimientos de osteosíntesis. Además, de la oportunidad de adicionar una serie de estudios diagnósticos a la unidad de Diagnóstico para hacerla un servicio integral y más rentable.
- Es recomendable incluir un sistema de mastografía para atención a la mujer y para la evaluación de implantes de prótesis. Además, de la oportunidad de adicionar una serie de estudios diagnósticos a la unidad de Diagnóstico para hacerla un servicio integral y más rentable.
- Para la realización de cirugía maxilofacial, implantes de prótesis dental y cirugía de reconstrucción, es necesario un estudio con equipo de ortopantomografía, por lo cual, es un sistema de auxiliar de diagnóstico indispensable e incluso para la cirugía de reconstrucción.

3.2.3 Equipos digitales

- Los equipos digitales requieren de interfaces y software de comunicación que los haga compatibles con el sistema de información radiológica y el sistema de información hospitalaria, (DICOM, del inglés Digital Imaging and Communications in Medicine) o (HL7, del inglés Health Level 7), lo cual requiere cableados especiales.
- El área de Interpretación y postprocesamiento digital no se plantea en el proyecto pero es necesaria para optimizar el uso de salas de estudio, los insumos y eficiencia en la operación. Además, de brindar herramientas para la enseñanza. La propuesta inicial es que al menos incluya: 2 consolas de de postprocesamiento para Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética y radiología digital, 2 consolas de visualización.
- Infraestructura flexible que establezca una plataforma e integración de varias redes digitales para el manejo de información de paciente y de datos de Imagenología

4 Áreas

En esta sección se detallarán únicamente las áreas de una unidad de imaginología que involucran el uso de equipo médico.

Debemos tomar en cuenta también que aunque aquí no se detallan existen otros servicios que se deben considerar para la puesta en marcha de la unidad, ya sea como parte integral de esta o de la unidad hospitalaria de apoyo. Tales servicios incluyen áreas de apoyo, administrativas, servicios generales, biomédica, mantenimiento, RPBI, etc.

<i>Áreas de la Unidad de Imaginología</i>
Preparación de medios de contraste.
Trabajo de enfermeras
Cuarto oscuro o de revelado (Necesario en caso de haber optado por tener equipos convencionales de rayos X y no equipos digitales).
Criterio.
Interpretación.
Interpretación con sistemas digitales.
Sanitarios pacientes hombres y mujeres.
Vestidor y sanitarios personal hombres y mujeres.
<i>Áreas operativas no comunes</i>
Sala de rayos X para estudios simples.
Sala de rayos X para estudios contrastados y de fluoroscopia.
Sala de rayos X para estudios de tórax.
Sala de rayos X para estudios dentales.
Sala de rayos X para estudios especiales.
Sala de rayos X para mamografía.
Sala de tomografía computarizada.
Sala de densitometría ósea.
Salas para ultrasonido y ecocardiografía.
Sala de resonancia magnética nuclear.

5 Equipo médico por área

Una unidad de Imaginología, puede estar compuesta de diferentes servicios dependiendo de la tecnología médica y el personal especializado del que disponga. A continuación se hace mención de todos ellos, asumiendo una unidad equipada con todos los servicios. En caso de requerir detalle sobre estos equipos le agradeceremos consultar nuestras Guías Tecnológicas.

En la siguiente tabla se encuentran las áreas con los que podría contar la unidad de Imaginología, así como el detalle de equipo que las conforman.

<i>Áreas de la Unidad de Imaginología</i>	<i>Equipo médico</i>	<i>Clave Cuadro Básico</i>
Trabajo de enfermeras	Carro rojo completo con desfibrilador monitor integrado y marcapaso externo	531.191.0391
Cuarto oscuro o de revelado (Necesario en caso de haber optado por tener equipos convencionales de rayos X y no equipos digitales)	Revelador de carga automática	531.709.0016, 531.786.0061
	Lámpara de seguridad para cuarto oscuro	531.562.1416
	Marcador eléctrico para placas	531.608.0166
	Pasaplacas tipo transfer	531.685.0055
Opciones digitales	Sistema de radiología computada para digitalizar indirecta de la imagen de cada chasis, empleando equipos de rayos x convencionales o analógicos	S/C
	Los equipos de rayos x son digitales, la imagen es capturada y se despliega automáticamente en las estaciones de trabajo.	S/C
Criterio	Impresoras en seco	531.493.0073
	Negatoscopio 4 secciones de pared	513.634.0063
Interpretación	Negatoscopio de 8 secciones de pared	S/C
	Negatoscopio para mastografía	S/C
	Lámpara de luz intensa	S/C
Interpretación con sistemas digitales	Consola de interpretación diagnóstica con dos o más monitores de despliegue de alta resolución	S/C
Sala de rayos X para estudios simples	Unidad Radiológica Digital Básica con tomografía simple, para estudios simples. Con soporte de columna piso techo, bucky vertical, con soporte pediátrico para tórax y mampara..	531.341.2511
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Espesímetro metálico	531.353.0056
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C
Sala de rayos X para estudios contrastados y de fluoroscopia	Unidad Radiológica y Fluoroscópica Digital con Telemando, con soporte de columna piso techo, bucky vertical, aditamento tomográfico y soporte pediátrico para tórax	531.341.2529, 531.341.2461, 531.341.2503, 531.341.0424
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Espesímetro metálico	531.353.0056
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C
Sala de rayos X para estudios de tórax	Unidad radiológica digital para estudios de tórax	531.341.2537
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Espesímetro metálico	531.353.0056
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C
Sala de rayos X para estudios dentales	Unidad de ortopantomografía	531.341.0564
	Negatoscopio sencillo para fijar a la pared	513.634.0089

Áreas de la Unidad de Imaginología	Equipo médico	Clave Cuadro Básico
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Protector de gonadas	S/C

Áreas de la Unidad de Imaginología	Equipo médico	Clave Cuadro Básico
Sala de rayos X para estudios especiales	Unidad Radiológica y Fluoroscópica Digital con Telemando, con soporte de columna piso-techo, bucky vertical, dos tubos seriográficos automáticos, cambiador rápido para angiografía e inyector para angiografía	531.341.2529, 531.341.2461, 531.341.2503, 531.341.0424
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Espesímetro metálico	531.353.0056
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C
	Inyector de contraste	S/C
Sala de rayos X para mamografía	Unidad Radiológica Digital para Mastografía con sistema de estereotáxia y toma de biopsias	531.341.2487
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C
Sala de tomografía computarizada	Unidad para Tomografía Computarizada (Número de cortes variables). Con inyector de medio de contraste.	Puede variar dependiendo de los procedimientos a realizarse.
	Unidad básica de anestesia	531.053.0281
	Monitor de signos vitales, al menos con parámetros de ECG, FC y SpO2,	531.619.0403
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Impresora Blanco y Negro, Láser en seco	493.0073
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C

Áreas de la Unidad de Imaginología	Equipo médico	Clave Cuadro Básico
Sala de densitometría ósea	Unidad de rayos X digital para densitometría ósea.	531.341.2446
	Lámpara de pie rodable	531.562.1317
	Espesímetro metálico	531.353.0056
	Guantes emplomados	531.455.0053
	Mandil protector emplomado	531.601.0056
	Protector de gonadas	S/C
Salas para ultrasonido y ecocardiografía	Unidad para Ultrasonografía Doppler Color	531.325.0218
	Unidad para Ultrasonografía Básica	Puede variar dependiendo de los procedimientos a realizarse.
	Ecocardiógrafo Bidimensional Doppler Color avanzado	531.324.0151
	Mesa para exploración universal	531.621.2429
Sala de resonancia magnética	Unidad de Resonancia Magnética de 1.5 Teslas	Puede variar dependiendo de los procedimientos a realizarse.
	Sistema de enfriamiento "SCHILLER"	S/C
	Unidad básica de anestesia compatible con RM	S/C
	Porta venoclisis compatible con RM	S/C

Áreas de la Unidad de Imaginología	Equipo médico	Clave Cuadro Básico
	Monitor de signos vitales, al menos con parámetros de ECG, FC y SpO2, compatible con RMN	S/C
	Impresora Blanco y Negro, Láser en seco	493.0073
	Silla de ruedas compatible con resonancia magnética	S/C
	Camilla compatible con resonancia magnética	S/C

6. Operación

6.1 Recursos humanos.

Descripción	Requisitos
Titular Responsable de la Operación y Funcionamiento	Médico Radiólogo
Médicos Radiólogos para los estudios de radiología simple, contrastada, fluoroscópica y especiales	Médico Radiólogo
Médicos Radiólogos especializados en RMN, TC y US	Médico Radiólogo
Técnicos Radiólogos	Titulado
Asesor Especializado en Seguridad Radiológica	Especialista
Personal de soporte del Asesor Especializado	Diplomado
Recepcionista	Bachillerato
Intendencia	Primaria
Cardiólogo o Técnico Ecocardiografista	Especialista
Enfermeras Generales	Enfermería

En términos generales, se considera que un equipo integrado por un médico radiólogo y un técnico puede rendir a razón de cinco estudios radiológicos por hora si entre estos hay cuando mucho cuatro estudios que requieran administración de medios de contraste en una jornada de seis horas, de los cuales el equipo dedique cinco horas de trabajo en salas de rayos X, y además el médico radiólogo haga la interpretación de dichos estudios durante el resto de su tiempo. Se supone que el radiólogo dispone de personal auxiliar capacitado para dejar en manos del técnico la parte mecánica del trabajo y la preparación de los pacientes, así como el aseo de las instalaciones arquitectónicas de vestidores y sanitarios múltiples. Sólo en aquellas salas en que se hagan exploraciones de alta especialidad no podrá aplicarse este cálculo, ya que muchas veces se requiere la asistencia de otros especialistas (para cateterismo, ventriculografía, arteriografía, cistografía, etcétera)³.

6.1.1 Productividad de la Unidad o Servicio de Imaginología³

En el área de Radiografía y Fluoroscopia se pueden atender un promedio de 20 pacientes por día. Es importante considerar que el equipo cuando no se usa para estudios fluoroscópicos se puede utilizar para la toma de placas simples y placas de tórax que son las más frecuentes.

En el área de rayos X simples se pueden atender hasta 100 pacientes diarios por equipo, lo que da un total para esta área de 720 pacientes por semana, 10 minutos promedio para placas simples y 45 minutos para estudios con medio de contraste (Ver tabla Productividad Unidad de Imaginología).

Para el área de Tomografía se considera que 20 pacientes por día es un número adecuado lo que da por resultado la atención de 120 pacientes a la semana considerando un tiempo promedio de estudio de 45 minutos.

En el área de mastografía se puede realizar un promedio de 35 estudios diarios con un total de 270 pacientes por semana, si se estiman 30 minutos promedio por estudio cuando se incluyen tomas de biopsia esteroetáxica.

En el área de ultrasonido se pueden atender 25 pacientes diarios y por semana 150 considerando estudios de 30 minutos por paciente.

El área de Ortopantomografía permite la atención de 20 pacientes diarios para un total de 120 pacientes considerando un tiempo promedio de estudio de 30 minutos. No hay que perder de vista que los estudios de este tipo no son tan numerosos normalmente.

En el caso del equipo de ecocardiografía se pueden realizar estudios de un promedio de 45 minutos permitiendo la atención de 20 pacientes por día para un total de 120 pacientes por semana.

En todos los tiempos considerados se tienen que adicionar tiempos muertos de preparación del paciente, como son llamarlo de la sala de espera, cambio de ropa de calle a la bata de paciente, cambio de nuevo a ropa de calle y salida.

Basándose en lo anterior se puede estimar que la Unidad de Imaginología puede atender 1560 pacientes por semana y 75,460 por año (Ver tabla Productividad).

6.1.2 Consumo de placas radiográficas y opciones de revelado para el caso de radiografía convencional o analógica

Radiografía Convencional.

Para el área de Radiografía y Fluoroscopia se estima como promedio la toma de 3 placas por paciente, es decir, se deben revelar 60 placas por día en diversos formatos.

Para el área de Tomografía se estiman 20 estudios diarios con 3 placas promedio por paciente resultado en 60 placas diarias en formato grande (35 x 43 cm).

Para el área de Mastografía se tendrán al menos 2 placas por paciente en dos proyecciones, es decir, 4 placas por paciente dando un total de 140 placas mastográficas en formato (18 x 24 cm) por semana.

El área de Ultrasonido puede tener un promedio de 2 placas en formato intermedio (35 x 43 cm) por paciente. Siendo 25 pacientes diarios se tendrá necesidad de revelar un mínimo de 50 placas por día. Esto si el equipo está conectado a una cámara multiformato o a la red de imágenes, si no, se puede utilizar una videoimpresora de papel térmico con un promedio de 6 fotos por paciente, es decir, unos 70 cm de papel térmico por paciente.

El área de radiografía dental y cráneo maxilar (Ortopantomografía) utilizará un promedio de 2 placas por paciente en formato especial y pequeño estándar (18 x 24 cm), con lo que se tendrán un mínimo de 40 placas por día.

El ecocardiógrafo por lo general necesita 2 placas multiformato grande de (35 x 43 cm) por paciente. Estimando 20 paciente por día se tiene el consumo de 40 placas diarias.

Si consideramos que el total de placas de la unidad asciende a 590 placas por día (sin incluir mastografía, por requerir un tratamiento especial), se tiene que con una máquina reveladora de capacidad de 400 películas día es suficiente. De manera adicional, se necesita un reveladora pequeña del tipo de sobremesa para las placas de mastografía que tienen condiciones diferentes de tiempo y temperatura, esto se debe a que la placa para mastografía requiere un tipo de emulsión de grano muy fino y alto contraste con mayor sensibilidad y nitidez.

Una máquina de revelado tiene un tanque de revelador de unos 30 litros pero éste va perdiendo actividad por su uso y hay que reponerlo constantemente (regeneración). La tasa de regeneración es directamente proporcional a la superficie de la película revelada. Si se toma como promedio que 1 metro cuadrado de superficie activa contiene unas 10 placas radiográficas para 400 placas por día tendremos 40 m cuadrados y por cada metro cuadrado se necesitan unos 400 ml de revelador activo. Esto nos da 40m² x 0.4 litros, es decir, 16 litros de revelador por día.

Para el fijador se recomienda una tasa de regeneración de 700 ml/m², es decir, 28 litros de fijador por día. Procurar que el revelador y el fijador sea de la misma marca.

Para el sistema de revelado es indispensable contar con un recuperador de plata.

Existe la opción de eliminar el cuarto de revelado si se utiliza una máquina de revelado de tipo Luz Día. La máquina se encarga de cargar los chasis y descargarlos pasando las placas por la sección de revelado.

Para aquellos equipos que ya cuentan con la imagen en formato digital, como es el caso del tomógrafo, equipo de ultrasonido y ecocardiógrafo, se tiene la opción de emplear película seca con máquinas de revelado en seco. Con esto se permite la impresión de placas en color para los estudios vasculares.

PRODUCTIVIDAD UNIDAD DE IMAGENOLOGÍA					
Area	Pacientes /día	Placas /paciente	Placas /día	Placas/ año	Pacientes / año
Radiografía y Fluoroscopia	20	3	60	18,480	6,160
RX simple	100	2	200	61,600	30,800
CT	20	3	60	18,480	6,160
Mamografía	35	4	140	43,120	10,780
US	25	2	50	15,400	7,700
Dental	20	2	40	12,320	6,160
Ecocardiografía	20	2	40	12,320	6,160
Total	240		590	181,720	73,920
			días laborables por año		308

Nuevas Tecnologías: Digitalización de imágenes

Los avances tecnológicos en el campo de las imágenes médicas abren la posibilidad de incluir equipamiento preparado para el manejo digital de imágenes y con ello el intercambio de los resultados de los estudios con las unidades que refieren a los pacientes haciendo innecesarios tiempos de espera y retoma de placas lo que genera una importante disminución en la dosis de radiación que reciben los pacientes así como un ahorro importante de recursos.

Digitalización de imágenes

Los avances tecnológicos han facilitado la aparición de equipos radiológicos con sistemas de captura digital (Direct Radiography DR), esto se considera una OPCIÓN DIGITAL TOTAL o bien, sistemas de digitalización a partir de chasis especiales que son leídos por una máquina que se encarga de digitalizar la imagen y reactivar el chasis para su uso nuevamente (Computed Radiography CR), esto se considera una OPCIÓN DIGITAL MEDIA.

La implementación de la tecnología digital conlleva un sistema de archivo y comunicaciones que permita el flujo de datos con la información de las imágenes radiográficas (Picture Archiving and Communications System: PACS)

Aunque la inversión inicial en estos sistemas resulta mayor que la de equipos convencionales (un factor de 3 a 4 aproximadamente), el ahorro a lo largo de tres a cuatro años se justifica tanto en materiales (placas radiográficas y químicos) como en espacio para revelado y almacenamiento de los estudios.

También existe el beneficio indudable de reducir la dosis que recibe tanto el paciente como el personal ocupacionalmente expuesto a la radiación, así como disminuir el número de retomas en cada paciente por errores de técnica radiográfica ya que se pueden hacer correcciones de brillo y contraste de manera electrónica directamente en los monitores de visualización.

La conexión en red de todos los equipos en el formato DICOM 3 permite un intercambio rápido la información de los estudios y da la posibilidad de enviar los resultados por vía electrónica (Internet) a los Centros de referencia de los pacientes. Así se posibilita la creación de un sistema de Telemedicina integrado con imágenes radiográficas.

Se trata de optimizar el hardware y el software de modo que las opciones pertinentes y cualquier sistema de PACS pueda dar resultados excelentes o simplemente buenos dependiendo de como sea implementado. Los resultados afectan la efectividad clínica y productividad en varias formas influyendo en la satisfacción del médico y los pacientes.

Numerosos factores afectan la optimización de los PACS incluyéndose el entendimiento del ciclo de vida de los sistemas de PACS, la adherencia a los estándares, el poner atención a la forma en que se dan los flujos de trabajo, tomar en cuenta las tendencias de la tecnología y ajustar el manejo de las imágenes incluyendo la recuperación, transporte o transmisión y entrega de ellas al médico referente.

Se puede enfocar la optimización de los PACS poniendo énfasis en los siguientes puntos:

a. Recuperación de imágenes. Consiste en encontrar y recuperar las imágenes una vez que han sido almacenadas en los medios óptico o magnéticos y el médico radiólogo se dispone a revisarlas para hacer su diagnóstico. Las imágenes seleccionadas quedan habilitadas y son compatibles entre sí. Las imágenes de un paciente en particular una vez estando almacenadas tienen que alistarse para su revisión, puede ser que haya imágenes previas almacenadas y que el estudio actual corresponda a

una zona con la que se quieran hacer comparaciones en la evolución del padecimiento. El sistema de PACS debe tener un sistema de prebúsqueda (prefetch) para agilizar la recuperación y evitar tiempos de espera al médico radiólogo cuando el examen del paciente haya sido programado para un nuevo estudio.

b. Transporte o transmisión de imágenes. Consiste en el flujo de los datos de imagen desde los sistemas de captura hasta su almacenamiento temporal o previo a su visualización por el médico radiólogo y posteriormente su transmisión al sistema de despliegue o visualización por el médico referente y su impresión o almacenamiento definitivo en medio óptico o magnético. Depende fundamentalmente del volumen de información que maneje el centro y debe de planearse tomando en cuenta el crecimiento futuro. Los sistemas pueden aumentar su eficiencia enormemente si adecuan la calidad de imagen al tipo de usuario. El tráfico de información aumenta enormemente con el detalle que se quiera transmitir, por ejemplo, una placa de 35 x 43 cm puede generar en el sistema una carga de 12 megabytes (MB) de datos en la red.

Haciendo una compresión matemática de datos de 32:1 se puede reducir la carga con una pérdida de detalle pero la imagen resultante ocupará sólo 383 Kilobytes (KB) lo que reduce la carga en la red en un 83%. Aunque una imagen con esta compresión no es de calidad diagnóstica puede servir para ciertas aplicaciones y compresiones intermedias pueden ser muy útiles en el ambiente clínico.

c. Entrega de imágenes. La eficiencia y efectividad del médico radiólogo puede incrementarse notablemente y reducir potencialmente el error diagnóstico si los protocolos de presentación son diseñados según la preferencia de cada uno. Por ejemplo alguno dirá que necesita el estudio previo a la derecha y el nuevo a la izquierda además de la toma PA arriba y la lateral abajo. Las redes de PACS deberán tener en cuenta estas preferencias y aplicarla cuando cada médico se dé de alta en la estación de visualización diagnóstica del sistema. También puede ocasionar un cambio en el flujo del trabajo del técnico radiólogo haciendo necesario que las secuencia de las imágenes al ser transmitidas por la red de PACS se hagan en el orden en que serán después recuperadas para desplegar en la consola diagnóstica.

d. Flujo de Trabajo. Analizar el flujo de trabajo puede incrementar la eficiencia enormemente, esto debido a que el trabajo administrativo de llenar órdenes y verificar lo referente a las instrucciones puede llevar hasta un 50% del tiempo del técnico radiólogo. Para hacer eficiente este proceso se necesita entrenar al personal que hace las órdenes en los sitios de referencia. Los PACS pueden acelerar el flujo de pacientes en el centro ya que no se necesita más que el paciente espere la placa y se la lleve, por ejemplo a su ortopedista. Los PACS eliminan la necesidad de que el paciente espere por el resultado ya que éste será transmitido a su médico, pudiendo ser revisadas al mismo tiempo por el radiólogo y por el médico referente en distintos sitios.

e. Tecnología. La tecnología continuamente está avanzando de modo que, en el momento presente, los PACS basados en web se han hecho comunes. Otros dos avances que han cambiado el horizonte de la radiología son las pantallas planas y los sistemas de almacenamiento tipo RAIN (redundant array of independent nodes).

e.1. Pantallas planas. Éstas se han convertido en una solución mejor a largo plazo para los CRT (tubos de rayos catódicos). Las pantallas planas presentan una mayor brillantez y un foco con más nitidez que los CRT actuales. Las unidades ganan en espacio con las pantallas planas y son fáciles de montar sobre la pared, rieles o incluso soportes móviles. Aunque su costo es mayor, las pantallas planas son definitivamente más confiables y tienen un ciclo de vida mayor.

e.2. Archivo. El costo por terabyte (1,000 GigaBytes) de almacenamiento ha disminuido y lo seguirá haciendo e inclusive el almacenamiento óptico esta siendo sustituido por magnético ya que almacenar terabytes de información está siendo cada vez más fácil y confiable con el advenimiento de los RAIN (redundant array of independent nodes) que contiene un sofisticado sistema de verificación de errores, redundancia y protecciones contra fallas, de modo que problemas con un o varios discos no causa pérdida de datos. También el sistema RAIN es muy veloz comparando un búsqueda convencional que puede durar 40 a 60 segundos con la tecnología convencional con el sistema RAIN puede hacerse en aproximadamente 10 segundos.

6.1.3 Consumos eléctricos

Las siguientes tablas muestran los requerimientos de consumo eléctrico y las características de instalación eléctrica. Se aclara que estos pueden variar con cada modelo y marca de equipo, así como con la cantidad.

Consumo eléctrico	MAX CORRIENTE PICO	
Radiografía y Fluoroscopia	150 Amp	440 VAC
Radiografía para estudios especiales	150 Amp	440 VAC
Radiología Simple	120 Amp	440 VAC
Tomografía	120 Amp	460/480 VAC
Mamografía	50 Amp	220 VAC
Ortopantomografía	30 Amp	220 VAC
Ecocardiografía o Ultrasonidos	20 Amp	127 VAC

Modalidad de Imagen	Instalación Eléctrica
Radiología y Fluoroscopia	440 VAC 3 fases con tierra física @ 100A
Radiografía para estudios especiales	440 VAC 3 fases con tierra física @ 100A
Radiología Simple	440 VAC 3 fases con tierra física @ 100A
Tomografía	440 VAC 3 fases con tierra física @ 100A
Mamografía	220 monofásico con tierra física @ 50 A
Ortopantomografía	220 monofásico con tierra física @ 50 A
Ecocardiografía o Ultrasonidos	127 polarizado con tierra física @ 15A

No considera consumos no especificados (luminarias, refrigeradores, aire acondicionado, etc).

Se requiere acometida trifásica con tierra física y neutro. Estos datos pueden variar de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante y también a las condiciones y necesidades de cada sitio, sólo se proponen como referencia para tener una idea del tipo de cargas eléctricas y sus magnitudes.

6.2 Alternativas de incorporación

La incorporación de equipamiento médico en el Sector Público está regulada por la "Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero del 2000. La misma tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles y la prestación de servicios de cualquier naturaleza.

Con el objeto de hacer el proceso de adquisición más expedito y costo-efectivo, se sugiere tomar en cuenta las siguientes recomendaciones al momento de elegir la alternativa de incorporación de la tecnología en cuestión:

- Necesidades específicas de la Unidad:
 - Tipo de tecnología médica a incorporar en base a la demanda poblacional y tipo de tratamientos a ofrecer
 - Estudio costo – beneficio (mantenimiento preventivo, correctivo y operación)
 - Tiempos de instalación y puesta en marcha que requiere la unidad adquirente
 - Identificación del monto necesario para la adquisición del bien en cuestión así como de la fuente de financiamiento
- Proveedores, identificación de:
 - Al menos tres proveedores que oferten la tecnología de interés. Es altamente recomendable que los mismos tengan instalaciones en México y de preferencia (*más no indispensable*) en zona geográfica aledaña a la Unidad adquirente.
 - Insumos indispensables para la operación de la tecnología (suministros, consumibles o desechables indispensables para mantener en operación continua de la tecnología)
 - Origen de los bienes que ofrece el proveedor (país de fabricación, lugar de embarque)
 - Tiempos de entrega de los bienes
 - Alternativas de incorporación comúnmente ofrecidas por los proveedores en el mercado para el tipo de tecnología a incorporar, a saber:
 - Venta
 - Arrendamiento
 - Servicio Integral o demostración permanente (comúnmente llamado comodato)
 - Programa de Prestación de Servicios (PPS)
 - Alguna otra, como podría ser la donación

- La Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, Título Tercero, Capítulo Primero, Artículos 26 y 28, plantea las siguientes modalidades para la incorporación de bienes:
 - Licitación Pública (Nacional o Internacional)
 - Invitación a cuando menos tres personas
 - Adjudicación directa

De manera adicional es fundamental, antes de adquirir cualquier equipamiento médico tener la certeza de que se dispondrá de:

- Programa de capacitación para todo el personal de la Unidad Médica involucrado en el manejo del equipo, por parte del proveedor. Se deberán contemplar la capacitación por parte del proveedor para todos los turnos de personal vinculados a la operación.
- Personal de salud y/o técnico dentro de la Unidad, debidamente capacitado para operar el equipo, en caso de que la tecnología en cuestión así lo requiera
- Programa de abasto de insumos suficiente para la operación del equipo, en base a:
 - Caducidad de los insumos
 - Disponibilidad de recursos para compras de los mismos
 - Demanda de la unidad y por tanto nivel de consumo de los insumos
 - Ubicación de la Unidad, capacidad de almacenaje y volumen de los insumos a almacenar, en base a lo cual se determinará la periodicidad de las compras y/o entregas por parte del proveedor.
- Negociación de términos de garantía y posterior establecimiento de contrato de mantenimiento preventivo y correctivo, así como suministro de refacciones, sobretodo en el caso de alta tecnología.

7. Bibliografía

1. Organization, Development, Quality Assurance and Radiation Protection in Radiology Services: Imaging and Radiation Therapy. Pan American Health Organization, World Health Organization. December 1997.
2. Radiologic Science for Technologists. Physics, Biology and Protection. Stewart C. Bushong. Seventh Edition. Mosby
3. Dirección de Hospitales. Barquin, Séptima Edición, McGraw Hill.
4. Normas Oficiales Mexicanas en materia de seguridad y protección Radiológica <http://www.radiologyinfo.org/glossary>
5. Artículo Teleradiología. Universidad Simón Bolívar, Venezuela., Ing. Rodrigo Mijares.
6. Fundamentos de la Técnica Radiológica. Garate Rojas Manuel, Agfa-Gevaert, Ancora S.A. Ediciones Médicas, Barcelona, 1986.
7. Muschlitz Lin; CR Creating Cost-Efficient Digital X Rays; Medical Imaging; April 2003, pp 46-51

8 Anexo 1. Normatividad

Las siguientes son algunas de las principales normas nacionales que tienen relación con los servicios de Imaginología médica.

Nombre de la norma	Expedida por	Año
Norma Oficial Mexicana NOM-146-SSA1-1996, Salud ambiental. Responsabilidades sanitarias en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X	Secretaría de Salud, México	1997
Norma Oficial Mexicana NOM-156-SSA1-1996, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X	Secretaría de Salud, México	1997
Norma Oficial Mexicana NOM-157-SSA1-1996, Salud ambiental. Protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos X	Secretaría de Salud, México	1997
Norma Oficial Mexicana NOM-158-SSA1-1996, Salud ambiental. Especificaciones técnicas para equipos de diagnóstico médico con rayos X	Secretaría de Salud, México	1997