



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

**ÁREAS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES CON
FINES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO**

ÁREAS DE IMAGENOLÓGÍA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ARQUITECTO

PRESENTA:
ANTONIO PÉREZ PEÑA



MÉXICO D.F.

MARZO 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

ÁREAS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES CON FINES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO

De la Radiología a la Imagenología.....	3
1.0 Concepto de Hospital.....	4
1.1 Siglo XVI.....	4
1.2 Siglo XIX.....	5
1.3 Siglo XX.....	6
2.0 Descubrimiento de los Rayos X.....	9
2.1 Medición de la Dosis de Radiación.....	10
2.2 Exposición de “Fondo” Natural.....	10
2.2 Tabla comparativa de la radiación.....	11
2.3 Efectos Biológicos de las radiaciones.....	12
2.4 La radisensibilidad de las células.....	12
2.5 La célula y sus funciones.....	12
2.6 Interacción de las Radiaciones con la celula.....	13
2.7 Efectos Somáticos.....	14
2.8 Efectos Genéticos.....	14
2.9 Efectos Deterministicos.....	15
2.10 Efectos Estocásticos.....	15
2.11 Seguridad de los Rayos X.....	15
2.12 Radiación Durante la Vida.....	15
3.0 PROTECCION CONTRA RADIACIONES.....	16
4.0 OBSERVACIONES TECNICAS DE LAS ÁREAS DE IMAGENOLOGIA.....	17
5.0 DISEÑO DE BLINDAJES.....	19.
5.1 Calculo de Blindajes.....	20.
5.2 Indicación para el uso de las áreas adyacentes.....	20.
6.0 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE UNA SALA PARA ACELERADOR LINEAL Y GAMA KNIFE.....	21
6.1 Premarco.....	22.
6.2 Marco Estructural.....	22
6.3 Hoja giratoria.....	23
6.4 Seguridades.....	23
6.5 Acabados Externos.....	23
7.0 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE UNA SALA PARA RESONANCIA MAGNÉTICA.....	25
7.1 Protección Magnética.....	25
7.2 Protección de Radiofrecuencia.....	25
7.3 Recinto de Radiofrecuencia.....	26
8.0 LOS RAYOS X Y LA NORMATIVA MEXICANA.....	27

9.0	NOM-229-SSA1-2.....	27
10.0	Área y Equipo para Angiografía (Hemodinamia).....	41
11.0	Área y Equipo para Medicina Nuclear o P.E.T	43
12.0	P.E.T.....	45
12.1	¿Qué es el Ciclotrón?.....	46
13.0	Área y equipo para Mastografía Digital.....	48
13.1	Mastografía Digital.....	48
14.0	Área y Equipo para Ultrasonido.....	50
14.1	¿Qué es la Ecografía y como Funciona?.....	50
14.2	Equipo de Ultrasonido.....	51
15.0	Área y Equipo para Tomografía Axial Computarizada.....	52
15.1	Que es la T.A.C.....	52
15.2	El aparato.....	54
16.0	Área y Equipo para Gamma Knife.....	55
16.1	Radiocirugía y Radioterapia Esterotaxica.....	56
17.0	Área y equipo para Acelerador Lineal.....	58
17.1	Usos de Este Equipo.....	59
17.2	¿Cómo Funciona?.....	59
17.3	Locales y Áreas de Acelerador lineal y Gamma Knife.....	62
18.0	Área y equipo para litotriptor.....	63
19.0	Área y Equipo para Resonancia Magnética.....	65
19.1	Resonancia Magnética.....	66
19.2	¿Para qué Sirve?.....	66
20.0	ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS ÁREAS DE IMAGENOLOGÍA	67
	CONCLUSIONES.....	68
	PROPUESTA DE ÁREA ARQUITECTONICA DE IMAGENOLOGIA.....	70
	BIBLIOGRAFIA.....	83
	FLUOROSCOPIA Y NORMATIVIDAD.....	84
	REFERENCIAS HOSPITALARIAS.....	84.
	ÍNDICE DE DIBUJOS.....	96
	ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	98

DE LA RADIOLOGIA

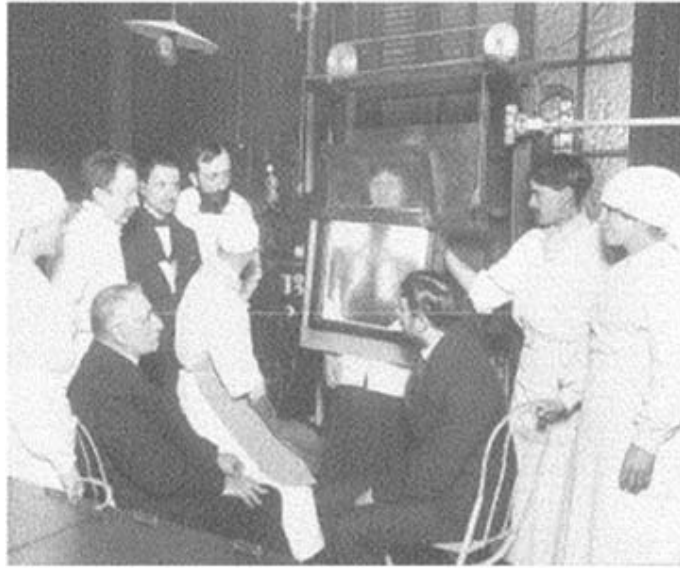


FIG-1 Demostracion de fluoroscopia, en los inicios de su descubrimiento, no existia lugar ni proteccion adecuada

A LA IMAGENOLOGIA



FIG-2 En la actualidad la fluoroscopia, se utiliza con las medidas de proteccion adecuada, para el personal y las áreas donde estan instalados los equipos.

1.0 Concepto de hospital

El concepto de hospital ha cambiado a través del tiempo. Antiguamente la palabra hospital (del latín *hospes*: huésped) se refería a los recintos en los que eran albergados extraños y visitantes.



En algunos se recibían a los pobres, en otros a huérfanos o peregrinos. A veces un mismo lugar podía atender todas las necesidades o solo una y se le seguía denominando hospital, por lo que el término se aplicaba indistintamente a hospicios, orfanatos u hospederías. Pasado el tiempo, fue necesaria la construcción de lugares dedicados específicamente a la atención de los enfermos.

1.1 Siglo XVI

Cuando los conquistadores llegaron a tierras americanas, tenía ya varios siglos la experiencia en la construcción y funcionamiento de los hospitales en España al igual que en los otros géneros arquitectónicos desarrollados en la nueva España, la práctica peninsular se fusionó con la americana para crear una arquitectura original y propia.

El primer hospital del virreinato fue el de la Purísima Concepción de Nuestra Señora, fundado por Hernán Cortes, quien lo mandó construir en el mismo lugar en que se encontró por primera vez (como muchos otros Novo hispanos 1519) con el emperador

Moctezuma Xocoyotzin. Este hospital, fue dedicado a la Inmaculada Concepción de la virgen María, el pueblo lo reconocía como “hospital del Márquez”, debido a su fundador: Hernán Cortes recibió el título de Márquez en 1529. Más tarde lo llamaron “hospital de Jesús”, debido a la



FIG 3 Hospital de San Hipólito en 1777

imagen del Nazareno que existía en el recinto y ese fue el nombre que conservó y mantiene hasta nuestros días (el hospital fue remodelado por el Arquitecto José Villagrán García en la cuarta década del siglo pasado (1940); actualmente sigue funcionando).

El modelo que inspiró la construcción de los hospitales Novo hispanos, a decir de algunos especialistas, el hospital Mayor de Milán, obra de Filarete. Sin embargo, otros consideran que fue tomado del tratado de Leone Battista Alberti (1404-1472). Lo cierto es que, al igual que los hospitales renacentistas españoles, muchos hospitales Novo hispanos adoptaron la planta de



FIG- 4 Hospital de San Andrés 1626

cruz griega con cuatro patios. También los hubo con planta de cruz parcial, es decir en “T” o en “L”. En ambos casos la capilla correspondiente podía ubicarse al centro de la cruz o en una de las cabeceras de los corredores. Asimismo existieron hospitales con planta de tipo claustral e iglesia que funcionaba como parroquia, asentada a un costado del edificio, en general se puede decir que los hospitales contaban – además de la vital capilla- con las siguientes dependencias, salas para hombres y mujeres, y enfermerías en los patios o crujías principales. En los otros patios o crujías se encontraban: la ropería, el almacén y el resto de los servicios.

La fundación de Instituciones Hospitalarias en la Nueva España tuvo el mismo origen que en el resto del mundo: la caridad cristiana. Esta se unió a las razones prácticas pues, se señalaba, que el nuevo reino no podía desarrollarse sin la salud de los conquistadores, ni la de sus nuevos pobladores. Las enfermedades, los heridos de las expediciones, las epidemias y la desnutrición, todo debía ser atendido. En cuanto a la atención y los servicios que se ofrecían en los hospitales hay que señalar que siempre se procuro atender a todos, indios, criollos y peninsulares como los “señores de la casa”, de ahí el establecimiento de tantos hospitales, para todo tipo de especialidades, a lo largo del periodo virreinal.



FIG- 5 Hospital de Jesus, fundado por Hernan Cortes en 1523, existe y da servicio hasta la fecha.

Las fundaciones eran realizadas por el rey, los patrones y las órdenes religiosas, se puede decir que el siglo XVII, fue el siglo de apogeo para los hospitales Novo hispanos. El primer hospital que abandono la tradicional planta para este edificio fue el de Nuestra Señora de Belén de Guadalajara, construido de 1787 a 1792. El hospital se desplantaba sobre un trazo radial que permitía separar a los enfermos en cada uno de los brazos del edificio y en medio se concentraban los servicios, la botica, las enfermerías, el capellán, etc. Alrededor de la estrella en los corredores que formaban un rectángulo, se encontraban: la cocina, el corral, la lavandería etc.

1.2 Siglo XIX

Como nación independiente, México tuvo que enfrentar un complejo siglo en todos los ámbitos, El desarrollo constructivo y los servicios de salud no fueron la excepción y la mayoría de los antiguos hospitales continuó en uso, pero se les realizaron las adaptaciones espaciales o de distribución pertinentes con el fin de lograr satisfacer las necesidades de la época. Afortunadamente la versatilidad de los edificios Novo hispanos, realizados por los mejores arquitectos del momento, permitieron estos cambios. Con la secularización de los bienes del clero, muchos hospitales atendidos por las órdenes religiosas desaparecieron o pasaron a las manos del gobierno –cambiándoles el nombre- pero no siempre eran atendidos con la mayor eficiencia. Fue hasta el final de la centuria, cuando se erigieron nuevos hospitales.

El hospital general fue promovido por Porfirio Díaz, y realizado por los arquitectos Roberto Gayol, Porfirio Díaz Ortega e Ignacio de la Barra. Fue inaugurado en 1905 y se ubico fuera de la ciudad, en donde los vientos no arrastraran los agentes infecciosos hacia los centros de población esta misma practica ya había sido aplicada durante el virreinato.

La gran aportación de este hospital fue su construcción a partir de pabellones aislados, cada uno con la iluminación y orientación necesarias dependiendo de los enfermos que serian atendidos en cada recinto. Esta distribución tomada de un modulo francés, logro evitar los contagios, pero como los servicios generales se encontraban al centro del conjunto resulto poco funcional. Cuando por ejemplo un paciente requería ser atendido quirúrgicamente, debía trasladarse al pabellón de cirugía y en ocasiones esto se hacia abajo la lluvia, el inconveniente fue solucionado a través de un pequeño tranvía. A lo largo de existencia este hospital se fue remodelando y hoy completamente transformado, sigue prestando servicios bajo el mismo nombre, siendo dependencia de la Secretaría de Salud.



FIG- 6 Hospital Juarez 1847

1.3 Siglo XX

Las primeras salas de rayos X a principio de 1900, tenían elementos muy rudimentarios, no importaba donde se ubicaran las salas, sin tomar en cuenta la protección de seguridad de los muros, puertas, ni del personal que manejaba esos equipos, y del

público usuario, en la actualidad hay normas que regulan el uso de esos equipos.

En la segunda década del siglo XX pasado, el Arquitecto José

Villagrán García (1901-1982) construyó sus primeras obras relacionadas con la salud: el



FIG- 7 Sala de rayos X en sus inicios, notese el desorden y la falta de equipo .



FIG- 8 Instituto Nacional de Ciencias Médicas de la Nutrición "Salvador Subirán" fundado por el en 1946.



FIG- 9 Instituto Nacional de Rehabilitación funciona desde 1998.

Instituto de Higiene y Granja Sanitaria, inaugurado en 1929, y el Hospital para Tuberculosos, en Huipulco (1929-1936). A partir de ese momento comenzaría su importante labor dentro de la Arquitectura hospitalaria, y unió su talento al de gobernantes preocupados por la atención médica de la sociedad.

En 1943 el Dr. Gustavo Baz Prada, Secretario de Salud durante el mandato del presidente Manuel Ávila Camacho (1940-1946), promovió la creación del Seminario de Arquitectura Nosocomial (de la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM). El seminario fue dirigido por el médico Salvador Subirán Anchando (1898-1998) y el Arquitecto José Villagrán García. El objetivo de los arquitectos y médicos que se reunieron en la escuela de Arquitectura de la Universidad Nacional fue definir las funciones, los factores y las partes que convergían en la planeación de las unidades hospitalarias.

Las tres funciones básicas de la institución fueron establecidas: *atención, investigación, y enseñanza*. Hay que señalar que en realidad esta, ya existían desde la antigüedad clásica. A



FIG- 10 Hospital Juárez en el norte del Distrito Federal, el antiguo Hospital Juárez del Centro sigue en pie y funcionando.

dichas funciones corresponden cuatro tipos de servicios: de consulta externa, de intermedios, de hospitalización y generales. Estos criterios fueron primero aplicados en los planes de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y posteriormente fueron seguidos por el IMSS, creado en

1943, y el ISSSTE, establecido en 1960, los mismos criterios adecuados a las circunstancias actuales, se mantienen vigentes en la mayoría de los hospitales. Los hospitales que se diseñaban en ese momento no solo tenían como objetivo satisfacer las funciones básicas, sino que, además se tomaban en cuenta los aspectos urbanos y plásticos del lugar en el que serían erigidos.



FIG- 11 Instituto Nacional de Psiquiatria en la actualidad, fachadas principales.

La construcción de conjuntos hospitalarios en todo el país pretendió contribuir a la descentralización del sistema hospitalario nacional, logrando que las obras y los estados conjugaran las tendencias arquitectónicas internacionales y nacionales, pero considerando las condiciones climáticas y urbanas de cada región e integrando su arquitectura regional. En muchos lugares se respetaron las tradiciones locales o estas se adoptaron en los nuevos edificios. En la actualidad es posible asegurar que los hospitales dependientes de la Secretaría de Salud, el IMSS y el ISSSTE contribuyeron al desarrollo de una arquitectura propia y, en su momento vanguardista, dado que se aprovecharon la experiencia del pasado, la investigación y los continuos avances tecnológicos.

La intención de este trabajo es que los futuros hospitales mantengan el compromiso de la eficiencia en la atención a los usuarios, así como el ahorro de espacio y energía en las



FIG- 12 Hospital Medica Sur, institucion privada.

instalaciones. Debido a la demanda de hospitales privados, estos se han incrementado en buen número en los últimos años, y cada uno de ellos ha respondido ofreciendo las técnicas más modernas en equipos y materiales necesarios para proporcionar una buena atención en espacios cómodos, agradables y de área suficiente para convivir, deambular y recibir atención. Los avances técnicos, en equipos para diagnóstico médico, ha rebasado a la Arquitectura hospitalaria. En México, esto requiere analizar el proyecto Arquitectónico de hospitales más concienzudamente e ir al parejo o más con la vanguardia médica. Como siempre, esto se logrará gracias a la capacidad creativa de los arquitectos mexicanos, que desde el siglo XVI, han sabido conjugar las necesidades del hospital con los avances tecnológicos y la más adecuada expresión plástica para ofrecer a los usuarios edificios dignos de una institución creada para un fin noble y humanitario: el cuidado de los enfermos y la prevención de las enfermedades.



FIG- 13 Instituto Nacional de Medicina Genómica, fachada principal

2.0 Descubrimiento de los Rayos X.

El 8 de Noviembre de 1895 fue un día especial para Wilhelm Conrad Roentgen, ya que observó que un papel que estaba impregnado con un reactivo químico, $Ba | Pt(CN)_4 |$, brillaba con los rayos que emanaban del tubo de descarga. Este fenómeno, que parecía no tener importancia, le dio Roentgen la pausa para descubrir a los misteriosos rayos X. Cada vez que interrumpía el circuito del tubo, Roentgen observaba que el papel dejaba de brillar en forma instantánea y cuando volvía a cerrarlo el brillo retornaba inmediatamente. De aquí concluyo que este efecto no podía ser



FIG 14 Wilhelm Conrad Roentgen, descubridor de los rayos X, en 1895

causado por los rayos catódicos, porque al salir de la ventana de Lenard, los rayos catódicos sólo son capaces de desplazarse unos centímetros más allá del tubo. Así que considero que debían ser otro tipo de rayos, hasta ese tiempo desconocidos, los que provocaban tal fenómeno. Intrigado por su descubrimiento, Roentgen no dudo en hacer de su laboratorio su morada, descubriendo así las propiedades más importantes que caracterizan a este tipo de radiaciones. El 28 de Diciembre de 1895 finalmente entregó un manuscrito de diez páginas con el título “sobre un nuevo tipo de rayos”, junto con una fotografía, en la cual se podía ver el esqueleto de la mano de su esposa, a la consideración del secretario de la sociedad médico-física de Wurzburg, con la recomendación de publicarlo de inmediato en sus anales.

Por otro lado Roentgen mandó su publicación a algunos de sus colegas, entre ellos al profesor Franz Exner en Viena, quien con entusiasmo la enseñó a sus amigos. El profesor Lechner le pidió a Exner la fotografía para mostrársela a su padre quien era redactor del periódico *Die Presse* y así la noticia de los rayos nuevos llegó al periódico y se esparció al resto del mundo en las siguientes semanas. El 23 de Enero de 1896 Roentgen hizo una demostración espectacular en la sociedad Médico-física al tomar una radiografía de la mano del profesor von Kolliker quien profundamente emocionado, propuso llamar a los rayos X “rayos Roentgen”, y el publico lo acepto con grandes aplausos. Desde ese día en Alemania todavía se habla de “rayos Roentgen”, aunque en otros países siguen siendo rayos X.

En sus tres publicaciones (Diciembre de 1895, Marzo de 1896, y marzo de 1897), Roentgen se dedicó a informar sobre las propiedades de los recién descubiertos rayos X, y demostró que podían penetrar metales u otros materiales duros, podían compensar cargas eléctricas y

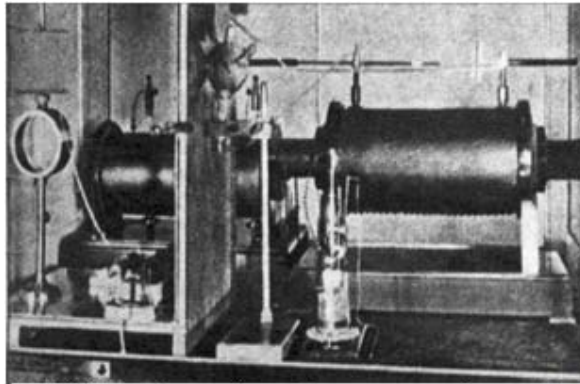


FIG-15 Equipo usado por Roentgen para obtener las primeras radiografías, en sus aspectos fundamentales no ha tenido variaciones mayores hasta hoy.

causado por los rayos catódicos, porque al salir de la ventana de Lenard, los rayos catódicos sólo son capaces de desplazarse unos centímetros más allá del tubo. Así que considero que debían ser otro tipo de rayos, hasta ese tiempo desconocidos, los que provocaban tal fenómeno.

Intrigado por su descubrimiento, Roentgen no dudo en hacer de su laboratorio su morada, descubriendo así las propiedades más importantes que caracterizan a este tipo de radiaciones.

El 28 de Diciembre de 1895 finalmente entregó un manuscrito de diez páginas con el título “sobre un nuevo tipo de rayos”, junto con una fotografía, en la cual se podía ver el esqueleto de la mano de su esposa, a la consideración del secretario de la sociedad médico-física de Wurzburg, con la recomendación de publicarlo de inmediato en sus anales.

Por otro lado Roentgen mandó su publicación a algunos de sus



FIG-16 La primera radiografía, mano de la esposa de Roentgen 1895.

que su absorción dependía de los materiales que penetraran. Además, encontró que su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia y que los cátodos de platino son apropiados para generarlos. Lo que no pudo deducir de sus estudios fue la naturaleza física de los rayos X. En una entrevista se le preguntó: ¿son los rayos X un tipo de luz? Y contestó “No, porque no es posible reflejarlos ni difractarlos”. Son electricidad?, “No, no en su forma conocida” Entonces, ¿qué son? “yo no sé”. Animados con el descubrimiento de los rayos catódicos y los rayos X, muchos físicos empezaron a experimentar con ellos. Así, mientras unos estudiaban sus propiedades, otros buscaban nuevos tipos de radiaciones, dando lugar a otros descubrimientos importantes como por ejemplo el de la radioactividad, en el año de 1896 en Paris por Henri Becquerel.

La aplicación de los rayos X en la medicina causó una gran impresión, ya que gracias a ellos nació la *Radiografía* como una herramienta de diagnóstico clínico. Desde 1896 se fundaron algunos Institutos dedicados a esta rama de la medicina “*la radiología*”. Sin embargo, los científicos también encontraron rápidamente los efectos colaterales negativos que provocaba el uso prolongado de los rayos X. Por ejemplo, informaron que

“*Al igual que los rayos del sol, los rayos X tienen la propiedad de quemar la piel*”, y poco a poco aprendieron a distinguir entre la aplicación útil y lo que conlleva su uso.

2.1 Medición de la dosis de radiación

La unidad científica de medición de la dosis de radiación, comúnmente llamada *dosis efectiva*, es el mili sievert (mSV). Otras unidades de radiación son el rad, el rem, el roentgen y el sievert. Debido a que los distintos tejidos y órganos del cuerpo humano tienen una sensibilidad distinta a la radiación, varía la dosis real en las diferentes partes del cuerpo proveniente de un procedimiento radiológico. El término *dosis efectiva* se refiere a la dosis promedio en todo el cuerpo. La dosis efectiva toma en cuenta la sensibilidad relativa de los diversos tejidos expuestos. Aún más, permite cuantificar el riesgo y compararlo con fuentes más comunes de exposición que van desde la radiación de fondo natural hasta los procedimientos radiográficos con fines médicos.

2.2 Exposición de “Fondo” Natural



FIG- 17 Segunda radiografía, mano del profesor Kolliker en 1896.

Todos estamos expuestos todo el tiempo a radiación proveniente de fuentes naturales, la persona promedio en los Estados Unidos recibe una dosis efectiva de aproximadamente de 3 mSV por año proveniente de materiales radiactivos naturales y de la radiación cósmica del espacio. Estas dosis de “*fondo*” naturales varían en Estados Unidos. Las personas que viven en las mesetas de Colorado o Nuevo México reciben aproximadamente 1.5 mSV más por año, que las que viven cerca del nivel del mar. Un viaje de ida y vuelta en avión comercial de una costa a otra añade una dosis de rayos cósmicos de unos 0.03 mSV. La altitud tiene un papel importante, pero la principal fuente de radiación de fondo es el gas radón de nuestros hogares (aproximadamente 2mSV por año). Al igual que otras fuentes de radiación de “*fondo*” la exposición al radón varía mucho de una parte del país a otra.

En términos sencillos, la exposición a la radiación proveniente de una radiografía de tórax es equivalente a la exposición a la que estamos expuestos en el entorno natural durante 10 días.

Tabla 2.1 comparativa de la dosis de radiación efectiva, con la exposición de fondo para varios procedimientos radiológicos descritos.

Para este procedimiento:	La dosis de radiación efectiva es:	Comparable con la radiación natural de fondo durante:
Región abdominal:		
Tomografía axial computarizada (TAC) - Abdomen	10 mSv	3 años
Tomografía axial computarizada (TAC) - Cuerpo	10 mSv	3 años
Pielograma intravenoso (PIV)	1,6 mSv	6 meses
Radiografía - Tracto digestivo inferior	4 mSv	16 meses
Radiografía - Tracto digestivo alto	2 mSv	8 meses
Sistema nervioso central:		
Mielografía	4 mSv	16 meses
Tomografía axial computarizada (TAC) - Cabeza	2 mSv	8 meses
Tórax:		
Radiografía de tórax	0,1 mSv	10 días
Tomografía axial computarizada (TAC) - Tórax	8 mSv	3 años
Exámenes pediátricos:		
Cistouretrografía de vaciado	5-10 años de edad: 1,6 mSv	6 meses
	Bebé: 0,8 mSv	3 meses
Exámenes hombres:		
Densitometría ósea	0,01 mSv	1 día
Exámenes mujeres:		
Densitometría ósea	0,01 mSv	1 día
Galactografía	0,7 mSv	3 meses
Histerosalpingografía	1 mSv	4 meses
Mamografía	0,7 mSv	3 meses

2.3 Efectos Biológicos de las Radiaciones

El daño que las radiaciones causan a los organismos proviene del daño que se ocasiona a sus células. Algunas células pueden ser dañadas a tal grado que mueran, y el organismo es capaz de reemplazarlas con otras nuevas, tal y como sucede con daños mecánicos como heridas, quemaduras. En otros casos, las células reciben un daño cuyos efectos son permanentes o irreversibles, los cuales se traducen en mutaciones o efectos genéticos observables. En los organismos superiores, las células son todas casi iguales: poseen un núcleo que contiene unidades de información llamadas *cromosomas*. Estas unidades se presentan en pares y cada célula contiene 23 pares. Esta establecida una clasificación de las células de acuerdo con su función. Las células que forman los órganos funcionales se reproducen cuando los 23 pares se copian así mismos, y posteriormente la célula se divide en dos, y cada parte toma un juego de 23 pares de *cromosomas*; estas células se denominan *somáticas*.

Las células que forman los órganos reproductivos tienen un proceso de reproducción tal que producen células con solo 23 cromosomas sencillos (como los espermatozoides y los óvulos). Estas células se llaman *germinales*. Las características de un nuevo ser provienen de la información aportada por los cromosomas del espermatozoide y del óvulo al unirse y formar una sola célula, la cual se reproducirá transmitiendo la información recibida.

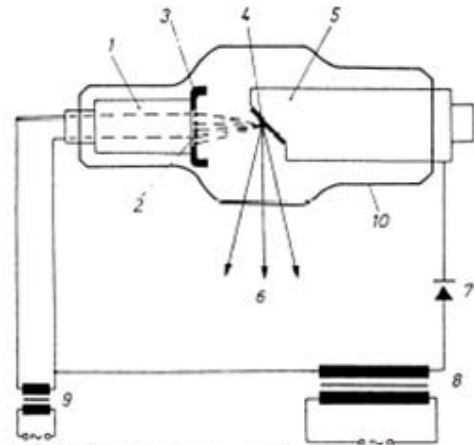


FIG-18 Tubo de rayos X moderno.
(1) cátodo (2) fibra de calentamiento del cátodo
(3) cilindro para enfocar los rayos electrónicos
(4) anticátodo (5) ánodo (6) rayos X

2.4 La radio sensibilidad de las células

En orden decreciente es el siguiente: eritoblastos, ovogonias, espermatogonias, linfocitos, células digestivas intestinales, Epiteliales, hepáticas, renales nerviosas, alveolares del pulmón, musculares y osteocitos. Entonces se puede decir que las células que sufren menor daño con la radiación son las neuronas y las células nerviosas, y que las que son más sensibles son las células que forman parte de los tejidos y órganos que producen otras células, como los ganglios linfáticos (productores de glóbulos blancos) y la médula ósea (productora de los glóbulos rojos). Se puede afirmar que la radio sensibilidad está íntimamente relacionada con la capacidad de las células para reproducirse; a menor tasa de reproducción, Menor es la sensibilidad como es el caso de la neuronas. Estas células, a cierta edad del individuo dejan de reproducirse y su radio sensibilidad es prácticamente nula para el adulto. En general, la radiosensibilidad de las células germinales es alta, pues su función es la de producir células y su tasa de reproducción es alta.

2.5 La Célula y sus Funciones.

Las células que se encuentran en el cuerpo humano difieren en su forma y función, inclusive pueden diferir en su respuesta a la radiación. A esta propiedad se le llama *radio sensibilidad celular* la cual se puede definir como la respuesta que las células ofrecen a la acción de la radiación. Las funciones de la célula viva son la nutrición, la circulación, la excreción, la reproducción y la relación con el medio. Por la nutrición celular se incorporan alimentos que la célula transformara en su interior para convertirlos en compuestos ricos en energía que serán utilizados posteriormente. La modalidad de alimentación asume formas variables. La

circulación consiste en la distribución de alimento y el oxígeno por medio de movimientos del citoplasma. Las vacuolas alimentarias son como burbujas que encierran los alimentos y se desplazan por el citoplasma. Los lisosomas producen enzimas que favorecen la disolución de las sustancias nutritivas; estas pasan al citoplasma a través de la membrana vacuolar. Mediante la excreción la célula expulsa las sustancias que no necesita. Esto se puede producir de dos maneras distintas: los desechos pueden pasar directamente a través de la membrana celular, o la célula puede encerrar el desecho en una vacuola, pequeña capsula, que se forma en el citoplasma y que, por estar compuesta de la misma sustancia que la membrana, es atraída por esta. Al unirse a la membrana desecha el residuo hacia el exterior de la célula.

Las células se reproducen por división de dos maneras distintas: por mitosis o por meiosis. En los individuos pluricelulares, las células se dividen en somáticas y germinales. Las primeras forman parte de todos los tejidos, y las segundas se especializan en formar los gametos o células sexuales.

2.6 Interacción de las Radiaciones con la Célula

Los cambios en los cromosomas se denominan *mutaciones*. Las que ocurren de manera natural, sin que intervenga hombre, se conocen como *mutaciones espontáneas*. Hay las *mutaciones inducidas*, que son las que causan una gran cantidad de agentes, como las radiaciones, el calor y muchos productos químicos. Si una célula somática sobrevive a una mutación, el organismo continúa produciendo formas mutantes de esta célula; el daño al organismo por la existencia de estas células puede ser reparable e irreparable, pero no se transmitirá a generaciones subsiguientes. En cambio, si una célula germinal sobrevive a una mutación, si transmitirá los cambios a las generaciones siguientes. Por esta razón, conviene realizar el análisis de los efectos de la radiación de acuerdo con dos puntos: efectos somáticos y efectos hereditarios o genéticos.

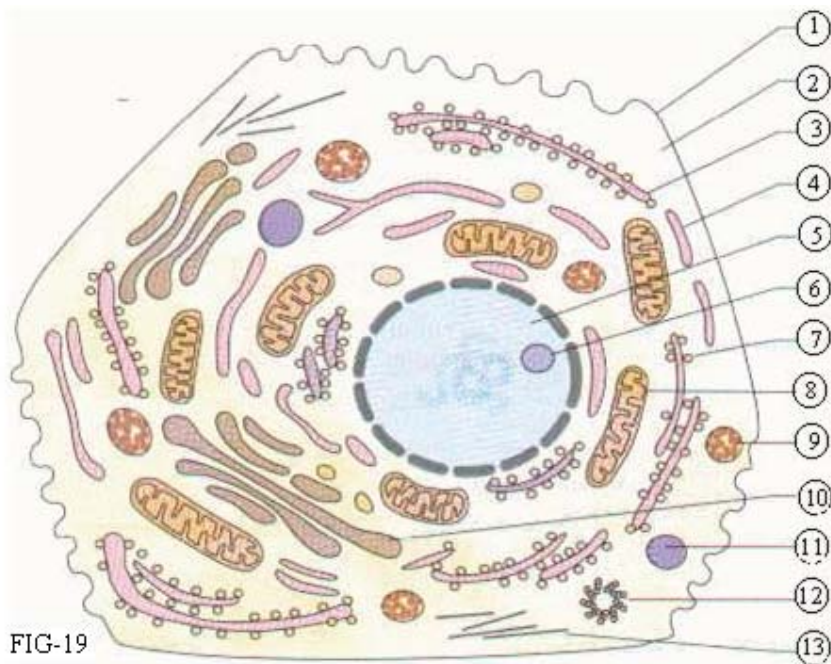


FIG-19

1- Membrana plasmática o celular 2- citoplasma 3- reticulo endoplasmico
4- reticulo endoplasmico 5- nucleo celular 6- nucleolo 7- ribosoma 8- mitocondria
9- lisosoma 10- distiosoma 11- microbody 12- centriolo 13- microtubulo.

2.7 Efectos Somáticos

Por lo regular, los efectos somáticos de la radiación son en general tempranos o tardíos. Los efectos tempranos se observan cuando un cuerpo entero recibe dosis altas, de 0.5 Sv o más, en intervalos cortos de tiempo (un día o menos). A estas se les llama dosis agudas de radiación. Gran parte de la información sobre los efectos tempranos de dosis agudas se ha obtenido del estudio de las víctimas de la explosión de la bomba atómica en Hiroshima, en 1945. Otros datos se derivan de accidentes radiológicos documentados y de pacientes de radioterapia.

Los efectos somáticos posteriores se observaron por primera vez en los radiólogos, sobre todo en aquellos individuos que trabajaron durante los primeros años después del descubrimiento de los rayos X. Los efectos más evidentes son el aumento en la incidencia de leucemia y otros tipos de cáncer. El lapso posterior a la radiación en que se presentan estos efectos se le conoce como periodo latente.

El periodo latente promedio es aproximadamente 15 años y puede variar entre 2 años para leucemia hasta 30 años para cáncer en los huesos. En el estudio de los posibles efectos somáticos posteriores asociados a dosis ocupacionales, se ha introducido el concepto de riesgo el cual sale del objeto de este texto. Sin embargo, es importante saber que se han hecho las siguientes suposiciones para la determinación de los riesgos por dosis ocupacionales.

1.- No hay dosis umbral por debajo de la cual no se asocie un efecto somático posterior, es decir no importa que tan pequeña sea la dosis, siempre habrá un riesgo.

2.- El riesgo vinculado con una dosis es proporcional a una dosis es proporcional a esta. Si una dosis aumenta o disminuye por un factor, el riesgo asociado aumentara o disminuirá en ese factor.

3.- El riesgo asociado a una dosis es independiente del lapso en que se incurrió sea instantáneo, en una semana o en toda la vida, el riesgo siempre existe.

Las suposiciones anteriores hacen que la contabilidad legal de las dosis ocupacionales se realice de manera acumulativa, es decir, desde el inicio de las actividades profesionales del POE (personal ocupacionalmente expuesto).

2.8 Efectos Genéticos

Como se menciona, la radiación puede causar mutaciones en los cromosomas presentes en las células femeninas y masculinas de los órganos sexuales; dichos cambios podrán afectar o no al individuo expuesto, pero varios efectos pueden aparecer en generaciones posteriores. Los cambios en los cromosomas, ya sean causados espontáneamente o por agentes mutágenos como la radiación, pueden tomar dos formas, a saber, mutaciones genéticas (o puntuales) y anormalidades cromosómicas:

En las mutaciones genéticas o puntuales, la estructura general y cantidad de cromosomas en la célula germinal permanecen inalterados, pero hay cambios en uno o varios genes que pueden llevar a la aparición de características no presentes en los padres.

Las anormalidades cromosómicas pueden representar un cambio en el número normal de cromosomas en la célula germinal (aberración numérica), o bien, un cambio en la estructura causado por una rotura en el cromosoma, seguida de una recombinación fallida de las partes (reacomodo estructural).

Se ha estudiado extensamente los efectos de las mutaciones genéticas y anormalidades cromosómicas en ratones. Entre otras cosas, se encontró que la frecuencia de mutaciones varía con la rapidez de la dosis. Como resultado se encontró, entre otras cosas, que la frecuencia de mutaciones varía con la rapidez de dosis y su valor cambia si se trata de ratones macho o hembra (para hembras tiene un valor mayor), por estos resultados y debido a que los procesos de mutación son prácticamente iguales entre mamíferos, desde 1956 se ha limitado la dosis a gónadas (órganos reproductivos) en seres humanos.

En la disciplina de protección radiológica se analizan los efectos biológicos desde el punto de vista del riesgo por una dosis de radiación. Este riesgo representa la probabilidad de ocurrencia del efecto debido a la dosis recibida. Como ya se explico antes, se sabe que a ciertas dosis los efectos se pueden determinar con certeza, sean estos somáticos o genéticos.

Para ciertos valores de la dosis que recibe un individuo, la gravedad de los efectos biológicos se representa en función de la dosis. A estos efectos biológicos se les denomina *determinísticos o no estocásticos*, ya que es posible determinar de manera certera, en función de la dosis recibida, los efectos que esta causara. Por otro lado, a los efectos biológicos en cuya probabilidad de ocurrencia no hay umbral de dosis, se les conoce como *estocásticos*, y se pueden manifestar tanto en el individuo radiado como en su descendencia. El reducir el riesgo de estos efectos conlleva al establecimiento de límites de dosis específicas.

2.9 Efectos Determinísticos

Estos efectos se producen cuando la radiación ocasiona la muerte de una cantidad de células que no pueden compensarse por la reproducción de las celular que conservaron dicha capacidad, afectando a la función del órgano o del tejido. Por consiguiente, puede esperarse que el efecto observado dependa de la dosis y que exista un umbral debajo del cual la perdida de células sea insuficiente para afectar al tejido u órgano. La gravedad del daño depende de la dosis, ya que a mayor dosis cada vez se dispondrá de menos células intactas capaces de reproducirse y mantener la función del órgano o tejido. Además el daño puede interferir con otros procesos del tejido, por inflamación, cambios de permeabilidad, así como producir efectos funcionales indirectos en otros tejidos, lo que aumenta la gravedad general de los efectos determinísticos.

En el tejido existe un equilibrio dinámico entre la proliferación celular y la muerte natural de las células, el cual se altera por radiación, ya que las células en proceso de reproducción son más sensibles. También se altera la distribución de edades de las células. En resumen, si la dosis no es muy alta, el tejido puede recuperarse completamente sin altera su de su función.

2.10 Efectos Estocásticos

Son los que producen alteraciones en las células normales causadas por interacciones que tienen cierta probabilidad de ocurrir, probabilidad que en general es baja. Para radiación de baja L.E.T (transferencia lineal de energía), son pocas las interacciones que ocurren en cada célula cuando la dosis es baja; a dosis de decenas de mGy la probabilidad se incrementa en forma proporcional, a una dosis mayor el efecto cambia.

2.11 Seguridad de los Rayos X

Al igual que con otros procedimientos médicos, los rayos X no son peligrosos si se usan con cuidado. Los radiólogos y los técnicos radiólogos reciben capacitación y usan la menor cantidad necesaria de radiación para obtener los resultados necesarios. La cantidad de radiación usada en la mayoría de los exámenes es muy pequeña, y los beneficios son mucho mayores que el peligro.

2.12 Radiación Durante la Vida

Los rayos X se producen solamente cuando se activa momentáneamente el interruptor, al igual que la luz visible, no queda radiación después de apagar el aparato.

La decisión de hacer un examen radiológico es médica, y se basa en la probabilidad de beneficio del examen respecto al posible peligro de radiación. Para los exámenes de baja dosis (habitualmente los que consisten únicamente en películas tomadas por el técnico radiólogo), esta decisión es fácil. Para los exámenes de dosis altas como la tomografía axial computarizada (TAC) y los que usan medio de contraste (colorantes), como bario o yodo, el radiólogo tiene



FIG- 20
Protector de gonadas emplomado

3.0 Protección contra radiaciones.

que conocer la historia de exposición a rayos X a la que se ha sometido al paciente. Conviene guardar un registro de la historia de exámenes radiológicos porque esto ayuda al médico a tomar una decisión. Si a usted le han hecho muchos exámenes radiológicos y cambia de proveedor de atención médica, le conviene guardar un registro de su historia de exámenes radiológicos porque esto le puede ayudar al médico a tomar una decisión informada.

Los riesgos por exposición a la radiación en las salas de rayos X, depende fundamentalmente de las técnicas usadas en cada exposición radiológica y de las características de los equipos que se utilicen. En el diseño de estas salas hay que considerar la ubicación de la mesa de controles, en un área cerrada protegida contra las radiaciones dispersas visualizando todo movimiento a través de un vidrio emplomado, cuyas dimensiones serán variables siendo una mínima de 40x40 centímetros, la cual será protegida de las radiaciones cumpliendo con las normas oficiales mexicanas, es decir que contara con la protección contra la radiación de acuerdo a las normas vigentes.

Como fuente de radiaciones dañinas o peligrosas para el ser humano, la sala de rayos X, debe ser diseñada con la idea de proteger también a las personas que trabajen o circulen en las áreas adyacentes, formando un envolvente en pisos, muros y techos.

No obstante, las condiciones particulares de cada equipo determinarán si la protección puede aumentarse, reducirse u omitirse en alguna parte de la sala (sala de radioterapia, resonancia magnética o el ultrasonido).

Si el servicio de imagenología está situado en un sótano, no es necesaria la protección de los pisos. Aun que algún muro corresponda a un patio o estacionamiento este debe ser protegido contra la radiación, en términos generales la altura mínima de material aislante de fuga de radiación deberá ser de 2.50 metros.

El grado de atenuación que se da en milímetros de plomo (material que por reunir las mayores ventajas al efecto, determina la unidad de medida de protección), se obtiene sumando la que proporcionan los materiales usados en la construcción, como ladrillo recocido, concreto armado, más un revestimiento de lámina de plomo, block de barita o aplanado de barita. Es importante que cuando el arquitecto tenga el anteproyecto del servicio de imagenología, debe consultar la opinión de los técnicos u organismos especializados, para que el resultado sea lo más óptimo en la instalación de cada equipo.

La barrera de protección debe ser continua, evitándose fugas. Las más frecuentes de estas se presentan en los empalmes de las capas protectoras y en las puertas, generalmente existe una zona sin protección entre la capa de plomo de la puerta y la capa protectora del muro. Esta fuga se evita colocando dentro del muro una solapa protectora que traslape con la protección de la puerta.



FIG-21
Gantes emplomados

4.0 Observaciones Técnicas de las Áreas de Imagenología.

Las salas de rayos X, con sus respectivos vestidores deben tener:

1.- una adecuada temperatura para que los pacientes que se despojan de sus ropas no sientan frío.

2.- El arquitecto proyectista decidirá si se dispone sistema de aire acondicionado o simple extracción de aire combinado con calefactores.

3.- El cuarto de revelado requiere también una temperatura cómoda y renovación eficaz del aire, a base de inyección y extracción de este.

4.- Para la protección de los muros contra radiaciones es recomendable por la sencillez de su aplicación, el uso de aplanados de barita en vez de muros de tabique, concreto armado o de láminas de plomo cuya colocación así como la de revestimiento sobre ella Es muy complicado.

5.- En las salas de rayos X, se recomiendan como acabados, el plafón removible con el acabado, loseta vinilica en los pisos Los muros con el acabado que de la protección adecuada al POE.

6.- En las instalaciones fijas o móviles, la delimitación de la zona controlada debe efectuarse mediante elementos estructurales o de construcción tales como pisos, paredes, y techo.

7.- La sala de rayos X y el área de ubicación de la consola de control del equipo deben quedar dentro de la zona controlada.

8.-En áreas donde se concentren más de una sala de rayos X deben formar parte de la zona supervisada,

9.-Las dimensiones y accesos de una sala de rayos X serán las suficientes para manejar con seguridad a pacientes en camilla o en silla de ruedas, siempre y cuando se consideren estos casos en el programa de servicios.



FOTO- 1 Del Arquitecto depende si se instala aire acondicionado o solamente extractor e inyector



FOTO- 2 Para la protección de los muros contra la radiación se pueden utilizar diferentes tipos de materiales como barita plomo, concreto etc.

10.- El diseño se debe efectuar de forma que en la medida de lo posible no se dirija el haz directo de radiación hacia la consola de control, puertas de acceso o ventanas.

11.- Análogamente se recomienda no dirigirlo hacia el cuarto oscuro, de lo contrario se debe contar con el blindaje adecuado, debe existir un control variable de luz ambiental en las salas de fluoroscopia para evitar perjuicio en la agudeza visual de los operadores.



FOTO-3 Inyección de aire en el cuarto oscuro



12.- El paciente debe ser observable en todo momento desde la consola de control por contacto visual directo a través de una ventana blindada, o mediante dos sistemas que sean redundantes entre si, por ejemplo, con espejos y por medio de un sistema de circuito cerrado de televisión.

13.- La sala de rayos X debe estar diseñada de tal forma que exista comunicación directa o electrónica, desde la consola de control con el paciente.

14.- Se requiere que en el exterior de las puertas principales de acceso a las salas de rayos X exista un indicador de luz roja que indique que el generador está encendido y por consiguiente puede haber exposición, dicho dispositivo debe colocarse en lugar y tamaño visible junto a un letrero con la leyenda **“CUANDO LA LUZ ESTE ENCENDIDA SOLO PUEDE INGRESAR PERSONAL AUTORIZADO”**.

15.- Se requiere que en el exterior de las puertas de las salas de Rayos X, exista un letrero con el símbolo internacional de la radiación ionizante de acuerdo con la norma NOM-229 con la leyenda



FOTO-4 El paciente debe ser siempre observado desde la consola de control por contacto visual a travez de una ventanilla blindada

siguiente
“RADIACIONES -ZONA CONTROLADA”

16.- En la sala de rayos X, debe colocarse en lugar y tamaño visible por el paciente, un cartel con la siguiente leyenda **“EN ESTA SALA SOLAMENTE PUEDE PERMANECER UN PACIENTE A LA VEZ “**.

17.- para POE y para pacientes la instalación debe contar con dispositivos de protección tales como mamparas, mandiles, collarines, protectores de tiroides, protectores de gónadas y todo aquel implemento que

sea necesario de acuerdo con lo establecido en la **NOM-229-SSA1-2002**

18.- .En la sala de rayos X deben estar solamente los equipos y accesorios indispensables para los estudios programados.

5.0 Diseño de Blindajes.



FIG- 23 SE USARAN ANGULOS O TIRAS DE PLOMO ADOADOS AL INTERIOR DE LAS JUNTAS O REMATES DE LOS MUROS Y PUERTAS

los muros, columnas, tableros pre construidos y otro elemento de la instalación que se ubique en la sala de rayos X, deben blindarse de tal forma que si se presentaran movimientos normales de la estructura, la protección no se viera afectada. Es recomendable el empleo de ángulos o tiras de plomo adosados al interior de las juntas o remates de los muros. Los tableros de control. Cajas de instalación u otros materiales, que interrumpen la continuidad de la protección, deben protegerse por su interior y si esto no es posible por el lado opuesto del muro.

Cuando se utiliza como blindaje lámina de plomo o un material similar, éste debe estar montado de tal manera que no se deslice bajo su propio peso y el empalme entre las láminas deberá ser de un centímetro como mínimo. Las cabezas de clavos, tornillos o remaches deben estar cubiertas con plomo del mismo espesor que el de la lámina. Los blindajes deben ser homogéneos y cumplir con la composición y densidad exigidas.

Toda instalación debe contar con una verificación de blindaje documentada y abalada por un asesor especializado en seguridad radiológica, que garantice que la dosis que reciben público y POE se encuentre por debajo de los límites de dosis establecidos en la **NOM-229-SSA1-2002**, dicha verificación se hará de acuerdo con los criterios establecidos anteriormente.

Los blindajes para la construcción, adaptación o remodelación deben determinarse con base en una memoria analítica elaborada de acuerdo con la **NOM-229-SSA1-2002** misma que debe ser avalada por un asesor especializado en seguridad radiológica y aprobada por la autoridad competente antes del inicio de los trabajos.

La altura del blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1 metros. En instalaciones fijas, es indispensable que la protección del operador durante la exposición consista en una mampara fija si la consola de control esta dentro de la sala de rayos X.

Entre los diferentes elementos constructivos donde sean instalados: muros, puertas, marcos ventanillas de control, pasa placas entre otros, de tal manera que dicho blindaje no se vea interrumpido en ningún punto de punto de la superficie a proteger.

Las juntas constructivas que existieran entre



FIG- 22 SE PUEDE OBSERVAR LA LAMINA DE PLOMO COMO PROTECCION CONTRA LAS RADIACIONES, EN LA PUERTA DE ZONA DE CONTROLES.

5.1 Calculo de Blindajes.

La memoria analítica de cálculo de blindaje debe constar de la siguiente información:
Planos o diagramas arquitectónicos a escala 1:100 y 1:200 de la instalación indicando sus colindancias; así como la delimitación de las zonas controladas, supervisadas y no controladas

5.2 Indicación para el uso de las áreas Adyacentes.

Planos o diagramas arquitectónicos a escala entre 1:25 y 1:100 de la sala de rayos X, señalando la ubicación de los equipos, consola de control, mamparas, procesadores de imagen y accesorios

6.0 Características Constructivas de una Sala de Acelerador Lineal y Gamma Knife.

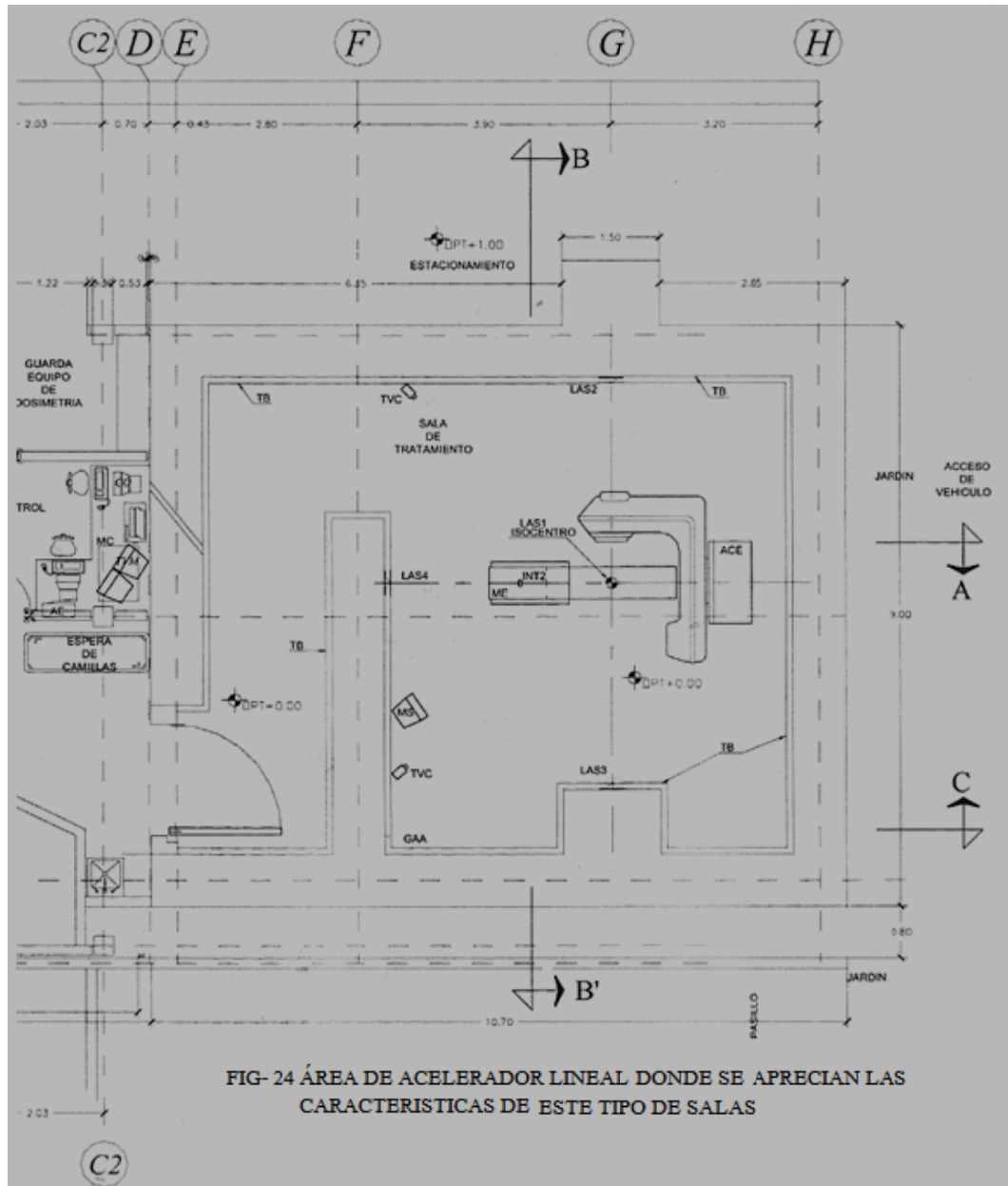


FIG- 24 ÁREA DE ACCELERADOR LINEAL DONDE SE APRECIAN LAS CARACTERÍSTICAS DE ESTE TIPO DE SALAS

La ley de Obras Publicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento vigente así como, la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, Ley de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares y Reglamento General de Seguridad Radiológica, además de lo señalado en el proyecto, en las especificaciones de construcción y normas de calidad de los materiales y a las necesidades de la guía mecánica del equipo a instalar, son elementos que por las características. de las áreas que se construyen en el sector salud se deben tomar en cuenta.

Para llevar a cabo la construcción de un área que albergara un equipo que emita radiaciones ionizantes en este caso, un acelerador lineal, se realizara previa valoración del terreno por una mecánica de suelo, la cimentación de pende de este resultado.

El proceso constructivo de la obra inicia con la localización y el trazo de los límites del terreno según lo señalado en el proyecto, para realizar la cimentación en todo el perímetro que ocupara lo que se conoce como bunker. Se inicia el colado de las mesas (bases) de concreto macizo que servirán de apoyo para el montaje de la cimbra metálica para la construcción de los muros pre colados (tabletas) colados in situ de acuerdo a la fabricación y No, de montaje de proyecto respectivamente, ya que estos a su vez formaran parte integral de los muros (barreras primarias y barreras secundarias) del bunker. Para el colado de dichos muros se utilizo concreto baritado según lo señalado en el proyecto, de clase I, resistencia rápida. $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, densidad mínima de 2.35 ton/m^3 . Dichos muros pre colados, se colaron en el sitio, apilándose uno sobre otro en las distintas mesas o bases de apoyo hasta que la última remesa se termine de fabricar para posteriormente, efectuar el montaje de las mismas con una grúa de 20 ton. Al realizar el montaje de dichas tabletas, estas se irán uniendo lateralmente en forma “machihembrada”, y por enfrente, se irán anclando unas con otras con tensores de $3/8$ ” de diámetro y placas de acero de $1/2$ ”x10x10 cm a través de los orificios que se dejaron previamente al colado de las mismas y una vez montadas todas las tabletas a lo largo y ancho de toda la cimentación que delimito el área del bunker, estas formaron la cimbra prefabricada que alojo el concreto baritado en el espacio dejado entre ellas.

Por necesidades del equipo que se instalara, el colado de los muros del concreto bunker (relleno) se llevo a cabo en una sola etapa (monolíticamente) para evitar las juntas frías, mediante la utilización de una bomba telescópica para la rápida colocación del concreto baritado de resistencia rápida $f,c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y densidad mínima de 2.35 ton/m^3 según especificaciones de proyecto, se bombearon un total de 233.50 m^3 de concreto baritado para dichos muros, todo esto con la finalidad de atenuar la radiación que producirá el acelerador lineal al interior del bunker. Un laboratorio de control de calidad llevara a cabo las pruebas del control de calidad en el concreto baritado suministrado, anexando los resultados de las pruebas obtenidas. En la elaboración del concreto baritado, el agregado de arena y grava del concreto ordinario está sustituido, en gran parte por el mineral barita, cuyo componente principal es el sulfato bórico.

Debido a la densidad del concreto baritado (alrededor de 3.5 gr/cm^3) es utilizado por su eficaz remoción de neutrones rápidos y de atenuación de rayos gamma, el tamaño máximo de este agregado debe ser el adecuado para ser bombeable.

Posteriormente se llevara a cabo el montaje de las vigas de acero de perfil IPR de 18 ”x $71/2$ ”, con pesos de 74.08 kg/m , acero A-36, las cuales sirvieron de apoyo para recibir la carga que proporciona la losa de 0.80 m de espesor (para barreras secundarias) y 1.70 m de espesor (para barreras primarias), las cuales serán colocadas según lo indicado en el proyecto estructural, la primera viga se colocará en el cerramiento del bunker (acceso) con una longitud de 2.30 m , la siguiente viga de acero se colocara en el laberinto del bunker teniendo esta una longitud de 2.25 m de longitud, a continuación se monto la viga de mayor longitud que será de 7.50 m , en seguida se montaran las vigas que estarán en la parte superior del equipo (el acelerador lineal) con una longitud cada una de 5.60 m , para la conformación del bunker.

Para la preparación la preparación de la puerta giratoria motorizada (puerta blindada contra radiaciones), en el cerramiento de acceso a el cerramiento de acceso a el bunker, la cual incluyo lo siguiente:

6.1 Premarco

Consiste en un perfil en vano de entrada al laberinto del bunker con anclajes y soportes metálicos para hacer solidario en muro.

6.2 Marco Estructural

Resistente y proyectado para hacer solidario a premarco en vano en vano de entrada, con elementos porta componentes de instalación para el funcionamiento de la hoja.

Comprende:

-Marco conformado según plano de entrada

- Soportes de giro porta-rodamientos
- Unidad de accionamiento electro-mecánico
- Botoneras interior y exterior de accionamiento de hoja
- Fines de carrera, control de apertura y cierre
- Accionamiento para cambio a movimiento manual

6.3 Hoja Giratoria

Realizada con perfilado resistente para ubicar las barreras de blindaje, con armado estructural interno y sella el vano de paso libre al laberinto del bunker, con un solape perimetral de 10 cm que garantiza la radio protección.

Comprendiendo:

- Marco resistente con ejes de giro
- Mecanismo para cambio a modo manual
- Manerales para apertura y cierre
- Barreras de blindaje
- Seguridades incorporadas
- Acabado exterior

6.4 Seguridades

Comprende:

Barrera de plomo mayor a 6 mm Realizadas con células fotoeléctricas y bandas sensibles a presión, instaladas en los labios de cierre de elemento móvil (hoja), Ante eventual atrapamiento se detiene, retira y stop.

Comprende:

- Células de haz fotoeléctrico
 - Banda de presión exterior
 - Célula de haz fotoeléctrico interior
 - Señalización óptica /acústica señalización
- Seguridad por microswitch de contacto de confirmación puerta.

6.5 Acabados Externos

Realizados en acero inoxidable ASTM/AISI 304, recubriendo toda la embocadura de entrada y hoja, para permitir un acabado aséptico, que facilite su posterior limpieza para alcanzar el grado de higiene óptimo requerido en las zonas hospitalarias.

Continuando con el proceso constructivo de la obra, se hará la fabricación de las losas precoladas coladas in situ (procedimiento similar a la de los muros precolados) con un numero de fabricación y montaje de acuerdo al proyecto para llevar a cabo el montaje de las mismas, apoyadas sobre los muros del bunker (barreras primarias y secundarias) en los extremos y sobre las vigas de acero de perfil I mencionadas anteriormente, en la parte media.

Al igual que los muros precolados, las losas precoladas también se colaron con concreto baritado de resistencia rápida, revenimiento 12 ± 2.5 cm, $f'c=250$ kg/cm², densidad mínima de 2.35 ton/m³ según lo señalado en el proyecto, en las especificaciones de construcción y en la guía mecánica, se utilizaron un total de 12.00 m³ de concreto baritado. Dichas losas precoladas se armaron con el acero de refuerzo indicado en el proyecto estructural.

Posteriormente, se llevo a cabo el montaje de dichas losas precoladas, que sirvieron a su vez, como cimbra prefabricada para conformar la losa del bunker (tanto para las barreras primarias como para las barreras secundarias). Para el caso de las, secundarias, el espesor de dicha barrera es de 0.80 m de espesor y para el caso de las barreras primarias (cinturón primario), el espesor es de 1.70 m . Se continuo con el colado de la losa (para la conformación de las barreras anteriormente descritas, según lo señalado en el proyecto, para llevar a cabo el correcto colado de la losa del bunker, se utilizo una telescópica para cumplir completamente con lo señalado en

el proyecto, concreto baritado bombeable de resistencia rápida, densidad mínima de 2.35 ton/m³, revenimiento de 12+- 2.5 cm, f'c = kg/cm², previamente al colado, se colocó la malla electro soldada 6/6-10/10 como acero de refuerzo en el lecho inferior de la losa y posteriormente conforme se iba avanzando en el colado de la losa, se colocó la otra malla electro soldada 6/6-10/10 en el lecho superior de la losa.

Simultáneamente, se llevó a cabo la construcción de las áreas de preparación y diagnóstico (área de control y planeación del tratamiento) para proporcionar un servicio de alta calidad y trato adecuado a los pacientes o usuarios del equipo (acelerador lineal).

Finalmente, se terminó la construcción sala de tratamiento (bunker), instalando todos los equipos necesarios para su óptimo funcionamiento, como es la colocación de la placa base que soportará el equipo (acelerador lineal), que está alojada dentro de concreto de alta resistencia y sin contracciones (concreto grout), posteriormente al secado de la base de concreto grout, se procedió a la instalación del equipo el cual produce radiación ionizante con la participación de la empresa dedicada a esto, después se instalaron los equipos de aire acondicionado, la ductería adecuada en base a la memoria de cálculo correspondiente y apegados totalmente a lo señalado en el proyecto y especificaciones de construcción; así como también, la colocación de las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y especiales según proyecto.

Posteriormente, se llevó a cabo el suministro y colocación de los diferentes acabados para piso, muros, losa para cumplir totalmente con el aspecto funcional de dicha obra.

La observación del paciente se llevará a cabo desde el cuarto de control y planeación de dicho tratamiento, a través de circuito cerrado de televisión, desde donde se dirige todo el tratamiento especializado.

7.0 Características Constructivas de la Resonancia Magnética

7.1 Protección magnética

Protege el campo magnético de cualquier influencia externa y protege al medio ambiente exterior de los efectos de un campo magnético fuerte, se pueden colocar planchas



FIG- 25 EL USO DE ESTE EQUIPO GENERA MUCHO CALOR POR LO QUE SE REQUIERE UNA VENTILACION ESPECIAL ACONDICIONADA, COMO ESTA, POR PISO.



FIG- 26 CARACTERISTICAS DEL RECINTO DE RADIOFRECUENCIA TECHOS MUROS

de acero alrededor del propio contenedor del imán (autoprotección) o en las paredes de la habitación donde está colocado este (protección pasiva). En cualquier caso, el resultado de la protección antimagnética es la rápida caída de la intensidad de la intensidad del campo magnético fuera de las paredes que rodean el imán.

La empresa Toshiba, utiliza un método de autoprotección que coloca el material de blindaje alrededor del núcleo del imán. Esto hace que el blindaje antimagnético que es necesario colocar en las paredes de la habitación sea muy pequeño, si es que llega a necesitarse. Esto se debe a que la línea de 5 gauss queda encerrada dentro de un área elíptica de 13x8 pies (3.9 x 2.4) del centro del magneto.

7.2 Protección de Radiofrecuencia

La sensibilidad del sistema receptor es tal que tiende a captar ruidos de todas partes. Se necesita algún tipo de recipiente desde totalmente cerrado que contenga la estructura del imán, esto puede variar desde la la colocación de la protección alrededor de toda una habitación hasta la metálico totalmente cerrado que contenga la estructura del imán, esto puede variar desde la colocación de la protección alrededor de toda una habitación hasta la construcción de una protección inmediata directamente fijada al imán. En la protección contra la radiofrecuencia es importante

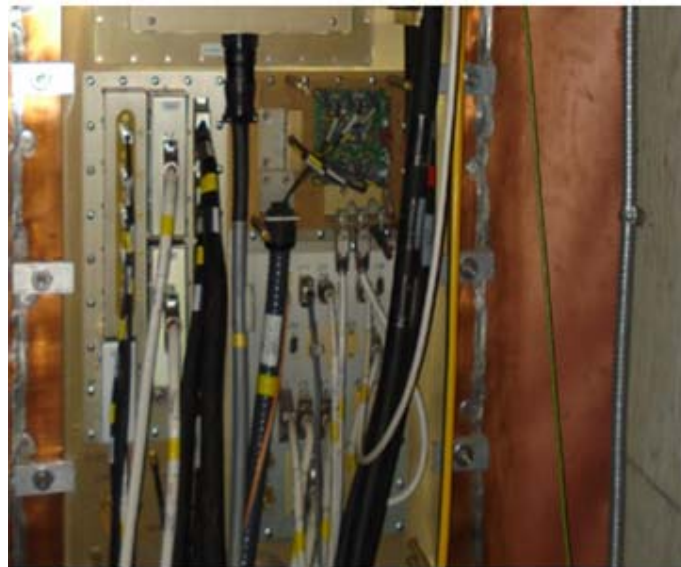


FIG- 27 INSTALACIONES ELECTRICAS, PARA QUE TRABAJE EL MAGNETO DE LA RESONANCIA MAGNETICA

que todas las juntas estén bien hechas, ya sea soldadas, solapadas o atornilladas. El objetivo es conseguir una caja de Faraday totalmente cerrada que permita lograr un campo de radiofrecuencia equipotencial. Cualquier conductor de corriente que penetre dentro del recipiente de protección, así como las aperturas de ventilación de la habitación, deberán estar provistas de filtros adecuados para evitar la entrada de radiofrecuencias extrañas dentro de la habitación donde esta el equipo de resonancia magnética. El metal escogido generalmente para construir la caja de Faraday es el acero inoxidable.



FIG-28 EL RECINTO DE RADIFRECUENCIA ALBERGA EL EQUIPO DE RESONANCIA MAGNETICA

puro (con respecto a R.F.) el recinto protegido contra la radiofrecuencia esta colocado dentro de la estructura de una habitación ya existente (cuarto magnético) para filtrar todas las señales no deseadas de radiofrecuencia. La habitación protegida contra la radiofrecuencia es llamada el recinto de radiofrecuencia. Debe prestarse un gran cuidado y atención a esta parte integral y muy importante del centro de resonancia magnética, todas las vías de penetración en el recinto deberán estar adecuadamente protegidas contra la R.F.. Como regla general, mientras menos vías de penetración haya mejor. Mantener la eficiencia de la protección contra R.F. es de la máxima prioridad. Por lo tanto, las especificaciones de Toshiba exigen que el recinto presente niveles de amortiguación de 90 Db o mayores a frecuencias de 1 a 100 Mhz. El recinto de radiofrecuencia es una habitación construida con un metal de baja resistencia, tal como el cobre, el aluminio o el acero galvanizado. Debe ajustarse dentro de la estructura de una habitación ya existente ofreciendo asi la protección eficaz necesaria para los sistemas de formación de imagen por resonancia magnética. No puede haber penetraciones en el cuarto magnético sin la adecuada protección contra radiofrecuencias.

Las penetraciones no filtradas permiten la entrada de radiofrecuencias extrañas dentro

7.3 Recinto de Radiofrecuencia

Las imágenes obtenidas a partir de transmisiones de radiofrecuencias libres de interferencias exigen un medio ambiente puro, en el que no se encuentren señales de radiofrecuencias extrañas ni sus armónicos. Para obtener un medio ambiente realmente



FIG- 30 INSTALACION ELECTRICA DE LA RESONANCIA MAGNETICA



FIG-29 DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE EQUIPO QUE UTILIZA LA RESONANCIA MAGNETICA, LAS INSTALACIONES SON MUCHAS Y MUY CARAS

del ambiente de exploración, lo que provoca interferencias en el sistema y finalmente, alteraciones en el resultado final. Los lugares que son potencialmente vías de penetración al recinto de radiofrecuencia incluyen puertas de entrada al cuarto magnético, ventana (cortinas), aperturas para el sistema criogénico, aperturas para evacuación de emergencia, sistemas de rociadores y de halon, tuberías de enfriamiento del imán cables de corriente eléctrica, tuberías de gases médicos.

8.0 Los Rayos X y la Normativa Mexicana

Actualmente la Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA12002, Salud Ambiental requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X, reglamenta la aplicación de la fluoroscopia, tomografía, mamografía y radiografía convencional. Esta NOM, publicada en el diario oficial de la federación el 15 de Septiembre de 2006 establece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones fijas y móviles, así como los requisitos técnicos para la adquisición y vigilancia del funcionamiento de los equipos de diagnóstico médico con rayos X. También los requisitos sanitarios, criterios y requisitos de protección radiológica que deben cumplir los titulares, responsables y asesores especializados en seguridad radiológica en establecimientos para diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (rayos X), para su aplicación en seres humanos con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general. Dichas actividades anteriormente estaban reguladas por cuatro normas, NOM-156-SSA1-1996, NOM-146-SSA1-1996, NOM-157-SSA1-1996 y NOM-158-SSA1-1996. Al cumplirse los cinco años de vigencia estas normativas, se abrogaron para quedar incluidas en la actual norma 229. Por disposición oficial este tipo de normativas debe revisarse cada 5 años. Al igual que en la revisión anterior, el ININ participo junto con clínicas y hospitales públicos y privados, fabricantes y proveedores de equipos médicos y organizaciones en radiología para adecuar las regulaciones de acuerdo con las nuevas necesidades por parte de los usuarios y las opciones tecnologías de vanguardia.

Debido a que en la mayoría de las instalaciones de gobierno y privados no hay un comité evaluatorio de la problemática en el uso de equipos generadores de radiación ionizante, las normas no son actualizadas como se debiera, y en ese aspecto el POE, aquí en México no tiene un respaldo legal para protegerse en algún caso de contingencia. Esa es una deficiencia, que conlleva una serie de retrasos en actualizaciones legales que implican que los procesos de adquisición de equipo y el preparado de la infraestructura para albergar a dicho equipo se retrase más.

9.0 NOM-229-SSA1-2002

3. Definiciones.

Para fines de esta de esta norma se entiende por:

3.1 ALARA.- Acrónimo de su nombre en inglés (As Low As Reasonably Achievable traducido al español como tan bajo como razonablemente sea posible, tomando en consideración las condiciones sociales, económicas. Este concepto fundamenta la filosofía de la seguridad radiológica, donde la dosis de radiación a las personas debe mantenerse tan baja como sea posible y sin perjuicio de la calidad de la imagen.

3.2 Barrera primaria.- Blindaje de la instalación sobre el cual incide, el haz de radiación útil producido por el equipo de rayos X durante el tiempo de exposición.

3.3 Barrera secundaria.- Blindaje de la instalación sobre el cual nunca incide directamente el haz útil producido por el equipo de rayos X, sino sólo la radiación de fuga y la radiación dispersa.

3.4 Blindaje.- Material empleado para atenuar la intensidad de las radiaciones ionizantes al interponerse en su trayectoria.

3.10 Carga de trabajo.- Producto de factores que determinan la cantidad de radiación emitida por el tubo de rayos X, en función de su grado de utilización, para una tensión y corriente dadas, durante un tiempo específico. Para equipos de rayos X de diagnóstico médico usualmente se expresa en:

mAmin mAs
semana semana

3.15 Cuarto oscuro.- Área de la instalación donde se lleva a cabo la preparación y el procesamiento de películas o placas radiográficas, a fin de obtener las imágenes para los estudios de diagnóstico médico con rayos X.

3.27 Efectos deterministas.- Efectos biológicos de la radiación que se presentan sólo cuando se rebasa la dosis umbral específica para ese efecto y cuya severidad es función de la dosis absorbida.

3.28 Efectos estocásticos.- Efectos biológicos de la radiación para los cuales no existe una dosis umbral, sino que la probabilidad de que se produzcan, es función de la dosis absorbida y cuya severidad es independiente de la dosis.

3.30 Equipo de rayos X.- Dispositivo generador de rayos X destinado a realizar estudios de diagnóstico médico. Este puede ser fijo, diseñado para permanecer dentro de una sala o cuarto destinado específicamente para realizar dichos estudios, o móvil diseñado para poder transportarse, manualmente o por medios motorizados a las diferentes áreas donde sean requeridos dichos estudios dentro de una misma instalación.

3.31 Equipo portátil de rayos X.- Equipo de rayos X diseñado para transportarse manualmente.

3.46 Fluoroscopia.- Técnica en la que el haz útil de rayos X, después de atravesar el cuerpo del paciente, produce una imagen dinámica.

3.49 Generador de alta tensión.- Circuito que transforma la energía eléctrica proporcionada por la alimentación de la consola de control en la tensión de operación del tubo. Este instrumento puede incluir los medios usados para transformar la corriente alterna en corriente directa, los transformadores del filamento del tubo de rayos X, interruptores de alto voltaje, circuitos de protección eléctrica y otros elementos anexos.

3.52 Instalación.- Cada sala de rayos X con su respectiva área de ubicación de la consola de control y el cuarto oscuro y área de interpretación que dan servicio a esta sala.

3.58 Manual de protección y seguridad radiológica.- Documento cuyo objetivo es que todas las acciones que involucren fuentes de radiación ionizante, se ejecuten cumpliendo con normas y procedimientos de protección radiológica adecuados, para reducir las exposiciones ocupacionales y del público a valores tan bajos como razonablemente pueda lograrse, tomando en cuenta factores económicos y sociales. Debe contener los procedimientos de protección y seguridad radiológica aplicables a las actividades que se realicen en el establecimiento.

3.59 Memoria analítica.- Documento que certifica los requerimientos de blindaje de la instalación de rayos X para diagnóstico médico, realizado por un asesor especializado en seguridad radiológica.

5. Criterios normativos

5.1 Generales

5.1.1 Los establecimientos deben contar con:

5.1.1.1 Sala de espera;

5.1.1.2 Sala de rayos X;

5.1.1.3 Área de consola de control;

5.1.1.4 Vestidores y sanitarios para pacientes;

5.1.1.5 Área de almacenamiento de película;

5.1.1.6 Cuarto oscuro;

5.1.1.7 Área de interpretación

5.1.1.8 Área para preparación de medios de contraste y para preparación del paciente, en su caso. Las dimensiones y ubicación serán de acuerdo con los tipos y cantidad de estudios a realizar.

5.1.2 Deben tenerse precauciones con pacientes del sexo femenino con sospecha de embarazo. Al respecto, deben colocarse carteles en las salas de espera para alertar a las pacientes y solicitar que informen al médico sobre dicha posibilidad. Estos carteles deben tener la siguiente leyenda: “SI EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE USTED SE ENCUENTRE EMBARAZADA, INFORME AL MEDICO O AL TECNICO RADIOLÓGICO ANTES DE HACERSE LA RADIOGRAFIA”.

5.1.3 Las áreas de vestidores y sanitarios para los pacientes, anexos a las salas de rayos X de preferencia deben tener un blindaje calculado como zona supervisada, de lo contrario se considera para todos los efectos como parte integrante de la sala de rayos X o zona controlada.

5.1.4 En el interior de las puertas de los sanitarios y vestidores de la zona supervisada que dan ingreso a la sala de rayos X debe existir un cartel con la siguiente leyenda: “NO ABRIR ESTA PUERTA A MENOS QUE LO Llamen”.

5.2 De las salas de rayos X y consola de control

5.2.1 En las instalaciones fijas o móviles, la delimitación de la zona controlada debe efectuarse mediante elementos estructurales o de construcción tales como pisos, paredes y techo. La sala de rayos X y el área de ubicación de la consola de control del equipo deben quedar dentro de la zona controlada.

5.2.2 En áreas donde se concentren más de una sala de rayos X, los pasillos colindantes con cada sala de rayos X deben formar parte de la zona supervisada.

5.2.3 Las dimensiones y accesos de una sala de rayos X estarán de acuerdo a la guía mecánica del fabricante del equipo de rayos X y suficientes para manejar con seguridad a pacientes en camilla o en silla de ruedas, siempre y cuando se consideren estos casos en el programa de servicios.

5.2.4 El diseño se debe efectuar de forma que en la medida de lo posible no se dirija el haz directo de radiación hacia la consola de control, puertas de acceso o ventanas. Análogamente se recomienda no dirigirlo hacia el cuarto oscuro, de lo contrario se debe contar con el blindaje adecuado.

5.2.5 Debe existir un control variable de luz ambiental incandescente en las salas de fluoroscopia para evitar perjuicio en la agudeza visual de los operadores y para que estos obtengan una mejor información de los monitores del circuito cerrado de televisión y del intensificador de imagen.

5.2.6 El paciente debe ser observable en todo momento desde la consola de control por contacto visual directo a través de una ventana blindada, o mediante otros sistemas, por ejemplo, con espejos ó por medio de sistemas de circuito cerrado de televisión.

5.2.7 La sala de rayos X debe estar diseñada de tal forma que exista comunicación directa o electrónica, desde la consola de control con el paciente.

5.2.8 Se requiere que en el exterior de .Dicho dispositivo debe colocarse en lugar y tamaño visible, junto a un letrero con la leyenda: “CUANDO LALUZ ESTE ENCENDIDA SOLO PUEDE INGRESAR PERSONAL AUTORIZADO”.

5.2.9 Se requiere que en el exterior de las puertas de las salas de rayos X exista un letrero con el símbolo internacional de radiación ionizante de acuerdo con la NOM-026-STPS-1998 con la leyenda siguiente:“RADIACIONES - ZONA CONTROLADA”.

5.2.10 En el interior de la sala de rayos X, debe colocarse en lugar y tamaño visible para el paciente, un cartel con la siguiente leyenda: “EN ESTA SALA SOLAMENTE PUEDE PERMANECER UN PACIENTEA LA VEZ”.

5.2.11 Para POE y para pacientes la instalación debe contar con dispositivos de protección tales como mamparas, mandiles, collarines, protectores de tiroides, protectores de gónadas y todo aquel implemento que sea necesario de acuerdo con lo establecido en esta norma.

5.2.12 En la sala de rayos X deben estar solamente los equipos y accesorios indispensables para los estudios programados.

5.3 De los cuartos oscuros

5.3.1 Para la ubicación del equipo destinado al proceso de revelado se debe tener en cuenta el número de placas obtenidas en cada sala y las distancias entre las salas y el equipo para el proceso de revelado de modo que, con base en ello, se decida la colocación centralizada, descentralizada o mixta, siempre facilitando los trayectos del personal y de los chasis.

5.3.2 El cuarto oscuro debe tener espacio suficiente para cargar y descargar película, así como para colocar cajones para la película radiográfica puesta de canto.

5.3.3 Debe existir un sistema de inyección y extracción de aire en el cuarto oscuro, de tal manera que exista una presión positiva dentro del mismo. Se recomienda el cambio del volumen total de aire del cuarto oscuro al menos 10 veces al día.

5.3.4 El cuarto oscuro de las instalaciones donde se realiza mamografía, debe contar con un filtro en los ductos de aire que evite la introducción de polvo. Las entradas de aire no deben estar sobre la superficie de carga y descarga del chasis.

5.3.5 Los equipos automáticos para proceso de revelado deben contar con una salida diseñada de fábrica a la que se le debe instalar un sistema de extracción de gases al exterior o con un sistema de filtración de gases cuyo resultado sea el mismo que el de extraer los gases al exterior.

5.3.6 Los tanques que contienen las sustancias químicas para el revelado de películas deben estar ubicados de tal manera que se evite salpicar películas secas y pantallas intensificadoras con dicha sustancias.

5.3.7 Para la instalación de equipo de proceso de revelado automático se deben seguir las recomendaciones del fabricante para tal fin.

5.3.8 Las instalaciones de drenaje y disposición de aguas residuales y desechos químicos del procesador de películas deben cumplir con las normas oficiales mexicanas emitidas al respecto.

5.3.9 El piso del cuarto oscuro debe ser anticorrosivo, impermeable y antideslizante.

5.3.10 El techo del cuarto oscuro debe ser de un material que no se descame y debe evitarse la filtración de luz alrededor de las ventilaciones de aire.

5.3.11 La puerta de acceso al cuarto oscuro debe garantizar que no haya penetración de luz. Cuando se utilice una puerta convencional deberá tener un cerrojo interior.

5.3.12 Los sistemas de pasa placa deben garantizar que no haya penetración de luz al cuarto oscuro. Cuando tengan puertas con bisagras, deben tener pasadores externos por ambos lados, diseñados de forma que impidan que las puertas se abran simultáneamente por ambos lados.

5.3.13 No debe existir entrada de luz en el cuarto oscuro, protegiendo las posibles entradas, cubriéndolas con guardapolvos o sellando con cinta adhesiva negra o con algún otro elemento de características similares.

5.3.14 Los muros del cuarto oscuro deben tener un color claro mate y mantenerse en buen estado de acabado y conservación.

5.3.15 Los muros de las áreas donde los productos químicos pudieran producir salpicaduras, deben cubrirse con pintura anticorrosiva de los colores mencionados en numeral 5.3.14.

5.3.16 La lámpara de seguridad no debe rebasar la potencia máxima que indique el fabricante del filtro de seguridad de las películas en uso. Deberá estar colocada a una distancia de por lo menos 1.20 m por arriba de la superficie de las mesas de trabajo y con el tipo de filtro de lámpara de seguridad recomendado al tipo de película que permita al técnico trabajar con seguridad y sin dañar las películas radiográficas.

5.3.17 En caso de requerirse más de una luz de seguridad, las proyecciones de los haces luminosos sobre la mesa de trabajo no deben superponerse, de modo tal que se tenga la visibilidad necesaria con el mínimo de velo para las películas.

5.4 Área de almacenamiento

5.4.1 El blindaje debe estar calculado para que durante el período de almacenamiento de la película, la exposición de ésta a la radiación sea mínima (valor orientativo de dosis 2-5 μGy , por encima de la radiación natural de fondo, dependiendo de la sensibilidad de la película).

5.4.2 Las condiciones de temperatura se deben mantener en un valor entre 10°C y 21°C con una humedad relativa entre 30% y 50%. Se deben utilizar valores diferentes a los indicados cuando lo recomiende el fabricante del tipo de película utilizada.

5.4.3 El área de almacenamiento no debe estar ubicada en la sala de rayos X.

5.4.4 La película radiográfica debe almacenarse de canto.

5.5 Área de Interpretación

5.5.1 Los negatoscopios deben estar colocados de tal manera que ninguna fuente de luz pueda afectar la percepción de la imagen.

5.5.2 Los monitores empleados en fluoroscopia deben estar colocados de modo tal que se eviten reflejos en sus pantallas que perjudiquen la observación del proceso.

5.5.3 Cuando la interpretación de las imágenes se realice en monitores de televisión, estos deberán cumplir con la resolución mínima especificada en la norma correspondiente, no deberá haber negatoscopios ni fuentes de luz frente a los mismos, las luces del techo deberán ser indirectas y contar con control variable de luz y las paredes de color mate y tono oscuro.

5.6 Diseño de blindajes

5.6.1 Los blindajes para la construcción, adaptación o remodelación deben determinarse con base a una memoria analítica elaborada de acuerdo con el punto 5.7 de esta norma misma que debe ser realizada por un asesor especializado en seguridad radiológica.

5.6.2 La altura de blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1 metros previa evaluación de las áreas colindantes.

5.6.3 En instalaciones fijas, es indispensable que la protección del operador durante la exposición consista en una mampara fija si la consola de control está dentro de la sala de rayos X.

5.6.4 Los blindajes para una instalación deben construirse de manera que exista continuidad entre los diferentes elementos constructivos donde sean instalados: muros, marcos, hojas de puertas, ventanillas de control, pasa placas, entre otros, de tal manera que dicho blindaje no se vea interrumpido en ningún punto de la superficie a proteger.

5.6.5 Las juntas constructivas que existieran entre los muros, columnas, tableros preestrucurados u otro elemento de la instalación y que se ubiquen en la sala de rayos X, deben blindarse de tal forma que si se presentaran movimientos normales de la estructura, la protección no se viera

afectada. Es recomendable el empleo de ángulos o tiras de plomo adosados al interior de las juntas o remates de los muros.

5.6.6 Los tableros de control, cajas de instalaciones u otros materiales, que interrumpan la continuidad de la protección, deben cubrirse por su interior y si esto no es posible por el lado opuesto del muro, con el blindaje suficiente.

5.6.7 Cuando se utiliza como blindaje lámina de plomo o un material similar, éste debe estar montado de tal manera que no se deslice bajo su propio peso y el empalme entre las láminas deberá ser de 1 cm como mínimo. Las cabezas de clavos, tornillos o remaches deben estar cubiertos con plomo del mismo espesor que el de la lámina.

5.6.8 Los blindajes deben ser homogéneos y cumplir con la composición y densidad exigidas.

5.6.9 Toda instalación debe contar con una verificación de blindaje realizada y documentada por un asesor especializado en seguridad radiológica, que garantice que la dosis que reciben público y POE se encuentre por debajo de los límites de dosis establecidos en esta norma. Dicha verificación se hará de acuerdo con los criterios establecidos en el punto 5.8.

5.6.10 En caso de siniestros naturales o eventos que afecten en forma evidente la integridad de los blindajes de las salas de rayos X, se deberá realizar la verificación de los mismos.

5.7 Cálculo de blindajes

5.7.1 La memoria analítica de cálculo de blindaje debe constar de la siguiente información:

5.7.1.1 Indicación del uso de las áreas adyacentes.

5.7.1.2 Plano o diagrama de la sala de rayos X, que incluyan la ubicación de los equipos, consola de control, mamparas, procesadores de imagen, pasaplaca y colindancias.

5.7.1.3 Características de los equipos indicando:

5.7.1.3.1 Marca;

5.7.1.3.2 Modelo;

5.7.1.3.3 Tipo de estudios a realizar;

5.7.1.3.4 Tensión máxima que permite el tubo;

5.7.1.3.5 Corriente máxima de operación continua del tubo de rayos X, permitida para la tensión máxima;

5.7.1.3.6 Número de tubos.

5.7.1.4 Carga de trabajo semanal estimada para cada tubo.

5.7.1.5 Identificación de las diferentes zonas (controlada y supervisada)

5.7.1.6 Indicación de los factores utilizados en el cálculo de los blindajes (carga de trabajo, factor de uso ,factor de ocupación).

5.7.2 Los puntos de interés para los cálculos de blindaje deben tomarse a 30 cm más allá de la barrera de protección.

5.7.3 Los espesores de las barreras de blindaje para proteger las áreas circundantes a la zona controlada, incluyendo las puertas de acceso a la misma y las ventanas al exterior, deben estar calculados para la protección del público de acuerdo al numeral 5.7.8

5.7.4 Los espesores de las barreras de blindaje del área de ubicación de la consola de control, área de interpretación, pasaplasas, incluyendo mamparas, puertas, ventanas o mirillas, deben estar calculados de acuerdo al numeral 5.7.8

5.7.5 En instalaciones fijas colindantes con propiedad privada, casas habitación, oficinas, comercios, fábricas o algún otro sitio donde la permanencia de personas sea comparable al tiempo de trabajo del gabinete, el blindaje debe calcularse para ocupación total y para un equivalente de dosis efectivo que no exceda 5 mSv/año, considerando otras contribuciones, optimizando mediante el concepto ALARA.

5.7.6 En salas de rayos X en las que existan varios tubos de rayos X, los blindajes deben calcularse individualmente para cada tubo y el blindaje a instalar será el de mayor espesor.

5.7.7 El blindaje puede elegirse de diversos materiales, como lámina de plomo, concreto normal, concreto baritado, tabique u otros, siempre y cuando se garantice debidamente documentado, que el espesor equivalente de plomo del material utilizado corresponde al indicado en los cálculos.

5.7.8 El cálculo de blindaje puede hacerse mediante cualquier método, siempre y cuando éste haya sido aprobado por la Secretaría de Salud.

5.8 Verificación de blindajes

5.8.1 La verificación del blindaje debe hacerse con un detector de radiaciones tipo cámara de ionización que reúna las siguientes condiciones:

5.8.1.1 Contar con un factor de calibración vigente proporcionado por un laboratorio reconocido por la autoridad competente.

5.8.1.2 Conocer la respuesta del detector con respecto a la energía a fin de corregir las lecturas por este factor.

5.8.1.3 En caso de que se usen detectores abiertos, las lecturas deben corregirse por la presión atmosférica y la temperatura existentes durante la medición.

5.8.1.4 Utilizar tiempos de exposición que sean adecuados a la sensibilidad del detector.

5.8.2 Las mediciones deben hacerse dirigiendo el haz útil de radiación hacia un medio dispersor cuyas dimensiones sean 25 cm de largo, 25 cm de ancho y espesor de 15 cm. La superficie próxima de este medio dispersor debe colocarse a una distancia igual a la distancia foco piel utilizada en los estudios más comunes.

5.8.3 Se debe utilizar el detector en modo de integración de la medición.

5.8.4 Las mediciones se deben hacer a 30 cm en el lado externo y a 1 m de altura del piso y debe de incluir puertas, consola de control y áreas adyacentes circunvecinas incluyendo piso

superior e inferior en el caso que estos se encuentren ocupados y en general en todos los sitios ocupados por POE o público ,poniendo especial atención a los sitios en los que se ubiquen traslapes, juntas o marcos.

5.8.5 Los puntos donde se realicen las mediciones deben quedar indicados en un plano o en un diagrama, donde además se muestren claramente las colindancias.

5.8.6 El resultado de las mediciones se debe expresar en mSv/semana, calculado a partir de las mediciones realizadas en mGy o mGy/h y tomando en consideración la carga de trabajo, así como los factores de uso y de ocupación que fueron utilizados en la memoria analítica o de acuerdo con las actividades cotidianas existentes en la sala de rayos X y que se deben demostrar con el registro de pacientes.

5.8.7 Los equivalentes de dosis efectivos semanales calculados de acuerdo con el numeral anterior, no deben ser mayores a los límites establecidos para el POE y el público en los numerales 16.1.1, 16.1.2y 16.1.3.

5.8.8 En caso de que los equivalentes de dosis efectivos calculados sean mayores que los límites establecidos, debe ser colocado un blindaje adicional con el fin de reducir las dosis a valores menores a los límites establecidos-

5.8.9 La verificación de los blindajes puede llevarse a cabo mediante algún otro método, siempre y cuando haya sido aprobado por la Secretaría de Salud.

5.8.10 En caso de que la verificación de blindajes arrojará discrepancias o generara algún tipo de conflicto ,el método que debe emplearse para salvar tales discrepancias es el que consta en esta Norma.

6. Responsabilidades sanitarias

6.1 Requisitos específicos.

Las instalaciones y los equipos de rayos X fijos, móviles y portátiles, utilizados en las aplicaciones de diagnóstico médico: radiografía convencional, fluoroscopia, tomografía computarizada, mamografía y panorámica dental, deben cumplir, de acuerdo con lo establecido en los ordenamientos legales, con las características de diseño, construcción y operación a efecto de proteger al público y al personal ocupacionalmente expuesto, así como para alcanzar los objetivos de protección al paciente y de garantía de calidad.

Todos los equipos de rayos X comercializados, transferidos o importados deben cumplir con la presente norma y las normas aplicables vigentes.

6.2 Requisitos administrativos.

6.2.1. Los establecimientos de diagnóstico médico con rayos X deberán contar para su funcionamiento con licencia sanitaria expedida por la Secretaría de Salud. Para obtenerla, deben cumplir con los siguientes requisitos:

6.2.1.1 Solicitud de licencia sanitaria en el formato oficial vigente y original del comprobante de pago de derechos.

6.2.1.2 Fotocopia simple del acta constitutiva del establecimiento o del alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

6.2.1.3 Fotocopia simple del poder notarial del representante legal, en su caso.

6.2.1.4 Planos o diagramas de la instalación incluyendo sus colindancias.
imagen.

6.2.1.6 En instalaciones nuevas deberán presentar memoria analítica de cálculo de los blindajes en las salas de rayos X avalada por un asesor especializado en seguridad radiológica de acuerdo con lo establecido en los numerales 5.6.1 y 5.7.

En instalaciones que se encuentren en operación deberán presentar verificación de blindajes realizado por un Asesor Especializado en Seguridad Radiológica de acuerdo con lo establecido en los numerales 5.6.9. y5.8

6.2.1.7 Cédula de información técnica que contenga:

6.2.1.7.1 Relación del POE.

6.2.1.7.2 Descripción de los equipos de rayos X, así como de las técnicas de radiología a utilizar.

6.2.1.7.3 Inventario del equipo de protección radiológica, tanto para el POE como para los pacientes.

6.2.1.8 Fotocopia simple del permiso de uso y posesión del equipo (uno por cada equipo que se encuentren en el establecimiento).

6.2.1.9 Fotocopia simple del permiso vigente del responsable de la operación y funcionamiento del establecimiento otorgado por la Secretaría de Salud.

6.2.1.10 Manual de seguridad y protección radiológica.

6.2.1.11 Manual de procedimientos técnicos.

6.2.1.12 Programa de Garantía de Calidad, de acuerdo con lo establecido en el numeral 8

6.2.2 Procedimientos administrativos.

6.2.2.1 En los casos de cambio de propietario o razón social, o de responsable de la operación y funcionamiento, el titular del establecimiento debe dar aviso por escrito a la Secretaría de Salud, de acuerdo al formato oficial vigente, dentro de los 30 días hábiles posteriores a la fecha del cambio.

6.2.2.2 El Titular del establecimiento debe dar aviso por escrito a la Secretaría de Salud del cese de operación, desmantelamiento o cierre, de acuerdo al trámite formato oficial vigente, cuando menos 5 días hábiles antes de la fecha en que vaya a dejar de funcionar. Asimismo, se deberá informar por escrito a la Secretaría de Salud del destino final de cada equipo y presentar, en su caso, el permiso de transferencia, comercialización o donación del equipo correspondiente de acuerdo con lo establecido en el numeral 9.7.

6.2.2.3 En el caso de modificación a las condiciones originales del establecimiento, el titular de éste debe presentar ante la Secretaría de Salud:

6.2.2.3.1 Solicitud de modificación en el formato oficial vigente.

6.2.2.3.2 Planos o diagramas de modificación de la instalación incluyendo sus colindancias.

6.2.2.3.3 Planos o diagramas de ubicación de los equipos de rayos X y procesadores de imagen.

6.2.2.3.4 Memoria analítica de cálculo de los blindajes en la sala de rayos X, anexando la verificación de blindajes y dictamen de blindajes avalados por un asesor especializado en seguridad radiológica. de acuerdo con lo establecido en los numerales 5.6.1 y 5.7

6.2.2.3.5 Modificaciones a la cédula de información técnica mencionada en el numeral 6.2.1.7

6.3 El personal asociado al establecimiento debe cumplir con los perfiles y responsabilidades que se mencionan a continuación, pudiendo recaer una o más responsabilidades en una sola persona:

6.3.1 Titular.- Es el responsable de la observancia de los ordenamientos legales en cuanto a diseño, construcción, instalaciones y operación del establecimiento.

6.3.2 Responsable de la operación y funcionamiento

6.3.2.1 Debe contar con el permiso emitido por la Secretaría de Salud, para lo cual se requiere presentarla siguiente documentación:

6.3.2.1.1 Solicitud en el formato oficial vigente y original del comprobante de pago de derechos;

6.3.2.1.2 Fotocopia simple del título de médico cirujano;

6.3.2.1.3 Fotocopia simple de la cédula profesional;

6.3.2.1.4 Fotocopia simple del diploma de especialidad en radiología expedido por una institución de salud académica reconocida.

6.3.2.1.5 Fotocopia simple del certificado o de la re certificación vigente de especialidad, emitido por el Consejo Mexicano de Radiología e Imagen, A.C.

6.3.2.1.6 Curricular Vitae.

6.3.2.2 Tener permanencia mínima en el establecimiento del 50% del horario de atención al público. Encaso de unidades médicas con turnos continuos deberá cubrir el turno con mayor carga de trabajo o bien se puede designar varios responsables de la operación y funcionamiento.

6.3.2.3 Ser responsable de:

6.3.2.3.1 La protección del paciente minimizando las dosis de exposición médica;

6.3.2.3.2 La protección de los trabajadores contra la exposición ocupacional, la normal y la potencial;

6.3.2.3.3 La protección del público;

6.3.2.3.4 El cumplimiento de todos los requisitos y especificaciones de esta norma y demás ordenamientos legales aplicables;

6.3.2.3.5 Cumplir los límites de exposición ocupacional y del público, de conformidad con lo especificado en el numeral 7 de esta norma;

6.3.2.3.6 Vigilar que se cuenta con el equipo de protección y los dispositivos técnicos suficientes y adecuados para garantizar la protección del paciente y del POE;

6.3.2.3.7 Vigilar que se haga uso del equipo y dispositivos mencionados en el numeral 5.2.11

6.3.2.3.8 Garantizar que el POE satisfaga los perfiles señalados en esta norma;

6.3.2.3.9 Aplicar programas de capacitación al POE, de acuerdo con los ordenamientos legales aplicables.

6.3.2.3.10 Elaborar y mantener actualizados los manuales de protección y seguridad radiológica y de procedimientos técnicos.

6.3.2.3.11 Adoptar las medidas administrativas necesarias para que los trabajadores sean informados de que la protección y seguridad son elementos integrantes de un programa general de salud y seguridad ocupacional en el que les incumben ciertas obligaciones y responsabilidades para su propia seguridad y la de terceros contra la radiación.

6.3.2.4 En el caso de servicios de atención médica ubicados en áreas rurales que realicen sólo estudios convencionales de radiografía, el médico responsable de los mismos podrá asumir la figura de responsable de la operación y funcionamiento.

6.3.2.5 El titular y el responsable de la operación y funcionamiento son responsables solidarios de los riesgos y daños a la salud que se ocasionen por el desarrollo de sus actividades y, en su caso, de su restauración.

6.3.3 Médico radiólogo.

6.3.3.1 Debe contar con título y cédula profesional de médico cirujano.**6.3.3.2** Contar con diploma de especialidad en radiología expedido por una institución de salud o académica reconocida.

6.3.3.3 Contar con certificado o recertificación vigente de especialidad emitido por el Consejo Mexicano de Radiología e Imagen, A.C.

6.3.3.4 Contar con la cédula de especialista en radiología e imagen.

6.3.3.5 Ser responsable de:

6.3.3.5.1 Dirigir e interpretar los estudios radiológicos;

6.3.3.5.2 Observar todas las reglas y procedimientos especificados por el titular o el responsable de la operación y funcionamiento;

6.3.3.5.3 Usar correctamente el equipo y los dispositivos técnicos que se le suministren para su protección, la del personal, la del público y la del paciente;

6.3.3.5.4 Abstenerse de todo acto deliberado que pudiera originar, para él mismo o para terceros, situaciones de infracción de los requisitos prescritos por esta norma y demás ordenamientos legales aplicables.

6.3.4 Técnico radiólogo.

6.3.4.1 Debe contar con cédula profesional o diploma de técnico radiólogo expedido por una institución académica reconocida.

6.3.4.2 Ser responsable de:

6.3.4.2.1 Realizar los estudios radiológicos.

6.3.4.2.2 Cumplir con las responsabilidades contenidas en los numerales 6.3.3.5.2, 6.3.3.5.3 y 6.3.3.5.4

6.3.5 Asesor especializado en seguridad radiológica. Es la persona física o moral cuya función es la de proporcionar apoyo técnico al titular del establecimiento y al responsable de la operación y funcionamiento en el cumplimiento de sus responsabilidades en materia de seguridad y protección radiológica y garantía de calidad, de acuerdo con lo establecido en esta norma y demás ordenamientos legales aplicables.

6.3.5.1 El Asesor especializado en seguridad radiológica debe:

6.3.5.1.1 Contar con el permiso emitido por la Secretaría de Salud, para lo cual se requiere presentar la siguiente documentación:

6.3.5.1.1.1 Solicitud en el formato oficial vigente y original del comprobante del pago de derechos;

6.3.5.1.1.2 Fotocopia simple del acta constitutiva o del alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;

6.3.5.1.1.3 Copia certificada del título profesional en algún área médica, físico-matemática, química o biológica y copia certificada del diploma de especialidad en seguridad radiológica expedido por una institución reconocida o de certificación como experto calificado;

6.3.5.1.1.4 Manual de procedimientos, en el que se incluyan los procedimientos para cada una de las actividades que pretenda ofrecer;

6.3.5.1.1.5 Cédula de información técnica con los datos asociados al cumplimiento de los requisitos contenidos en los numerales 6.3.5.2, 6.3.5.3 y 6.3.5.4

6.3.5.2 Tener experiencia mínima de 1 año en seguridad radiológica y control de calidad.

6.3.5.3 Contar al menos con el siguiente equipo:

6.3.5.3.1 Detector de radiación con calibración vigente tipo cámara de ionización con integrador; para medición de niveles de radiación.

6.3.5.3.2 Maniquí específico para las técnicas en que se pretende proporcionar el servicio.

6.3.5.3.3 Dosímetros con calibración vigente para mediciones en el haz primario de rayos X, apropiados para las técnicas en que se pretende proporcionar el servicio.

6.3.5.3.4 Instrumentos para la medición de los parámetros, de acuerdo con el servicio que se pretende ofrecer, especificados en esta norma.

6.3.5.3.5 Dosímetros personales.

6.3.5.3.6 La frecuencia de calibración del equipo mencionado en los numerales 6.3.5.3.1, 6.3.5.3.3 y 6.3.5.3.4 debe ser cada dos años.

6.3.5.4 El personal de apoyo del asesor especializado en seguridad radiológica debe cumplir con el siguiente perfil:

6.3.5.4.1 Certificado de bachillerato.

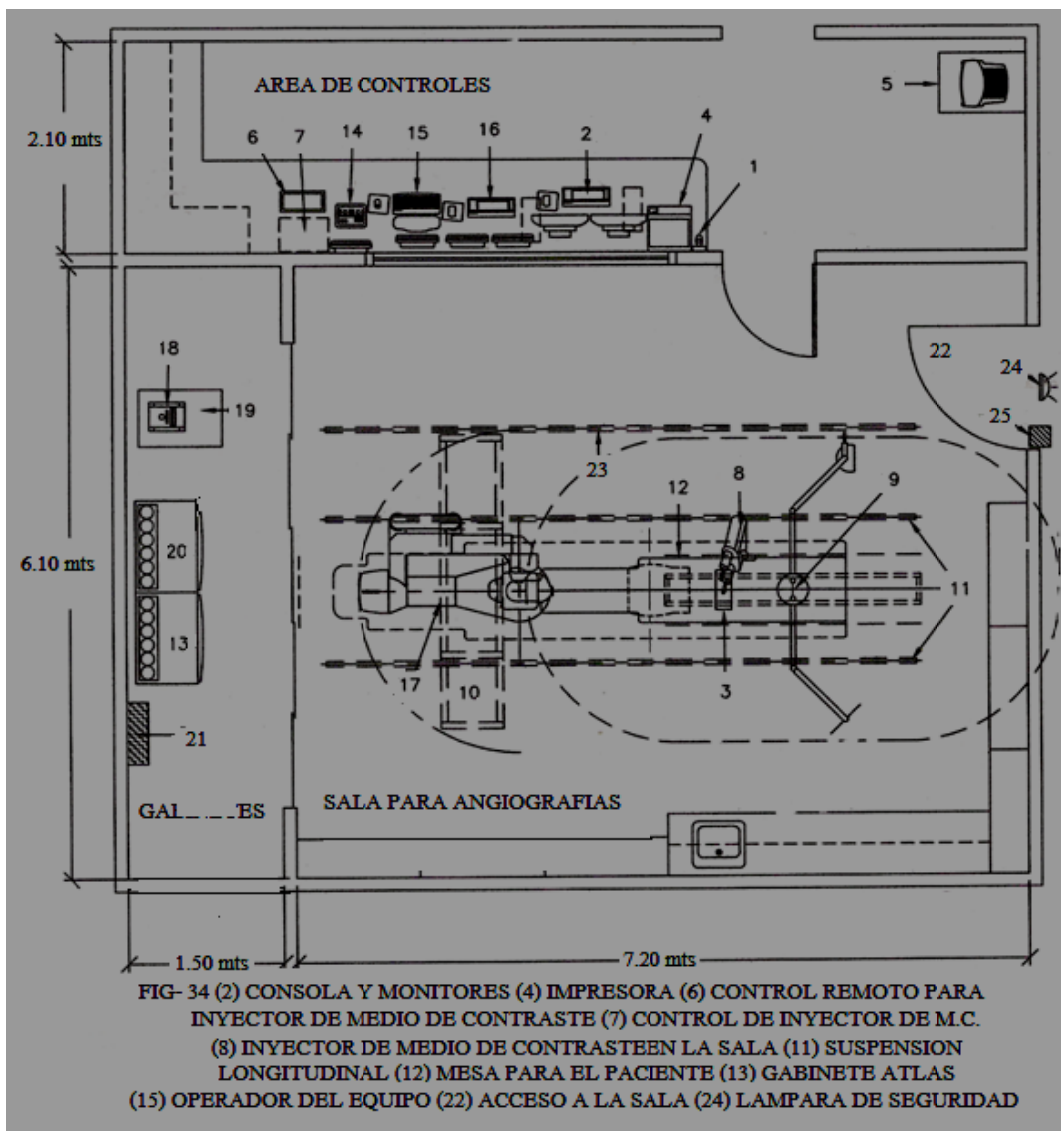
6.3.5.4.2 Copia de certificado o diploma de curso de seguridad radiológica vigente impartido por institución académica reconocida por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

6.3.5.4.3 Tener experiencia de un año en equipos o instalaciones de diagnóstico médico con rayos X.

6.4 Obligaciones generales.

6.4.1 La Licencia Sanitaria y copia del permiso de responsable de la operación y funcionamiento que acreditan al establecimiento deben colocarse en lugar visible al público.

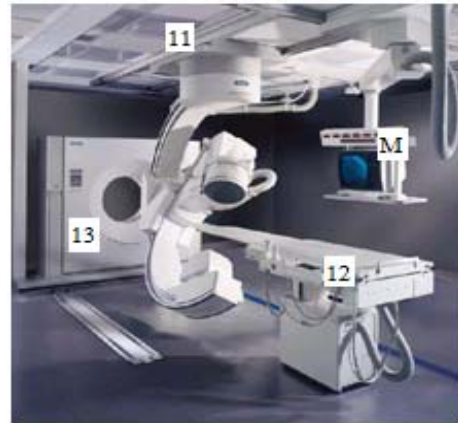
10.0 Área y Equipo para Angiografía (Hemodinamia)



RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA Radiología Intervencionista (angiografía, hemodinamia). Una especialidad médica directamente beneficiada del desarrollo de distintas modalidades de imágenes, es la Radiología Intervencionista, gracias a la cual en los últimos años se vienen produciendo sustantivos cambios en la conducta del médico en relación con el diagnóstico y manejo de muchas enfermedades; ya que nos permite llegar con precisión matemática prácticamente a cualquier lesión inflamatoria o tumoral, aunque esta se encuentre profundamente situada dentro de un órgano y obtener una muestra para análisis citó bioquímico y anatomopatológico.

El médico radiólogo intervencionista participa activamente en juntas medicas con especialidades clínicas y quirúrgicas, presentando y realizando la que muchas veces es la mejor alternativa de tratamiento. Lamentablemente rara vez se extralimitan, para valorar algo fuera del aspecto diagnóstico, dejando fuera el aspecto más importante, el contar con áreas más adecuadas para la instalación de equipos que sirvan para dar un mejor diagnóstico,

Guiado con fluoroscopia y ecografía, es capaz de cerrar un vaso sangrante o uno que viene alimentando a un tumor; otras veces puede abrir un vaso que se ha estrechado u ocluido, que irrigaba una pierna o un riñón etc. También puede realizar puentes internos dentro de las vías biliares o urinarias para drenaje. Puede colocar filtros para evitar que émbolos sanguíneos viajen hacia el pulmón u otras partes del organismo humano y



**FIG- 35 (11) SUSP. LONGITUDINAL
(12) MESA PARA PACIENTE
(13) GABINETES DE INSTALACIONES
(M) MONITOR**



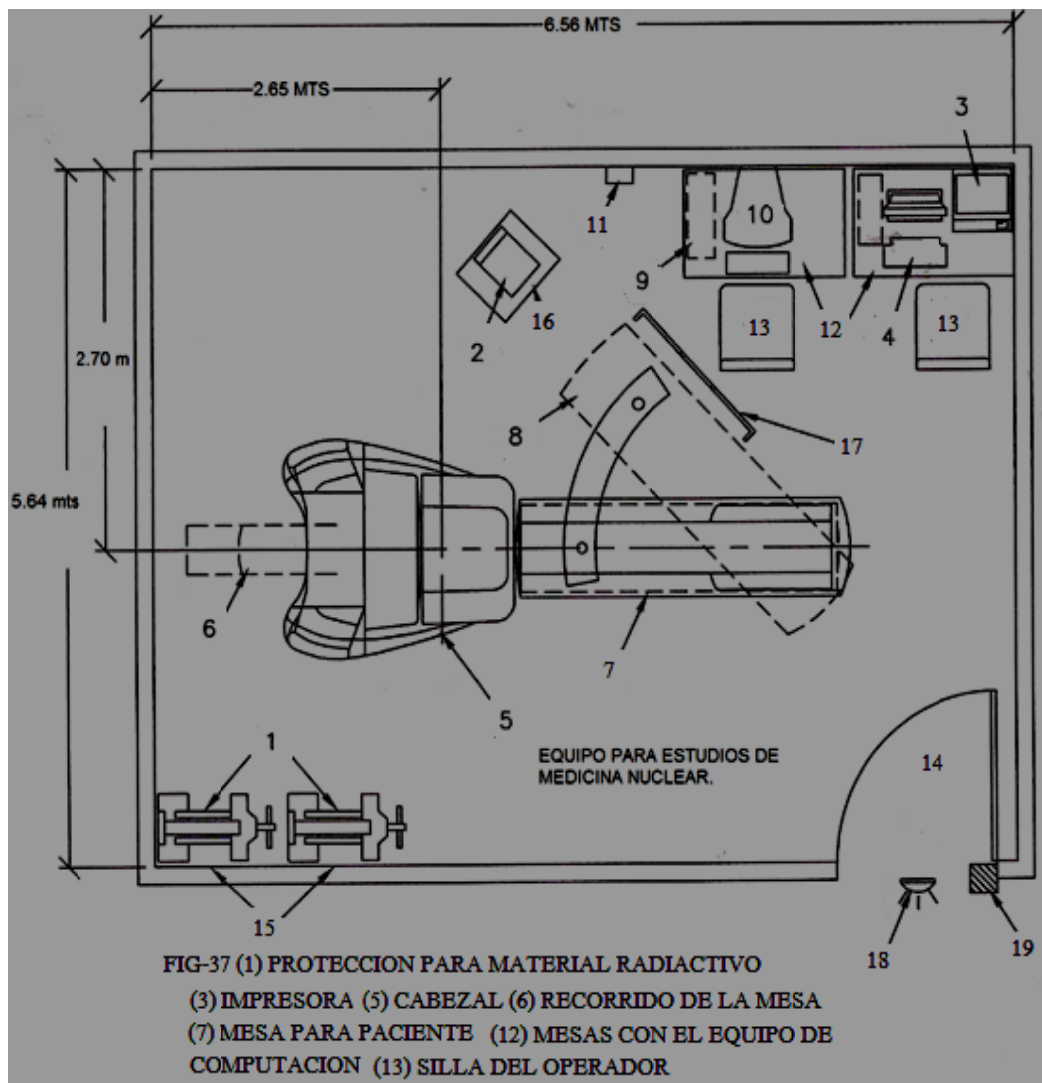
FIG- 36 EQUIPO PARA RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA CON TUBO DE RAYOS X EMPOTRADO EN PISO, CON PARTE DEL ELEMENTO HUMANO QUE INTERVIENE EN LOS ESTUDIOS

personal que participa en el estudio, lo cual al diseñar el espacio arquitectónico no se toma en cuenta y se diseña solo por cumplir un programa arquitectónico

hacer sus estragos provocándoles incluso la muerte.

Como se puede observar en el plano arquitectónico, las áreas que son necesarias para la instalación del equipo se utilizara para que pueda funcionar, la primera ilustración nos demuestra cómo debe estar instalado el equipo en el área que se propuso, la segunda ilustración nos muestra, al

11.O Área y Equipo para Medicina Nuclear o P.E.T



No fue sino hasta 1934, cuando Marie Curie y Joliot descubrieron que la radioactividad podía ser inducida en los cuerpos físicos,

A partir de las dolorosas experiencias del ataque mediante bombas atómicas, como ocurrió en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki, que fueron sometidas por los países aliados, para finalizar la Segunda Guerra Mundial, se descubrió que en el proceso de desintegración del átomo, la liberación de energía modifica el funcionamiento de las células en los organismos vivos.

Posteriormente, se produjeron elementos radio activos de manera artificial, bombardeando neutrones a las sustancias para adicionar peso atómico y hacerlas inestables.



FIG- 38 CAMARA DE SENTELLEO

Las primeras gamma grafías fueron posibles a partir de 1951. Los autores fueron Reed y Lobby.

En México, se empezaron a utilizar en el hospital de La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social en 1957. En aquel tiempo, solo se empleaban isótopos de vida media larga, que permanecían más tiempo del necesario en el torrente sanguíneo.

Se utilizaban **gamma grafos lineales**, los cuales necesitaban que estuvieran mayor tiempo el material radioactivo en el órgano en estudio. Se usaba yodo 131 y oro 198; con una vida media de 8 días y 2.3 días, respectivamente.

En 1952 se cambia el término de medicina atómica por el de medicina nuclear. El cambio entre uno y otro fue debido a que los fotones nacen del núcleo, por eso se conoce como medicina nuclear.

La cámara de centelleo data de 1963. México, empieza a usarse en 1965. En esa época se inicia el empleo de radioisótopos de vida media corta.

12.0 P.E.T. (tomografía por emisión de positrones)

En los años 80, surgió un tomógrafo con base en la emisión del fotos único SPECT, Single Photon Emisión Computed Tomography o Tomografía Computarizada por Emisión de fotos único; los fotones son componentes de la luz que aparecieron en medio de la desintegración molecular y viajan a 300 mil kilómetros por segundo.

A través del SPECT es posible estudiar cortes topográficos de órganos como el corazón, los huesos e hígado entre otros y determinar su volumen y funcionamiento.

En los años 90, surgió un nuevo tomógrafo llamado PET, Positrón Emisión Tomography, que funciona con base en la emisión de positrones con lo cual, es posible realizar imágenes con mayor precisión y obtener una mejor visualización del metabolismo del oxígeno, glucosa, proteínas y ácidos grasos.

Para realizar estos estudios, siempre se inyectan por vía intravenosa, sustancias conocidas como radio trazador o radio fármacos que liberan energía que es captada por una cámara de centelleo para reproducir imágenes del órgano estudiado.

Inicialmente, los trazadores eran de vida media larga, en la actualidad se producen sustancias de vida media corta, que cesan su radioactividad en registros de desempeño expresados en cifras, curvas y otros. Las graficas de desempeño indican el desarrollo de la actividad fisiológica en un tiempo determinado, las curvas expresan en que momento el órgano se encuentra con mayor actividad y cuando baja su rendimiento.

Antes de que aparecieran las computadoras, las maquinas electromecánicas solo dibujaban siluetas (mediante una pajillas de acero y un tintero, de modo similar a las antiguas plumas para describir) y posteriormente, los médicos rellenaban con color los contornos.

Actualmente, las computadoras analizan los datos del cuerpo humano y revisar el funcionamiento de los órganos.

Como ya mencionamos, en los procedimientos efectuados con medicina nuclear, se inyectan por vía endovenosa sustancias químicas, que se desintegran al correr por el flujo sanguíneo, liberando energía que es rastreada por una cámara de centelleo.

Esta cámara tiene un cristal de centelleo o gamma cámara, con una superficie plana y sensible de cristal de yoduro de sodio diseñada para emitir fosforescencia cuando los rayos gamma chocan con una superficie de aluminio.



FIG-40 EL USO DE LA INFORMÁTICA EN IMAGENOLOGIA ES MUY IMPORTANTE



FIG- 39 TOMOGRAFIA POR EMISION DE POSITRONES. DETECTA LOS ISOTOPOS RADIATIVOS Y HACE TOMOGRAFIA

En el proceso, los trazadores dentro del paciente ganan o pierden electrones (ionización), y al hacerlo desprenden fotones, fosforescencias centellas que son captadas por tubos multiplicadores, como foto celdas, en un marco que registra coordenadas “x” y “y”. Por medio de un plano cartesiano se forman imágenes que en un principio son analógicas y viajan en un sistema de amplificación hasta una computadora que las digitaliza en píxeles de 32 x 32 hasta 512 x 512, como en un finísimo bordado de cruz. Estos datos son registrados y analizados por las computadoras para brindar imágenes con una muy alta precisión, que auxilian a los médicos en el estudio del funcionamiento de un órgano.

Las sustancias radioactivas se conocen como radioisótopos, pero naturalmente poseen un camino dentro de la fisiología humana. Para cambiar el rumbo de estas sustancias, se administran junto con otros elementos, en este caso se conocen como radio fármacos.

Por ejemplo, si un radioisótopo se dirige en forma natural hacia glándulas salivales, para que se dirija al cerebro y pueda este ser estudiado, se le adicionan sustancias que permiten al trazador químico trasladarse a la zona para estudio.

el Año 2002, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), adquirió el primer equipo de tomografía por Emisión de Positrones y el primer ciclotrón del país, con servicio al público en general.



FIG- 42 CICLOTRON COMPLEMENTO IMPORTANTE PARA QUE FUNCIONE EL P.E.T.

12.1 ¿Qué es el Ciclotrón?

Es el comportamiento indispensable del PET ya que es un acelerador de partículas con el cual se producen diferentes radioisótopos de vida media corta como el fluor (F-18), Carbono (C-11), Nitrógeno (N-13) y oxígeno (O-15), los cuales son magníficos trazadores que emiten positrones con fotones de alta energía.

Permiten realizar imágenes en vivo de la fisiología y la bioquímica del cuerpo humano; ya que son incorporados fácilmente en las moléculas biológicamente activas.

Los radioisótopos: Fluor, Carbono, Oxígeno y Nitrógeno se utiliza para marcar glucosa, agua, amonio y ciertas drogas dentro del tejido en estudio.

Uno de los radioisótopos mas empleados en la detección de tumores malignos, es la Fluor-18 fluor desoxiglucosa (FDG), que permite evaluar el metabolismo de la glucosa, ya que tiene una vida media de 110 minutos. Otros radioisótopos tienen una vida media muy corta, que va desde segundos hasta unos cuantos minutos.

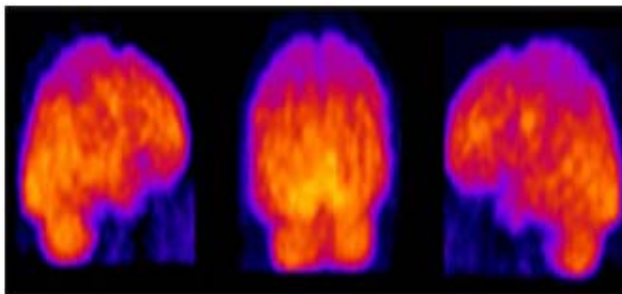
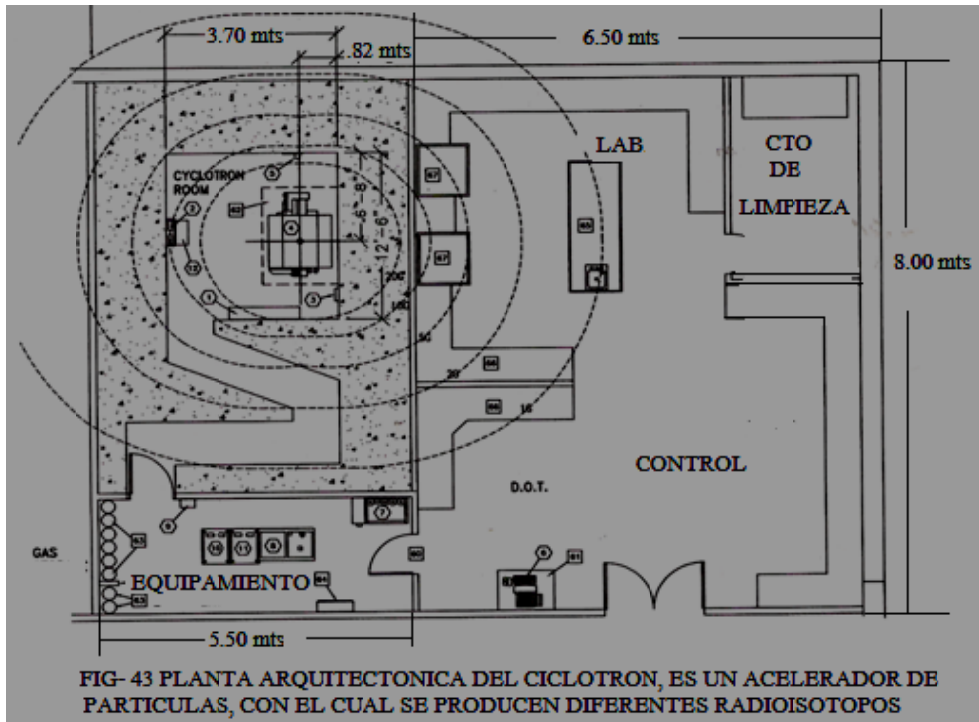
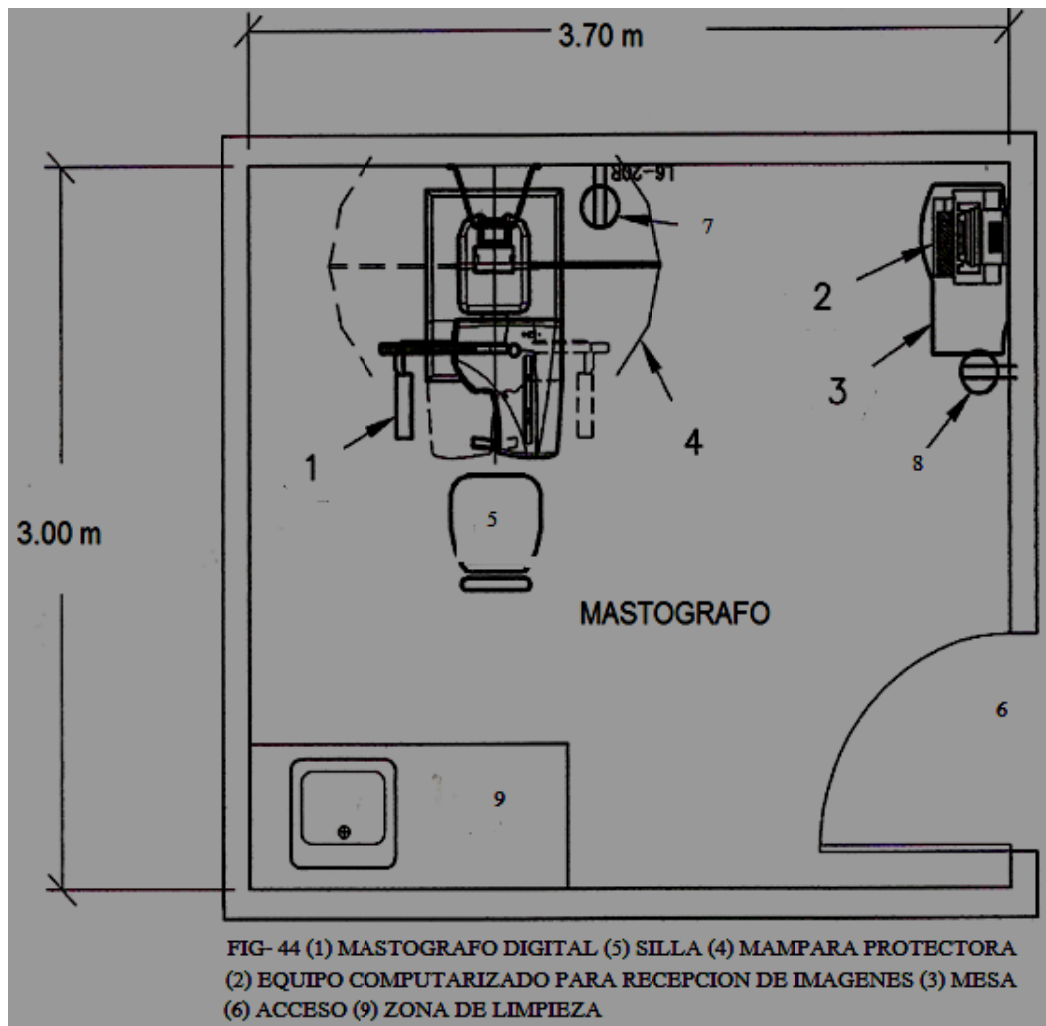


FIG-41 IMAGENES OBTENIDAS POR MEDIO DEL EQUIPO DE TOMOGRAFIA POR EMISION DE POSITRONES



13.0 Área y Equipo para mastografía digital



13.1 Mastografía digital

El mastografo es el aparato medico que detecta, por medio de rayos X, el cáncer y otros tipos de padecimientos de la mama.

Es una imagen de rayos X que evita el dar una cantidad alta de radiación a los senos o mamas y que se utiliza para detectar tumores y quistes y para ayudar a diferenciar entre las enfermedades benignas (no cancerosas) y malignas (cancerosas).

La mastografía es un estudio especial de Rayos X de los senos adaptados a un receptor digital. Es un procedimiento radiológico útil para detectar pequeños tumores mucho antes que puedan ser sentidos por el medico.

En la actualidad se cuenta con la tecnología más avanzada en diagnostico por imagen de la mama.



FIG- 45 (1) MASTOGRAFO DIGITAL (2) EQUIPO DE COMPUTACION (3) MESA DE TRABAJO



FIG- 46 MASTOGRAFO DIGITAL

A continuación se enlistan algunas de las propiedades de esta nueva tecnología

Menor dosis de radiación debido a la manipulación de la imagen digital que evita las repeticiones.

Rapidez en la obtención y evaluación de las imágenes.

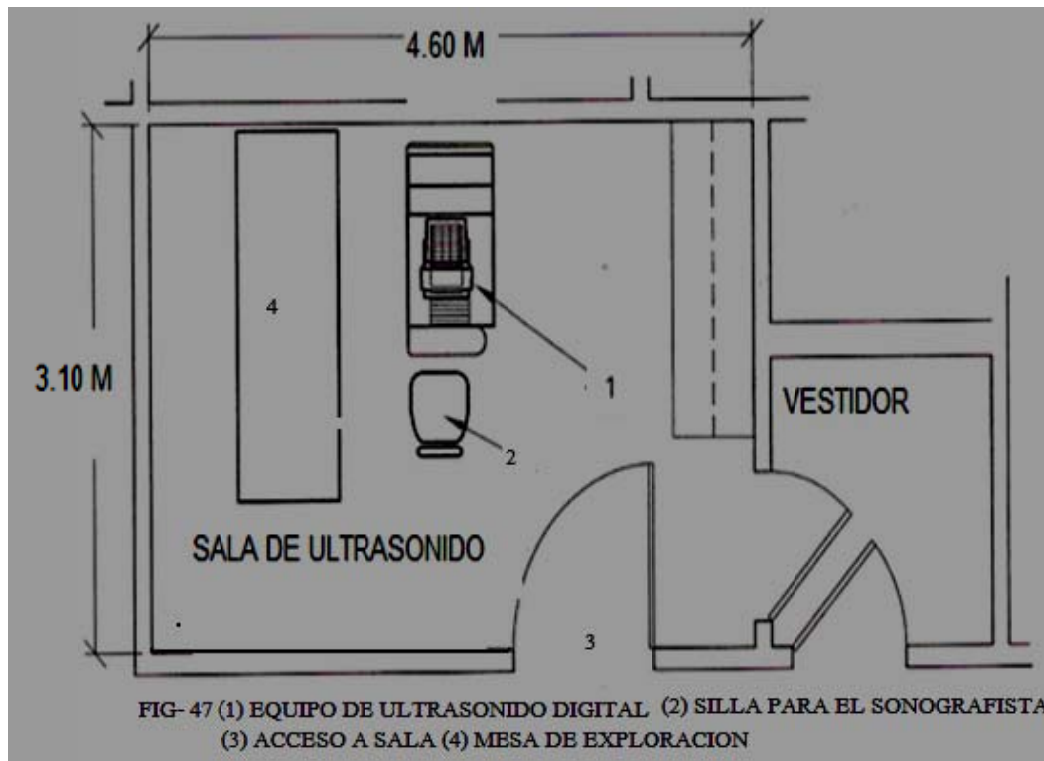
Superior a los sistemas convencionales en mama densa

Evaluación en una sola adquisición de las diferentes estructuras mamarias (piel, pezón, tejido, glandular, etc.)

Tecnología digital que simplifica el archivo y transmisión de las imágenes.

A futuro: diagnóstico asistido por computadora.

14.0 Área y Equipo para Ultrasonido



14.1 ¿Qué es la ecografía y como funciona?

También conocida comúnmente como ultrasonido, la ecografía es un procedimiento para diagnóstico; que utiliza las ondas ultrasónicas para producir imágenes de estructuras internas del cuerpo humano o del producto en desarrollo dentro de la madre.

Las ondas sonoras son emitidas por máquinas hacia el interior del cuerpo que al chocar con los órganos, *rebotan* en forma de eco, el cual es analizado por medio de computadoras. El medio idóneo de propagación de las ondas es precisamente cualquier estructura con alto contenido de agua. Es por ello que no se utiliza para estudiar tejido óseo u órganos con elevado contenido aéreo (cavidades con aire), porque los ultrasonidos en tal caso no hacen eco y siguen su camino sin retorno.

El resto de las estructuras blandas pueden ser exploradas. Se usa para la visualización de hígado, vesícula biliar, riñones, vejiga, páncreas, bazo, corazón y estructuras vasculares. Su aplicación más importante se

da en Gineco-obstetricia, pues permite diagnosticar un embarazo, sin producir daño ni a la madre, ni al producto. Las imágenes del feto suelen ser tan fidedignas, que usualmente permiten conocer su sexo, así como cualquier alteración del desarrollo normal.

14.2 Equipo de ultrasonido

Transductor (traducir o cabezal).

Es el sitio donde se encuentran los cristales que se mueven para emitir las ondas ultrasónicas. Estos transductores también reciben los ecos, para transformarlos en energía eléctrica.

Receptor. Capta las señales eléctricas y las envía al amplificador.

Amplificador. Amplifica las ondas eléctricas.

Seleccionador. Selecciona las ondas eléctricas que son relevantes para el estudio.

Transmisor. Transforma estas corrientes en representaciones graficas para verlas en pantalla, guardarlas en disquete, video o imprimirlas en papel.

Calibradores (calipers). Son controles que permiten hacer mediciones, poseen botones y teclas para aumentar o disminuir ecos, de acuerdo a la claridad con la que se reciba la señal.

Teclado. Permite introducir comandos y los datos del paciente, así como los indicadores de la sesión, incluyendo fecha de estudio.

Impresora. Para imprimir las imágenes en papel.



FIG- 48 EQUIPO DE ULTRASONIDO DIGITALIZADO

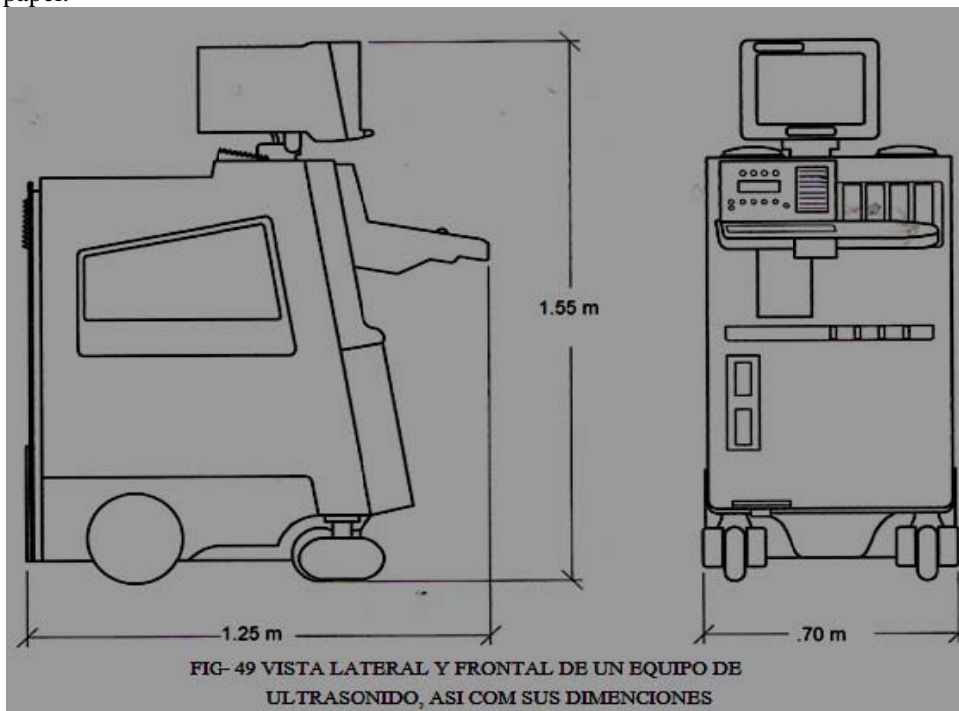


FIG- 49 VISTA LATERAL Y FRONTAL DE UN EQUIPO DE ULTRASONIDO, ASI COM SUS DIMENSIONES

15.0 Área y Equipo para Tomografía Axial Computarizada

Área para la instalación de un equipo de tomografía axial computarizada, normalmente no hay un espacio asignado para la instalación del equipo, la tecnología evoluciona a pasos agigantados, la empresa que vende el equipo solo proporciona, un esbozo de área de acuerdo al tamaño del equipo, esto como parte de una guía mecánica, que proporcionara información en general y los requerimientos, para que se instale este equipo, como consecuencia, la mayoría de las veces el área es adaptada y remodelada, creando más gastos, que si de antemano se tuviera preparada el área.

15.1 ¿Que es la Tomografía Axial Computarizada?

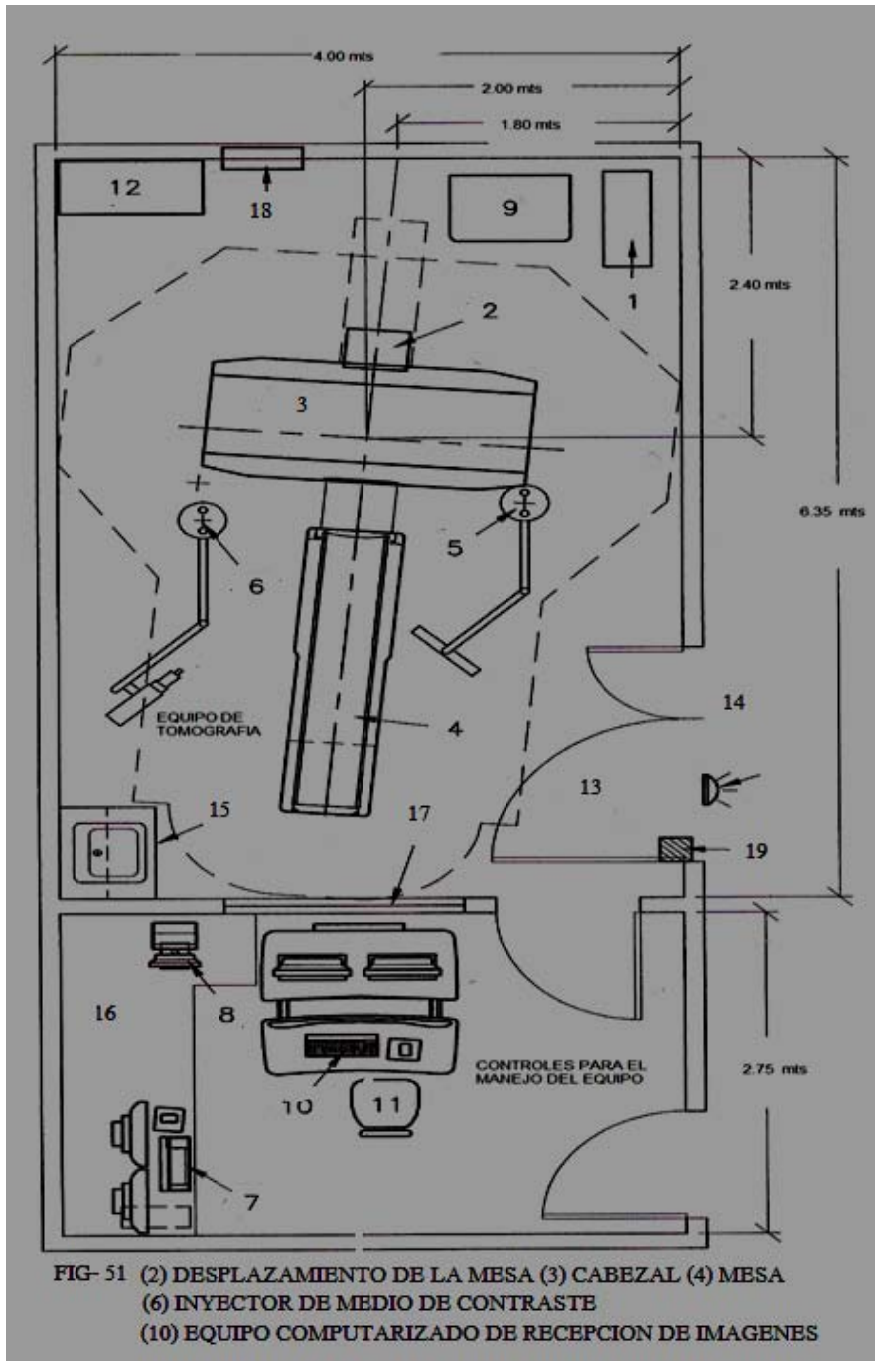
Es un método de diagnóstico médico que permite obtener imágenes del interior del cuerpo humano mediante el uso de los rayos X, a manera de rebanadas transversales, sagitales y coronales, con el fin de estudiarlo a detalle desde la cabeza hasta los pies.

En un estudio convencional de rayos X el haz de radiación se emite de una manera

difusa, pero en la tomografía axial computada (TAC) el haz está dirigido y tiene un grosor determinado que puede variar desde los 0.5 mm, Hasta los 20 mm, dependiendo



FIG- 50 (3) CABEZAL (4) MESA PARA PACIENTE (6) INYECTOR DE MEDIO DE CONTRASTE, EQUIPO DE TOMOGRAFIA MULTICORTE



Área de tomografía

del tamaño de la estructura a estudiar. En la actualidad estos equipos son muy versátiles Y se puede obtener bastante información para un diagnóstico más completo.

A medida que se hacían más rápidos y presentaban mejor resolución, los tomógrafos pasaron de primera a segunda y tercera generación.

Posteriormente aparecieron los tomógrafos multicorte con multidetectores y por ultimo, los tomógrafos helicoidales, utilizados actualmente, en donde el giro del tubo emisor es continuo, permitiendo hacer cortes y disparos simultáneos en diferentes ángulos, con lo cual se evita la discontinuidad entre cortes, reduce el tiempo de exposición, utiliza menos líquido de contraste y posibilita la reconstrucción multiplaza de imágenes.

los tomógrafos multicorte, realizan 2 cortes por segundo y estos se reconstruyen instantáneamente.

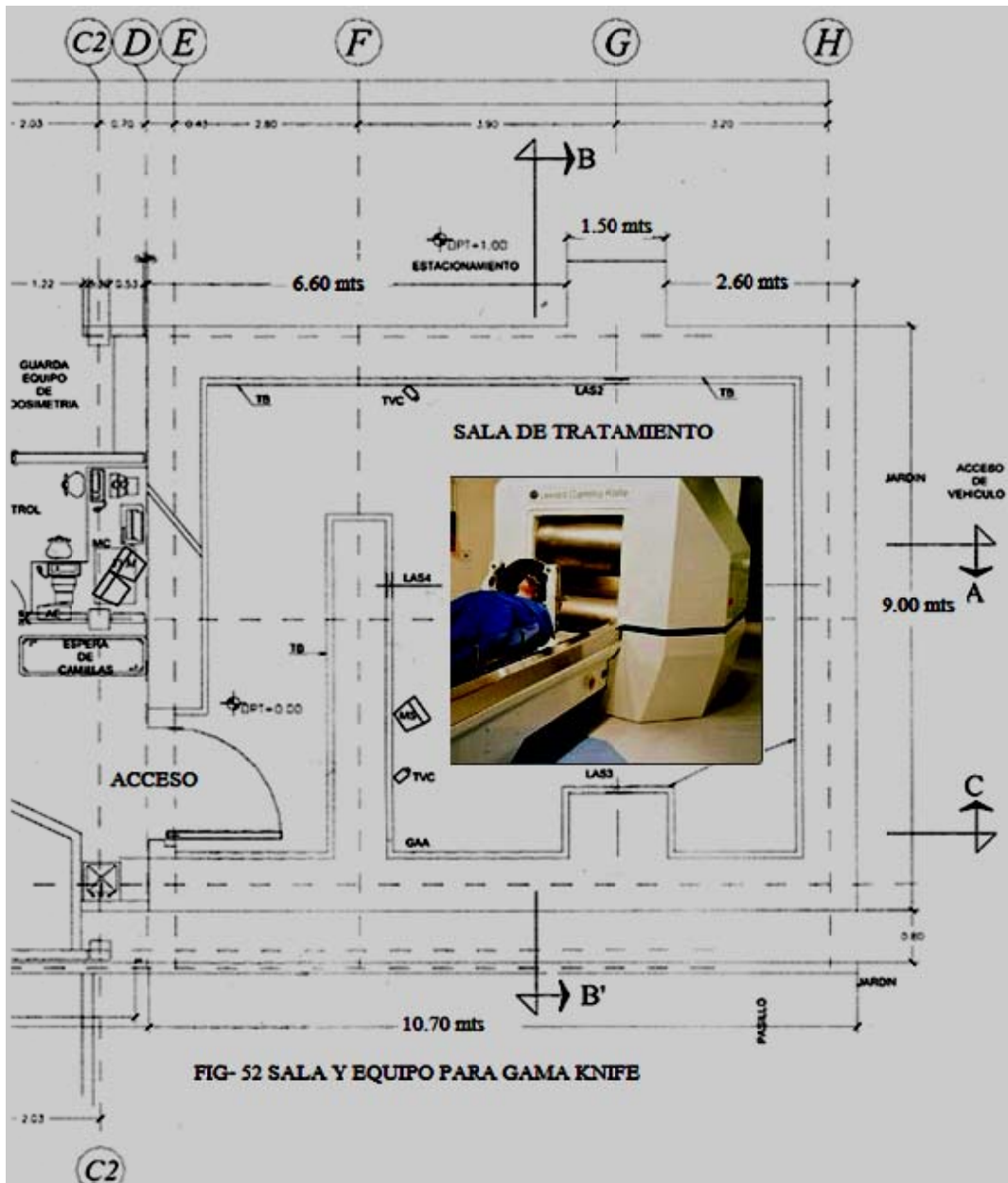
15.2 El aparato.

El aparato de TAC está constituido por dos secciones principales:

El Gantry. Es un cubo de 1.80 de alto, 2m de ancho y 1m de profundidad. Tiene un orificio al centro por donde se introduce al paciente recostado en una camilla. Este cubo contiene el tubo de rayos X móvil y un sistema de detección.

La consola de mando. Es un mueble que contiene el teclado, el monitor y el CPU. Este último cuenta con una unidad de almacenamiento de datos (raw data o datos crudos) e imágenes y un transductor (FRU) que le permite reconstruir la imagen a partir de una matriz de puntos. Se le asigna un número a cada píxel, que es una unidad de matriz.

16.0 Área y equipo para Gamma Knife.



16.1 Radio cirugía y Radioterapia Estereotáxica

Los rayos X y los rayos Gamma son las radiaciones electromagnéticas de onda corta más utilizadas para el diagnóstico y tratamiento en medicina por su capacidad de daño al ionizar las moléculas de los núcleos celulares. Desde que los rayos X fueron descubiertos en 1895, sus efectos favorables y dañinos se han estudiado con gran detalle.



FIG- 53 FORMA EN LA QUE ES APLICADA LA RADIACION GAMMA

radio cirugía Gamma (**Gamma Knife, Electa Co.**) para controlar trastornos psiquiátricos y movimientos anormales, sin la necesidad de abrir el cráneo. Este procedimiento consiste en la administración de altas dosis de radiación ionizante en fracción única a volúmenes

cerebrales pequeños y bien definidos por medio de localización estereotáxica y la administración de

múltiples haces de radiación angosta y convergente en un punto.

La radioterapia estereotáxica tiene las mismas bases, con la excepción de que las dosis aplicadas están fraccionadas y que pueden aplicarse a estructuras extra craneales. Por su naturaleza estos procedimientos requieren de un alto grado de control de calidad, además de profesionistas bien preparados y entrenados para los procedimientos de radio cirugía y radioterapia estereotáxica y contar con equipo e instalaciones adecuados. Procedimientos como el bisturí de rayos gamma, generalmente conocido como gamma knife, es un avanzado sistema que combina la información de medios de imagenología y análisis de datos para bombardear con radiaciones los tejidos enfermos en zonas accesibles, incluso dentro del cráneo, sin necesidad de cortar o agredir tejidos sanos. Las computadoras, mediante software especializado, informan la ubicación, en forma y tamaños



FIG- 55 EQUIPO GAMMA KNIFE, A BASE DE RAYOS GAMMA SE ELIMINAN TUMORES SIN REALIZAR PROCEDIMIENTO QUIRURGICO

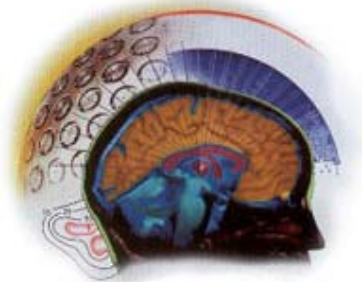


FIG- 54 BOMBARDEO DE RADIACIONES GAMMA EN PUNTOS ESPECIFICOS

exactos del tumor para dirigir radiaciones específicas y evitar la proliferación de células no deseadas

Tumores benignos y malignos
Problemas vasculares
Algunos tipos de epilepsia

Enfermedad del parkinson
Trastornos mentales
Neuralgia del trigémino
Neurinomas acústicos
Meningiomas.

La radio cirugía con rayos gamma altera el DNA del tumor o lesión cerebral, de manera que las células dejan de reproducirse y se limita su crecimiento. Los tumores más agresivos pueden desaparecer por completo en semanas, mientras que las lesiones de lento crecimiento pueden requerir un poco más de tiempo (uno, dos, y hasta tres años) para lograr su reducción y eventual desaparición.



FIG- 56 TUMOR ANTES DE LA APLICACION DEL BISTURI GAMMA



FIG- 57 TUMOR DESPUES DE LA APLICACION DEL BISTURI GAMMA



FIG- 58 PACIENTE RECIBIENDO TRATAMIENTO CON RAYOS GAMA

17.0 Area y equipo para Acelerador lineal

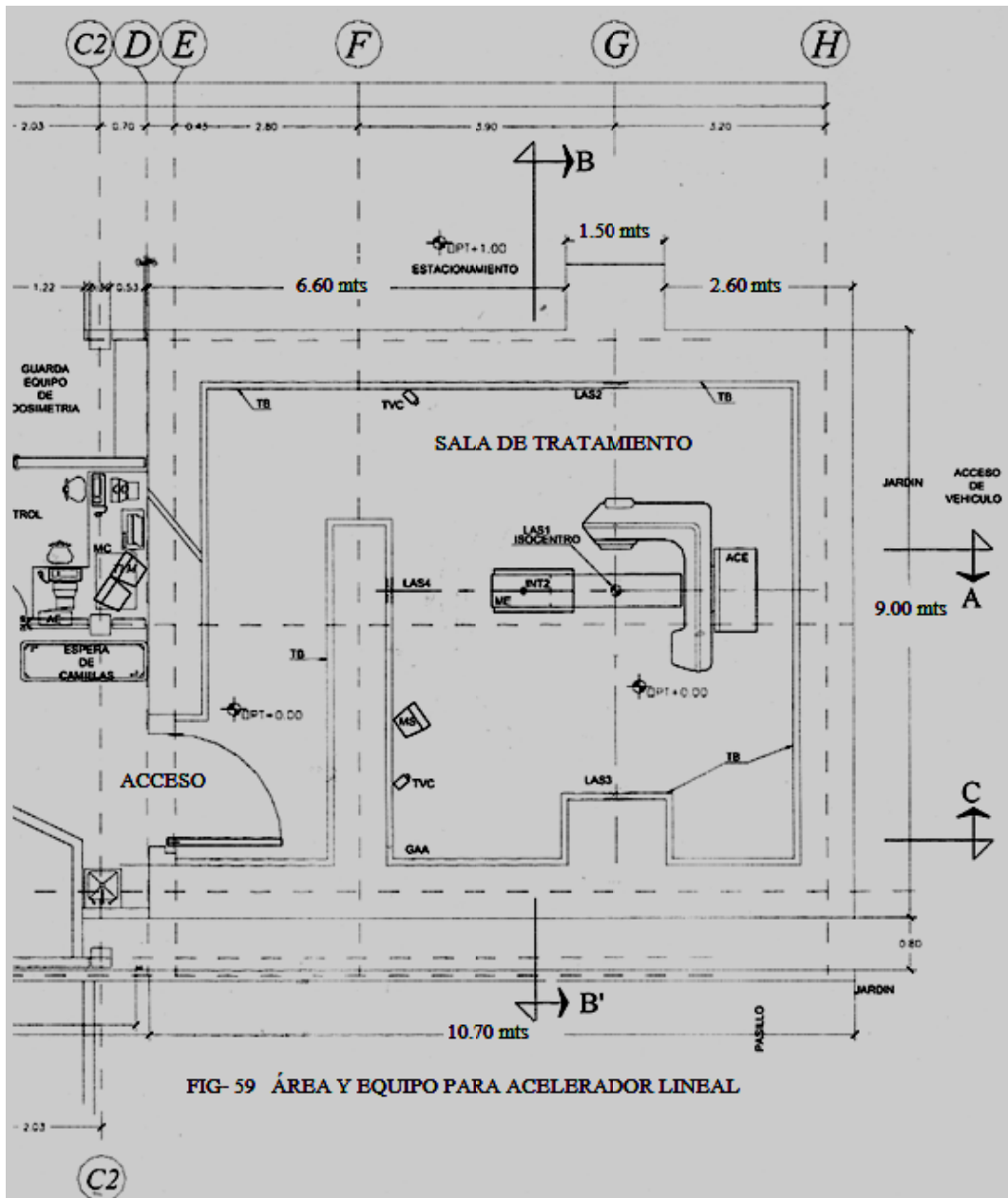




FIG- 60 CON EL ACELERADOR LINEAL, SE ATACAN LAS CELULAS CANCERIGENAS

17.1 Usos de este equipo

El acelerador lineal (LINAC) es el aparato que se usa más comúnmente para dar radioterapia de haz externo a enfermos con cáncer. El acelerador lineal se puede usar también para la radiocirugía estereotáctica con resultados similares a los obtenidos con el uso del bisturi de rayos gamma en el cerebro y también se puede usar para tratar áreas fuera del cerebro. Suministra

una dosis uniforme de rayos x de alta energía a la región del tumor; estos rayos x pueden destruir las células cancerosas sin afectar los tejidos circundantes normales. El acelerador lineal se usa para dar radioterapia de intensidad modulada.

17.2 ¿Cómo funciona?

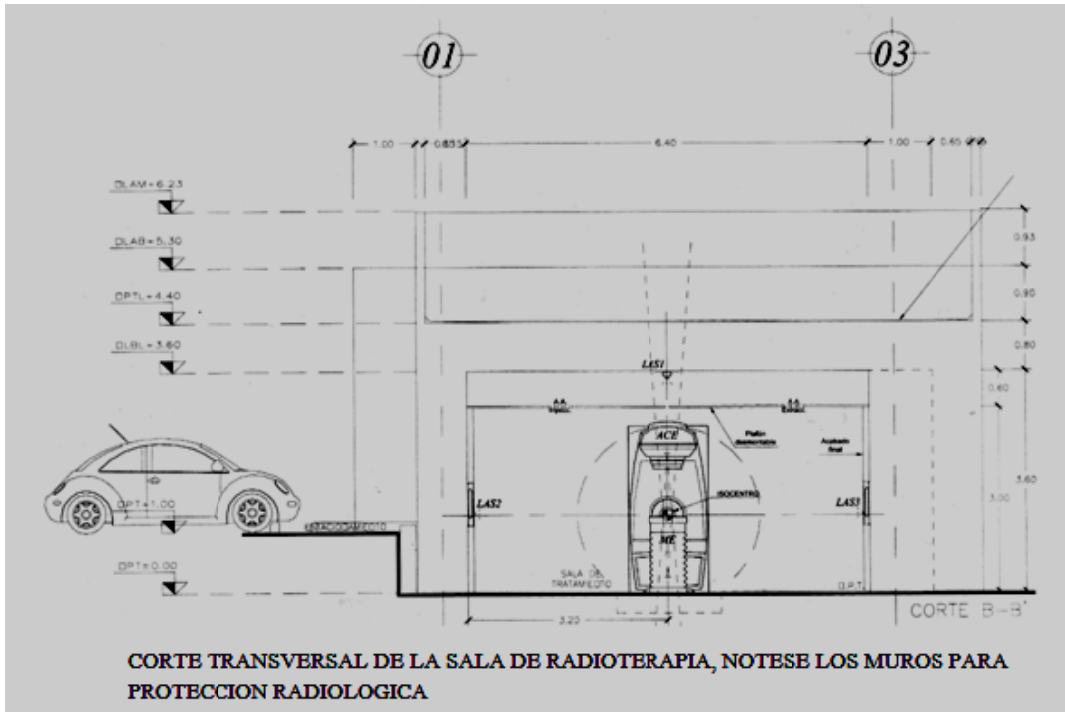
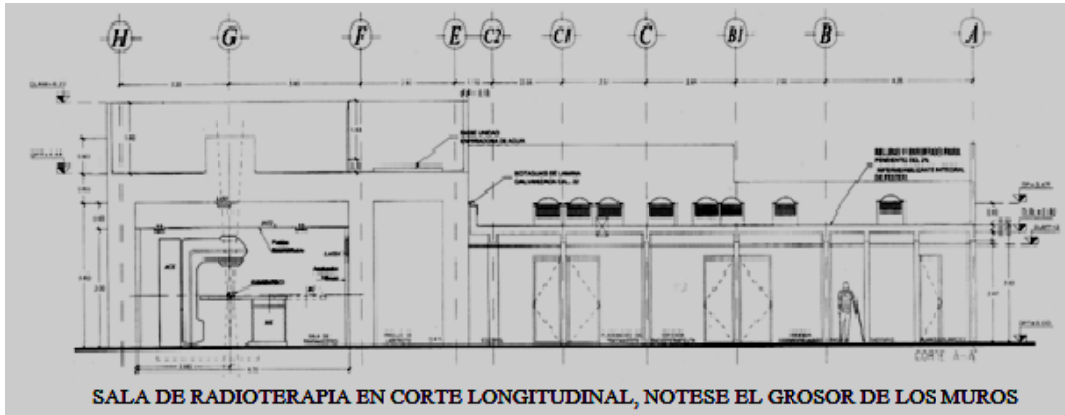
El acelerador lineal utiliza microondas similares a las de un radar para acelerar los electrones en la parte del acelerador llamada "guía de ondas", y luego permite que estos electrones choquen



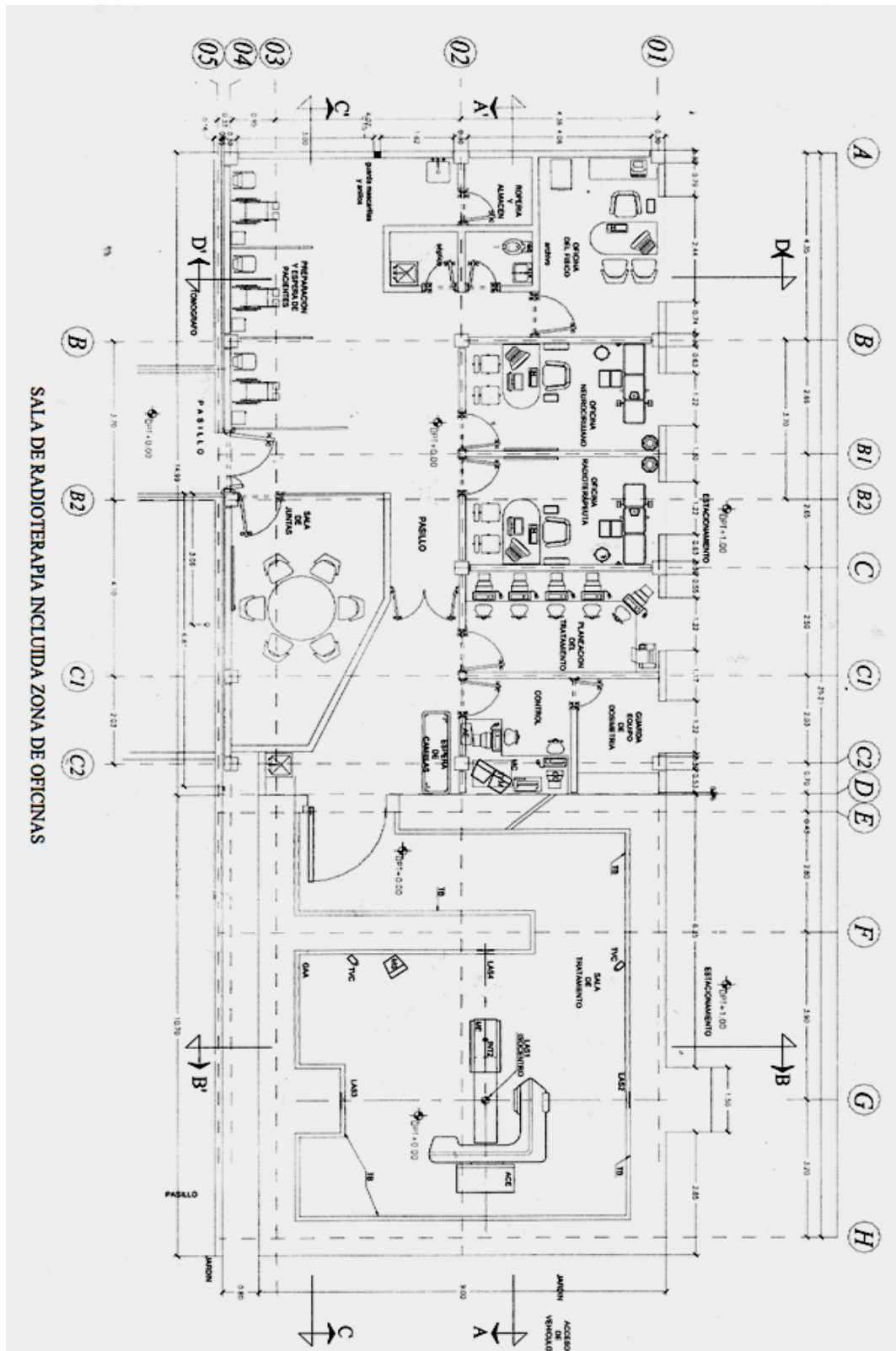
POR EL TIPO DE RADIACIONES LA SALA DEL ACELERADOR DEBE TENER MUROS DE CONCRETO DE MINIMO 80 cms.

contra un blanco de metal pesado. Como resultado de estos choques, los rayos X de alta energía se dispersan alejándose del blanco, y una parte de estos rayos X se recoge y conforma para formar un haz que corresponde con el tumor del paciente. El haz sale de una parte del acelerador llamada gantry, que rota alrededor del paciente, que está recostado sobre una camilla de tratamiento móvil; se usan rayos láser para asegurar que el paciente esté en la posición correcta. La radiación se puede administrar al tumor desde cualquier ángulo rotando el gantry y moviendo la camilla. El acelerador lineal se encuentra en una sala con paredes de plomo y concreto para impedir el escape

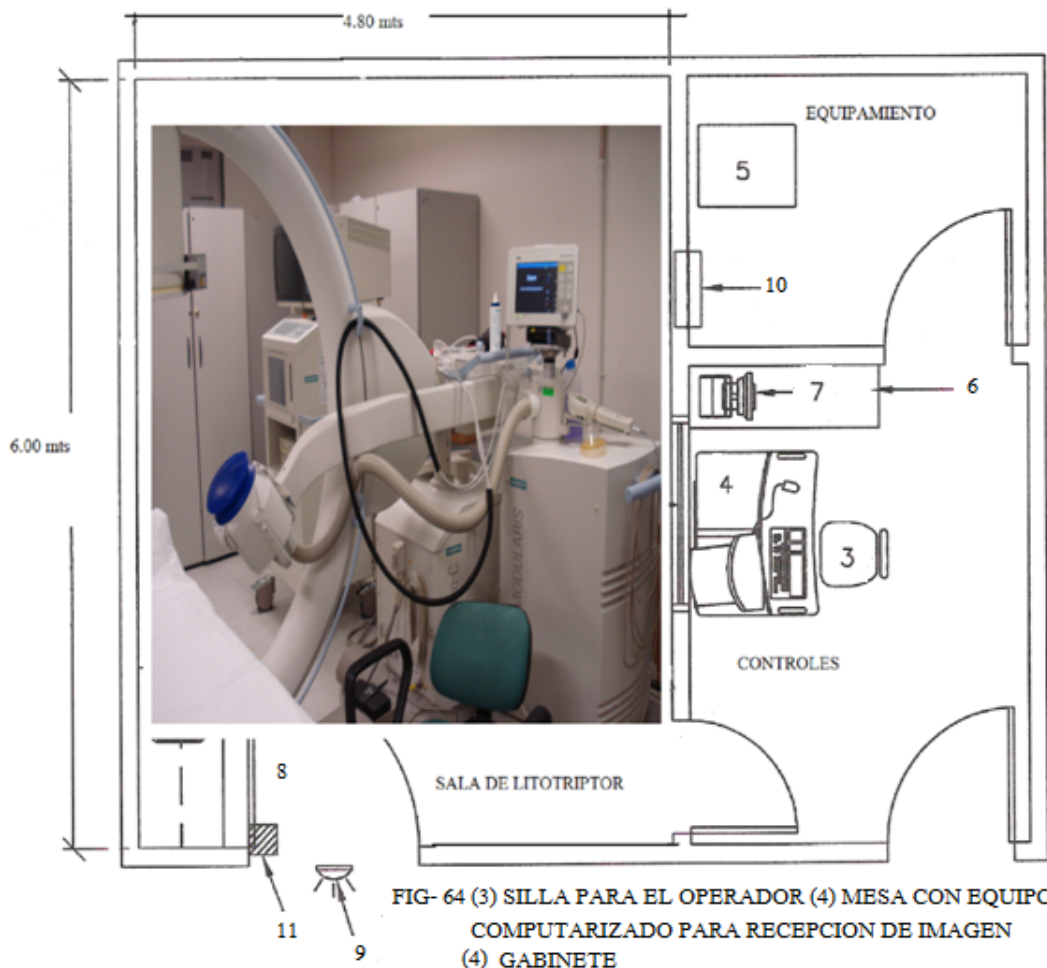
de los rayos X de alta energía. El radioterapeuta debe encender el acelerador desde fuera de la sala de tratamiento. Debido que el acelerador emite radiación sólo cuando está encendido, es bajo el riesgo de una exposición accidental. De hecho, se le permite a las mujeres embarazadas a manejar los aceleradores lineales. Las máquinas de radiación modernas tienen sistemas de verificación internos que dan mayor seguridad de que la máquina no se encenderá hasta que se hayan cumplido todos los requisitos de tratamiento prescritos por el médico. Cuando la verificación está completa, la máquina se enciende para dar el tratamiento. El control de calidad del acelerador lineal también es muy importante. Hay varios sistemas incorporados en el acelerador para que no suministre una dosis más alta que la prescrita por el radioncólogo. Todas las mañanas, antes de iniciar los tratamientos, el radioterapeuta utiliza un aparato llamado "tracker" para cerciorarse de que la intensidad de la radiación es uniforme en todo el haz. Además, el radio físico revisa de forma más minuciosa el del acelerador de forma semanal y mensual.



17.3 Locales y áreas para acelerador lineal y gamma knife



18.0 Área y equipo para Litotriptor



Son aparatos utilizados en el tratamiento, vía externa de cálculos renales o de vías urinarias, que han revolucionado a la medicina en este campo, ya que permiten fragmentarlos, sin someter al paciente a una cirugía u otros procedimientos invasivos y sus consecuentes peligros y molestias. Son aparatos muy recientes, ya que los primeros fueron fabricados en 1980.

En la actualidad existen equipos cuyo sistema de transductores multifrecuencia, generan imágenes con mayor claridad para diagnóstico y tratamiento, incluso permiten visualizar y documentar finos detalles de cálculos en el tracto urinario. Tiene además la característica de ser modulares, por lo que cada uno de sus componentes es fácilmente Cabe señalar que existen otras técnicas invasivas para dar solución a la litosis urinaria (cálculos urinarios), como la litotricia endoscópica por vía ascendente, en el caso de cálculos ureterales y de vejiga, o de vía percutánea, en el caso de litiasis renal.

La litotricia extracorpórea mediante ondas de choque, como su nombre lo indica, aplica las ondas de choque desde afuera del cuerpo. La Leoch es una técnica que permite fragmentar cálculos renales urinarios para facilitar su eliminación a través de la orina,

sin intervención quirúrgica directa. Es un procedimiento ambulatorio (el paciente permanece en la clínica un promedio de 2 a 3 horas).



FIG- 67 CON LA EVOLUCION, LOS EQUIPOS SON MÁS VERSÁTILES

Los litotriptores son aparatos que cuentan con un generador electromagnético que produce una onda de choque de grandes amplitudes (con flancos) de ascensión muy empinados) en un foco, localizado geoméricamente por medio de coordenadas cartesianas definidas con RX.

La transmisión de las ondas de choque en medios de escasas reflexión (agua y tejidos corporales que la contienen en abundancia) no sufre casi pérdidas. Su velocidad de propagación se aproxima a la del sonido en el agua.

La producción de ondas de presión o de choque se

describe a continuación:

Un condensador de alta tensión, carga primeramente un acumulador de energía a una tensión de varios kilovoltios. Tras finalizar la carga, la energía eléctrica se almacena en los cristales contenidos en el acumulador y queda disponible hasta que el encendido de un descargador de chispa de alta tensión e intensidad provoca una corta descarga que genera ondas súper sónicas, mismas que rompen los enlaces de los cristales que constituyen el cálculo, provocando así su fragmentación.

El sistema de fragmentación de producción de ondas de choque esta completamente cerrado, descartando el peligro de que el paciente se electrocute por alta tensión.



FIG- 69 EL USO DE LA FLUOROSCOPIA PARA LA LOCALIZACION DE LOS CALCULOS RENALES ES IMPORTANTE

19.0 Área y equipo para Resonancia Magnética

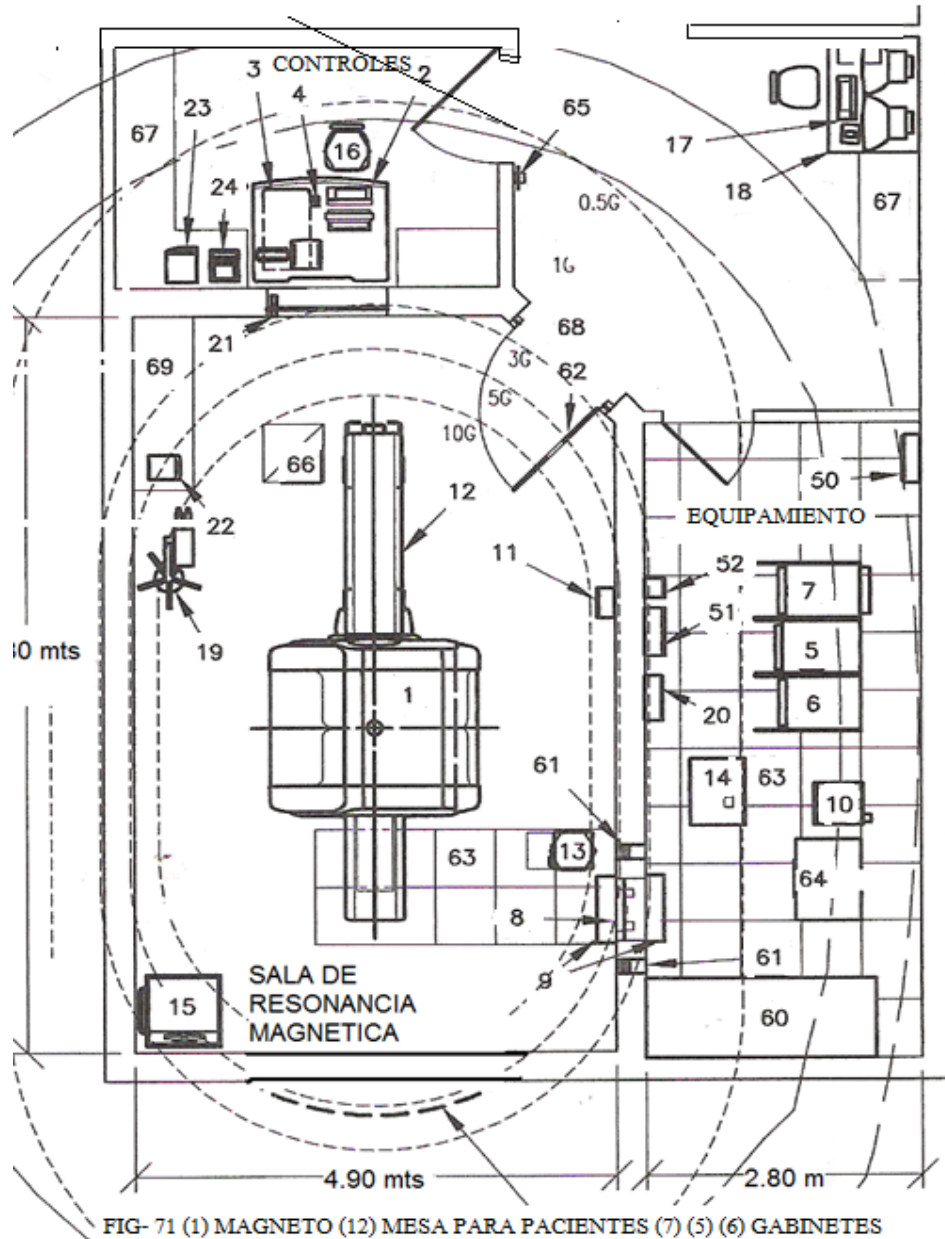


FIG- 71 (1) MAGNETO (12) MESA PARA PACIENTES (7) (5) (6) GABINETES DE INSTALACIONES DEL EQUIPO (2) MESA DE TRABAJO (16) SILLA

19.1 Resonancia Magnética

La resonancia magnética es más reciente avance tecnológico de la medicina para el diagnóstico preciso de múltiples enfermedades, aún en etapas iniciales.

Está constituida por un conjunto complejo de aparatos emisores de electromagnetismo, antenas receptoras de radiofrecuencias y computadoras que analizan datos para producir imágenes detalladas de dos o tres dimensiones con un nivel de precisión nunca antes obtenido que permite detectar, o descartar, alteraciones en los órganos y los tejidos del cuerpo humano, evitando procedimientos molestos y agresivos como mielografía (punción lumbar), artrografía (introducción de medio de contraste en articulaciones) y otros que involucran una agresión o molestia para el paciente.



FIG- 70 RESONANCIA MAGNETICA DE 3 TESLAS

Para producir imágenes sin la intervención de radiaciones ionizantes (rayos gama o X), la resonancia magnética se obtiene al someter al paciente a un campo electromagnético con un imán de 0.5 hasta 3 teslas, 1.5 teslas equivaldría a 15000 veces el campo magnético de nuestro planeta.

Este poderoso imán atrae a los protones que están contenidos en los átomos de hidrogeno que conforman los tejidos humanos, los cuales, al ser estimulados por las ondas Nde radiofrecuencia, salen de su alineamiento normal. Cuando el estímulo se suspende, los protones

regresan a su posición original, liberando energía que se transforma en señales de radio para ser captadas por una computadora que las transforma en imágenes, que describen la forma y funcionamiento de los órganos.

En una pantalla aparece la imagen, la cual es fotografiada por una cámara digital para producir placas con calidad láser que son interpretadas por los médicos especialistas.

19.2 ¿Para qué sirve?

Para la valoración de múltiples padecimientos y alteraciones corporales

Del sistema nervioso central

En padecimientos de ojos, oídos, senos paranasales, boca y garganta.

Para valorar cualquier alteraciones en áreas que abarcan cabeza, cara y cuello

En la evaluación integral de tumores de cualquier tipo.

En la valoración de alteraciones en arterias y venas.

El único procedimiento que permite ver ligamentos

La resonancia magnética no utiliza rayos X

No causa dolor ni molestia

El equipo suele hacer una serie de ruidos que son completamente normales

En algunos pacientes se inyecta medio de contraste endovenoso.

20.0 Análisis Crítico de las Áreas de Imagenología.

Esta crítica no va encaminada a destruir arquitectónicamente lo que en la actualidad existe en relación a instalaciones de imagenología, en instituciones privadas y del sector salud, la intención es aportar conocimiento además de una crítica constructiva, en base a información, que sirva para mejorar desde el inicio de un proyecto, las áreas que tendrán la función de crear imágenes para un diagnóstico médico y evitar en el futuro lo que en la actualidad sucede.

La mayoría de las instituciones del sector salud se caracteriza por contar con instalaciones arquitectónicas de más de 40 años de vida, por lo mismo, cuando es necesario adquirir nuevo equipo para el área de imagenología, se tiene que improvisar, remodelar o construir el espacio necesario para instalar el nuevo equipo donde se pueda, ya que en ningún momento se pensó durante el diseño arquitectónico a qué velocidad evolucionaría la tecnología en relación a estos equipos, ya que solo se toma en cuenta lo genérico (lo que ya había en relación a las áreas), debido a esto, las necesidades especiales para la instalación de dicho equipo, se tienen que aplicar en base a lo que indiquen las guías mecánicas de la empresa que vende el equipo, como consecuencia no se encuentra una zona única dedicada a prestar el servicio requerido, algunos equipos están instalados en algún lugar y otros alejados de estos

las situaciones que se han presentado han sido en base a remodelaciones para instalar algún equipo, lamentablemente debido al exagerado proceso burocrático que existe, es más rápido que se instale un equipo, a que se presente un representante de la dependencia encargada de supervisar la instalación del equipo, como consecuencia las empresas que instalan el equipo, solo se limitan a sus guías mecánicas y a lo que ya hay preparado de antemano, sin interesarles si el área donde están instalando el equipo cumple con las mínimas normas oficiales de seguridad, y como para la institución es necesario utilizar el equipo solo se hacen algunas adecuaciones y se empieza a utilizar el equipo.

Aunque cuentan con la solvencia económica, las instituciones privadas, aun las más reconocidas, de una u otra forma, también tienen deficiencias en estas áreas, debido a esa mala planeación que se da desde el principio del proyecto, igualmente la tecnología rebasa al concepto arquitectónico, algunos hospitales y clínicas rebasan los 30 años por lo que para la instalación de un nuevo equipo también se tiene que resolver la misma problemática que en las instituciones públicas

En los últimos años se ha dado mayor importancia a lo concerniente a las Normas Oficiales Mexicanas, se revisaron las normas y se englosaron en la NOM-229-SSA1-2002, las que se refieren a Salud ambiental y los requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas, para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X, reglamentación en la aplicación de fluoroscopia, tomografía, mamografía, y radiografía convencional.

Esta NOM, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de septiembre de 2006, establece los criterios de diseño, construcción, y conservación de las instalaciones fijas y móviles, así como los requisitos técnicos para la adquisición y vigilancia del funcionamiento de los equipos de diagnóstico médico con rayos X.

También los requisitos sanitarios, criterios y requisitos de protección radiológica que deben cumplir los titulares, responsables y asesores especializados en seguridad radiológica en establecimientos para diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (rayos x) para su aplicación en seres humanos, con el fin de garantizar protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público general.

Por disposición oficial, este tipo de normativas debe revisarse cada 5 años. Al igual que en la revisión anterior, el ININ participo junto con clínicas y hospitales públicos y privados, fabricantes y proveedores de equipos médicos y organizaciones en radiología para adecuar las regulaciones de acuerdo con las nuevas necesidades por parte de los usuarios y las opciones tecnológicas de vanguardia.

Conclusiones

A través del tiempo, la evolución en instituciones dedicadas a prestar servicios de atención médica, se ha dado dependiendo de la ubicación, cultura y desarrollo social del país de que se trate.

En México se dio que cuando llegaron los españoles, ya venían con experiencia en la construcción y funcionamiento de hospitales y al igual que otros géneros arquitectónicos desarrollados en la nueva España, esta se fusionó con la cultura local para dar una arquitectura original y propia.

Esta arquitectura que se dio principalmente con la influencia religiosa, la fundación de instituciones hospitalarias de la nueva España tuvo el mismo origen que en el resto del mundo; la caridad cristiana, las fundaciones eran realizadas por el rey, los patrones y las órdenes religiosas, y se construyeron edificaciones que sirvieran para dar atención médica a los pobladores de la nueva España. Durante los siglos XVI, XVII, XVIII., no hubo cambios en este tipo de instituciones, estas seguían siendo atendidas por órdenes religiosas, que anteponían lo religioso para poder llevar a cabo esta actividad.

En el siglo XIX, con la secularización de los bienes del clero, muchos hospitales atendidos por órdenes religiosas, desaparecieron o pasaron a las manos del gobierno, pero no siempre eran atendidos con la mayor eficiencia, fue hasta el final de la centuria, cuando se erigieron nuevos hospitales.

En el siglo XX, el hospital general fue inaugurado en 1905, la gran aportación de este hospital fue su construcción a partir de pabellones aislados cada uno con la iluminación y orientación necesarias, en la segunda década, con la participación del arquitecto José Villagrán García, uniendo su talento al de gobernantes preocupados por la atención médica de la sociedad, se definieron los factores y las partes que convergían en la planeación de las unidades hospitalarias. Con la creación del IMSS en 1943 y del ISSSTE en 1960 hubo un repunte con la construcción de unidades hospitalarias, los mismos criterios adecuados a las circunstancias actuales, se mantienen vigentes en la mayoría de los hospitales.

Definitivamente el descubrimiento de los rayos X, el 8 de noviembre de 1895 por Wilhelm Conrad Roentgen, provocó en la medicina un gran impacto, ya que gracias a ellos nació la radiografía como una herramienta de diagnóstico clínico, fue así como desde 1896 fueron fundados algunos Institutos dedicados a esta rama de la medicina “la radiología”. Sin embargo, los científicos también encontraron muy rápido los efectos laterales negativos que provocaba el empleo prolongado de los rayos X; por ejemplo informaron que “al igual que los rayos del sol, los rayos X tienen la propiedad de quemar la piel”, y poco a poco aprendieron a distinguir entre la aplicación útil y lo que conlleva su uso. Impacto que provocó que desde ese momento se necesitara un lugar adecuado para instalar este nuevo equipo, un área preparada especialmente para su utilización.

A partir de ese año la evolución derivada de ese descubrimiento, ha dado como consecuencia que en el proyecto arquitectónico de cualquier unidad que prestara atención médica, se le dé un lugar especial, ya que por las características de los equipos

que utilizan radiaciones las áreas deben tener características especiales para su utilización, así como cumplir con los requisitos y normas que se aplican para su construcción.

El dinamismo en la evolución tecnológica de los equipos médicos utilizados para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades principalmente en áreas de imagenología antes radiología, conlleva no solo un notable incremento de la precisión de incidencia de la emisión, sino también de los requisitos técnicos para su instalación que van en consonancia con las propias prestaciones de los aparatos.

En México no existe verdaderamente una instancia reguladora que se dedique específicamente a la evaluación de la tecnología médica, existiendo por tanto, desconocimiento de cuál es el impacto real de muchas de ellas. No obstante, en algunas instituciones públicas de servicios de salud, se han realizado diversos intentos para dar seguimiento a la tecnología para la salud a pesar de ello, se no se han consolidado o desarrollado de una manera completa.

El incremento que ha tenido en la última década la importación de tecnología médica de alta complejidad para dar una atención médica más completa trae como consecuencia que tanto en los hospitales públicos como en los privados exista una falta de evaluación y de gestión tecnológica que permitan un manejo eficiente de este tipo de equipamiento médico

Con el fin de realizar un proyecto adecuado a las necesidades que presente el equipo a instalar y que el beneficiado sea el paciente, proporcionándole la máxima comodidad al acudir a realizarse cualquier estudio, el área del servicio de imagenología, debe considerarse como factor importante, desde el inicio del proyecto arquitectónico ya que representa un elevado costo, tanto por el tipo de construcción, como las características especiales de las salas donde se instalarán los diferentes equipos las cuales deberán planearse con riguroso cuidado además de realizarse una distribución que satisfaga perfectamente los requisitos de su funcionamiento con el fin de obtener un elevado rendimiento de equipo y personal, para no tener que remodelar, adecuar o construir algo junto a, donde ya hay construcción, dando como consecuencia la arquitectura muégano.

La mayoría de las Instituciones del sector salud y algunas privadas se caracterizan por contar con instalaciones arquitectónicas de más de 40 años de vida, debido a esto las necesidades espaciales y especiales para la instalación de dicho equipo, se tienen que aplicar en base a lo que indiquen las guías mecánicas de la empresa que vende el equipo, como consecuencia no se encuentra una zona única dedicada a prestar el servicio requerido, algunos equipos están instalados en algún lugar y otros alejados de estos.

Por lo que la ubicación ideal, debe permitir el acceso fácil del paciente de consulta externa, pues el 85% de los pacientes que solicitan estudios de imagenología son externos y muchos de ellos no están en condiciones físicas de usar las escaleras y si usan los elevadores los congestionan afectando el funcionamiento de la unidad. Por otra parte tendrá acceso de los pacientes hospitalizados o de urgencias a través de circulaciones internas.

De las relaciones ya mencionadas del servicio de imagenología con la consulta externa y con urgencias, este último departamento comúnmente estará en la planta baja, se deduce que idealmente la situación del departamento de imagenología será también en este nivel.

Tomándose en cuenta que ocupará una gran extensión, por lo que se debe hacer una adecuada planeación, esto con el fin de evitar mayor longitud en las líneas de alimentación eléctrica e instalaciones especiales que son muy costosas, además evitándose por lo mismo las caídas de voltaje. Si el servicio de imagenología no está ubicado en el mismo nivel de urgencias se tendrá el inconveniente de trasladar a los pacientes por medio de elevadores o escaleras, por lo que es mejor demoler lo que ya rebasa la vida arquitectónica como construcción y se construyan espacios nuevos con miras al futuro, **tomando en cuenta las salas para rayos X convencionales, sala para tomografía, sala para radioterapia, sala para angiografía, sala para mastografía, sala para P.E.T, sala para gamma knife, sala para litotripsia, sala para medicina nuclear, sala para resonancia magnética, sala para ultrasonido,** ubicando este servicio, en un solo lugar y así evitar los recorridos innecesarios de los pacientes.

El Cambio Arquitectónico con el Dinamismo de la Evolución Tecnológica.

El dinamismo en la evolución tecnológica de los equipos médicos utilizados para el diagnóstico y tratamientos de las enfermedades principalmente en *áreas de imagenología*, trae consigo no solo un notable incremento de instrumentos para precisar la incidencia de las emisiones, sino también de los requisitos técnicos para su instalación, lo cual va en consonancia con las propias características de los aparatos.

Los requisitos técnicos precisos para la adecuación correcta de la sala donde se emplazan este tipo de equipos exige principalmente un experto de las soluciones constructivas necesarias que garanticen niveles de aislamiento a fin de lograr los límites de seguridad impuestos por las regulaciones nacionales e internacionales con las diferentes emisiones que genera cada equipo. La evaluación de la disponibilidad y utilización de los instrumentos modernos para uso en la medicina es un campo poco desarrollado en México. La existencia de la concentración de los recursos en las grandes ciudades, muestra que para la adquisición de aparatos modernos es necesario recorrer caminos intrincados de la burocracia. Debido precisamente a estas dificultades, aparatos de alto costo y gran utilidad, permanecen almacenados mucho tiempo antes de que se les instale porque se carece de la infraestructura necesaria.

En cuanto a la regulación del equipo médico para la salud, es importante mencionar que en México no existe una instancia reguladora central que se dedique específicamente a la evaluación de los adelantos técnicos en la medicina. Por lo tanto, existe desconocimiento de cuál es el efecto real de dicho equipo. No obstante, en algunas instituciones públicas de servicios de salud, se han realizado diversos intentos para dar seguimiento a ciertos instrumentos modernos, pero no se ha consolidado de manera completa, debido a que no se valoraron adecuadamente factores, como: *Tipo de hospital o clínica, Disponibilidad, Utilización, Complejidad de atención al paciente, Infraestructura, Recursos materiales y financieros, Costos de operación, etc.*

La falta de regulación para la incorporación de la tecnología médica se debe a los siguientes factores: Falta de infraestructura necesaria, Espacios inadecuados para su instalación, Falta de capacitación del personal médico y técnico para el manejo de la tecnología. Arreglos inadecuados con las compañías que proporcionan mantenimiento correctivo y preventivo.

El incremento que ha tenido en la última década la importación de tecnología médica de alta complejidad para dar una atención médica más completa, trae como consecuencia que tanto en los hospitales públicos como en los privados, falte evaluación y gestión técnica que permitan un manejo eficiente de este tipo de equipamiento médico. No existe regulación para la evaluación de la tecnología médica, tampoco se valora la capacidad instalada, ni se sabe si se usan estos aparatos modernos en condiciones adecuadas y con una óptima efectividad.

Esquema Correctivo y Preventivo en el panorama que actualmente enfrenta la industria Mexicana en el área de equipamiento médico.

En el área de equipamiento médico como en muchas otras, la industria mexicana está en un mercado totalmente abierto. Esto se deriva de los tratados de libre comercio, algunos no tan recientes, que el país ha contraído con algunos otros países, muchos de ellos verdaderas potencias industrializadas.

En el ámbito hospitalario sigue predominando la misma situación de hace más de 30 años (algunas instituciones tienen más de 50 años), debido a la falta de racionalización para incorporar y usar los adelantos técnicos.

Los primeros equipos que se utilizaron para producir imágenes eran bastante voluminosos y con los aparatos que servían de controles ocupaban áreas muy amplias. La constante evolución de estos equipos, y la poca atención arquitectónica que se ha puesto en ella, provocan que en la actualidad no haya áreas definidas para albergar estos equipos. Se diseñan hospitales y clínicas aplicando siempre lo genérico que ya existe, es decir, los criterios aplicados en los planes de la

secretaría de salubridad y asistencia, y que posteriormente fueron seguidos por el IMSS, creado en 1943 y el ISSSTE, establecido en 1960. En pocas palabras, se observan los mismos criterios ya inadecuados a las circunstancias actuales en la mayoría de los hospitales. Esto impide un tanto que la arquitectura vaya de la mano con la evolución técnica, Pues no se le da la importancia necesaria a proyectar objetivamente un área de imagenología que albergue equipo moderno. Para proyecto y construcción de las nuevas salas del servicio de imagenología, ya no se debe considerar la cantidad de usuarios por zona que utilizarían dicho servicio, sino la necesidad de dar al paciente un diagnóstico más completo, la evolución y los nuevos equipos para esta área darán un diagnóstico más completo y veraz en un mínimo de tiempo, esto justificaría el proyecto y construcción, de un área adecuada para albergar gran cantidad de equipo, independientemente del lugar o zona de ubicación de este tipo de servicio.

Propuesta del área de imagenología

El objetivo de esta tesis es definir un área de imagenología idónea para albergar equipo moderno con el fin de que el dinamismo en la evolución técnica vaya de la mano con el cambio arquitectónico. Si desde un principio se ubica en el proyecto arquitectónico, se ahorrarán problemas en el momento de la instalación y los operadores podrán atender mejor a los pacientes, este criterio dará como consecuencia lo siguiente:

- 1 Mayor comodidad para el paciente
- 2 Mejor atención al paciente
- 3 Accesos más rápidos
- 4 Menores desplazamientos
- 5 Diferentes equipos que complementaran un diagnóstico
- 6 Diagnósticos más exactos

Puesto que la especialidad de imagenología evoluciona en forma constante y los equipos que se utilizan para el diagnóstico médico mejoran en dimensiones y características es de suma importancia contar con un documento que auxilie en todos los aspectos al proyecto arquitectónico en cuanto a:

- 1 Conocimiento y evolución
- 2 Áreas para estos equipos
- 3 Instalaciones especiales para cada equipo
- 4 Normas Oficiales Mexicanas que rigen en la actualidad, la instalación de estos equipos.

Con el fin de realizar un proyecto adecuado a las necesidades del equipo por ser instalado, y que el beneficiado sea el paciente, se le proporcionaría la máxima comodidad al acudir a realizarse cualquier estudio, es necesario contar con la información desde el inicio del proyecto arquitectónico, de, ¿para qué?, ¿Para quién?, ¿Dónde?, ¿Cómo?, ¿contenido?.

Para no tener que remodelar, adecuar, o construir algo junto a, donde ya hay construcción, dando como consecuencia la “*arquitectura muégano*”.



FIG- D LA MODULACION , OPCION APROPIADA PARA ESTAS AREAS

El área del servicio de imagenología debe considerarse como factor importante desde el inicio del proyecto arquitectónico, ya que representa un elevado costo, tanto por el tipo de construcción, como por las características especiales de las salas donde se instalarán los diferentes equipos. Esta área deberá planearse con riguroso cuidado, además de realizar una distribución que satisfaga perfectamente los requisitos de su funcionamiento con el fin de obtener un elevado rendimiento de equipo y personal.

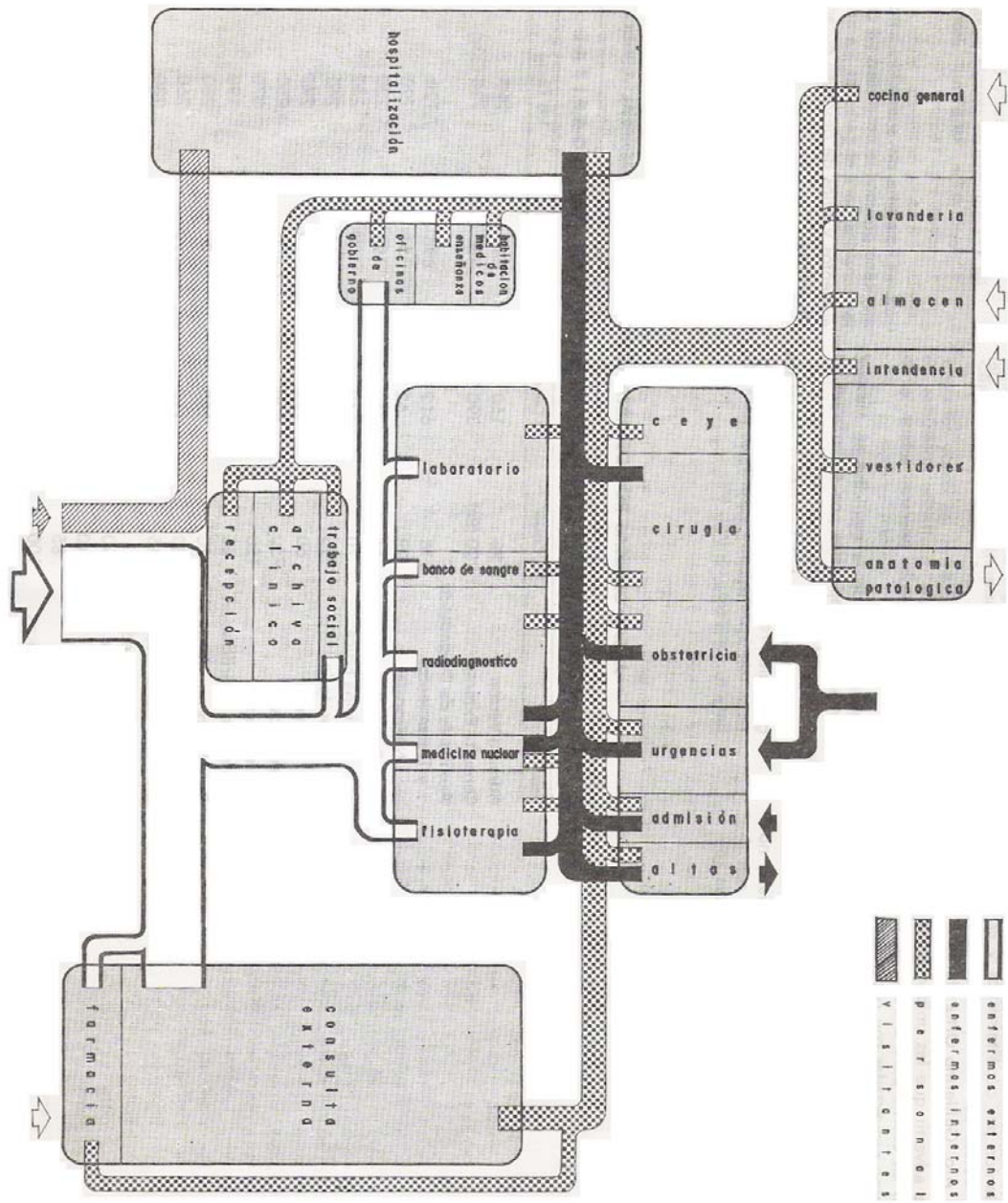
Para la proyección del servicio de imagenología conviene conocer las características esenciales de los equipos por instalar (estas las veremos al analizar área por área) ya que algunos utilizan X, rayos Gamma, ondas sónicas o magnetismo.

El servicio de imagenología, técnicamente se relaciona con, La consulta externa Urgencias Hospitalización, Quirófanos De las relaciones ya mencionadas del servicio de imagenología con la consulta externa y con urgencias, este último departamento comúnmente estará **en la planta baja, se deduce que idealmente la situación del departamento de imagenología será también en este nivel**, tomando en cuenta que ocupará una gran extensión, por lo que se debe hacer una adecuada planeación, esto con el fin de evitar mayor longitud en las líneas de alimentación eléctrica e instalaciones especiales que son muy costosas, además evitándose por lo mismo las caídas de voltaje. Si el servicio de imagenología no está al nivel de urgencias se tendrá el inconveniente de trasladar a los pacientes por medio de elevadores o escaleras.

Así mismo lo óptimo para este tipo de áreas es:

- 1.- Dejar principalmente área suficiente que albergue lo que en la actualidad existe, y además lo que provoque la constante evolución de estos equipos
- 2.- la modulación a base de muros móviles
- 3.- puertas corredizas
- 4.- cerraduras sin picaporte
- 5.- pisos huecos
- 6.- plafones móviles

Organigrama de un Hospital



Áreas de imagenología

La zona de imagenología está compuesta por varias salas que albergan diferentes equipos, cada uno con características especiales para la instalación y uso, por lo que es importante tomarlo en cuenta desde el principio en el proyecto arquitectónico para el diseño.

Durante la última década los equipos de imagenología han tenido una evolución muy rápida por lo que la infraestructura existente ya es anticuada, lo cual obligan a las diferentes instituciones a improvisar áreas para poner a funcionar los instrumentos modernos.

En la actualidad y debido a la evolución tecnológica el área de *radiología*, ha cambiado esta denominación inicial, ahora se llama *área de imagenología* y abarca:

1 Rayos X convencionales, con este se obtiene la radiografía simple que conocemos comúnmente, se utiliza para descartar a grandes rasgos alguna patología

2 Tomografía computarizada, equipo más sofisticado que utiliza rayos X para obtener un estudio a base de cortes axiales coronales y sagitales de cualquier parte del cuerpo humano además de otras ventajas que se pueden obtener para el diagnóstico del paciente.

3 Angiografía (Hemodinamia), también conocida como *radiología intervencionista* que igualmente utiliza rayos X para la obtención de estudios, en los que no solo se utiliza el equipo sino también un grupo de trabajo en donde intervienen médicos, enfermeras y técnicos radiólogos, los cuales con equipo especial y medio de contraste que recorrerá el torrente sanguíneo obtendrán un estudio que evitara o minimizara el efecto de una probable cirugía.

4 Mastografía equipo que también es invasivo (utiliza rayos X) se utiliza principalmente para realizar estudios de mamas (pechos en mujeres y hombres), cuando se quiera analizar o evaluar alguna patología de esta zona anatómica.

5 P.E.T (tomografía por emisión de positrones) funciona con base en la emisión de positrones con lo cual, es posible realizar imágenes con mayor precisión y obtener una mejor visualización del metabolismo del oxígeno, glucosa, proteínas y ácidos grasos. Para realizar estos estudios, siempre se inyectan por vía intravenosa, sustancias conocidas como radio trazador o radio fármacos que liberan energía que es captada por una cámara de centelleo para reproducir imágenes del órgano estudiado.

6 Gamma knife Procedimientos como el bisturí de rayos gamma, generalmente conocido como gamma knife, es un avanzado sistema que combina la información de medios de imagenología y análisis de datos para bombardear con radiaciones los tejidos enfermos en zonas accesibles, incluso dentro del cráneo, sin necesidad de cortar o agredir tejidos sanos. Las computadoras, mediante software especializado, informan la ubicación, en forma y tamaños exactos del tumor para dirigir radiaciones específicas y evitar la proliferación de células no deseadas. La radioterapia estereotáxica tiene las mismas bases, con la excepción de que las dosis aplicadas están fraccionadas y que pueden aplicarse a estructuras extra craneales. Por su naturaleza estos procedimientos requieren de un alto grado de control de calidad, además de profesionistas bien preparados y entrenados para los procedimientos de radio cirugía y radioterapia estereotáxica y contar con equipo e instalaciones adecuados.

7 Acelerador lineal El acelerador lineal (LINAC) es el aparato que se usa más comúnmente para dar radioterapia de haz externo a enfermos con cáncer. El acelerador lineal se puede usar también para la radiocirugía estereotáctica con resultados similares a los obtenidos con el uso del bisturí de rayos gamma en el cerebro y también se puede usar para

tratar áreas fuera del cerebro. Suministra una dosis uniforme de rayos x de alta energía a la región del tumor; estos rayos x pueden destruir las células cancerosas sin afectar los tejidos circundantes normales. El acelerador lineal se usa para dar radioterapia de intensidad modulada.

8 Ultrasonido, la ecografía es un procedimiento para diagnóstico; que utiliza las ondas ultrasónicas para producir imágenes de estructuras internas del cuerpo humano o del producto en desarrollo dentro de la madre. Las ondas sonoras son emitidas por máquinas hacia el interior del cuerpo que al chocar con los órganos, *rebotan* en forma de eco, el cual es analizado por medio de computadoras.

9 Litotriptor La litotricia extracorpórea mediante ondas de choque, como su nombre lo indica, aplica las ondas de choque desde afuera del cuerpo. La Leoch es una técnica que permite fragmentar cálculos renales urinarios para facilitar su eliminación a través de la orina, sin intervención quirúrgica directa. Es un procedimiento ambulatorio (el paciente permanece en la clínica un promedio de 2 a 3 horas).

10 Resonancia magnética Para producir imágenes sin la intervención de radiaciones ionizantes (rayos gama o X), la resonancia magnética se obtiene al someter al paciente a un campo electromagnético con un imán de 0.5 hasta 3 teslas, 1.5 teslas equivaldría a 15000 veces el campo magnético de nuestro planeta. Este poderoso imán atrae a los protones que están contenidos en los átomos de hidrogeno que conforman los tejidos humanos, los cuales, al ser estimulados por las ondas N de radiofrecuencia, salen de su alineamiento normal. Cuando el estímulo se suspende, los protones regresan a su posición original, liberando energía que se transforma en señales de radio para ser captadas por una computadora que las transforma en imágenes, que describen la forma y funcionamiento de los órganos. En una pantalla aparece la imagen, la cual es fotografiada por una cámara digital para producir placas con calidad láser que son interpretadas por los médicos especialistas.

11 Medicina nuclear se empleaba isótopos de vida media larga, que permanecían más tiempo del necesario en el torrente sanguíneo. Se utilizaban **gamma grafos lineales**, los cuales necesitaban que estuvieran mayor tiempo el material radioactivo en el órgano en estudio. Se usaba yodo 131 y oro 198; con una vida media de 8 días y 2.3 días, respectivamente. Debido a que los fotones nacen del núcleo, por eso se conoce como medicina nuclear.

Función de las Áreas de Imagenología.

En las diferentes Instituciones públicas y privadas, dedicadas a la salud, los equipos que utilizan, rayos X, rayos gamma, las ondas sónicas y el magnetismo, se emplean en el diagnóstico médico y en el tratamiento de diversas enfermedades. Por lo que en la proyección del servicio de imagenología conviene conocer las características esenciales de los equipos por instalar (estas las veremos al analizar área por área).

Como auxiliares del diagnóstico, mediante técnicas se obtienen imágenes con ayuda de diferentes instrumentos, facilitando a los médicos llegar a conclusiones precisas y, por lo tanto, a un diagnóstico más exacto. En la actualidad estos instrumentos representan un factor importante para el diagnóstico debido a su acelerado perfeccionamiento junto con el laboratorio de análisis clínicos.

Las radiaciones se emplean, como tratamiento para producir efectos biológicos en las células vivas (radioterapia y *gamma knife*), con objeto de combatir algún tipo de enfermedad en zonas previamente localizadas. La relación entre el espesor y el porcentaje de atenuación es interesante por lo que implica que todas las sustancias dejan pasar los rayos X, en mayor o menor grado, esta propiedad de atenuación de la materia debe conocerse cuando se planea la construcción de una sala donde habrá emisión de rayos X, en el aspecto de protección.

Ubicación y relación de imagenología con las demás partes del hospital

Su ubicación debe permitir el acceso fácil del paciente de consulta externa, pues el 85% de los pacientes que solicitan estudios de imagenología son externos y muchos de ellos no están en condiciones físicas de usar las escaleras y si usan los elevadores los congestionan afectando el funcionamiento de la unidad. Por otra parte tendrá acceso de los pacientes hospitalizados o de urgencias a través de circulaciones internas. En algunos casos, el personal se traslada a los departamentos de hospitalización y urgencias con un equipo de rayos X portátil ya sea normal o digitalizado.

Con el avance tecnológico en equipos de imagenología los médicos ya no tienen que acudir al servicio de imagenología para comentar algún caso clínico ya que con la instalación de la red de computación (PACS), las imágenes son enviadas directamente, a consulta externa y hospitalización para su evaluación médica.

Número de salas de imagenología

Aun en la actualidad para la planeación de un servicio de imagenología, la primera cuestión por precisar es el número necesario de salas, el número de salas de imagenología, depende lógicamente en principio del número de estudios que deben realizarse, del tiempo que en promedio puede considerarse para cada estudio, y por otra parte del tiempo de trabajo de sala, refiriéndonos a una imagenología convencional.

Ahora bien el número de estudios está en función del número de usuarios o derechohabientes, esto refiriéndose a las unidades clínicas, hospitales e institutos, con respecto al tipo de unidad es claro que en las clínicas de primer nivel los estudios se hacen exclusivamente para externos, y en los otros dos casos, es porcentaje variable, para externos e internos.

Algo que se debe tomar en cuenta para la planeación de un servicio de imagenología en hospital o instituto, es que cada caso tiene sus particularidades no se deben fijar coeficientes para aplicarlos indiscriminadamente a cualquier caso.

Sin embargo el examen de las estadísticas obtenidas durante un lapso considerable de años permite aconsejar el empleo de los siguientes coeficientes:

El 20% de los usuarios o derechohabientes adscritos a una clínica pasan por el servicio de imagenología en un año, cada paciente significa un estudio y cada estudio un promedio de dos radiografías. En relación con los pacientes hospitalizados se considera que asisten al servicio de imagenología, diariamente el 10%, por lo que respecta al tiempo que requiere cada estudio la investigación realizada al efecto indica para la clínica 20 minutos por estudio en las clínicas hospitalares (segundo nivel) 25 minutos y en los hospitales e institutos (tercer nivel), 30 minutos, en cuanto al tiempo de trabajo de una clínica, normalmente hay que considerar 7 horas de trabajo durante 25 días al mes.

Ejemplo: para una clínica de adscripción de 50 000 usuarios o derechohabientes, al 20% de estos se les hacen anualmente estudios radiográficos, o sean 10,000 estudios.

$10,000 \times 18 = 180,000$; $180,000 \text{ entre } 60 = 3,000 \text{ horas}$

$3,000 \text{ horas año, entre } 7 \text{ hrs. día} \times 25 \text{ días meses} \times 12 \text{ meses} = 3000 \text{ entre } 2100 = 1.47 \text{ salas, es decir se necesitan dos salas.}$

Esta forma de planeación ahora, solo es aplicable a las clínicas de primero y segundo nivel, porque todavía se cuenta con salas simples de rayos X convencionales, pero relativamente ya que también en algunas se cuenta con equipo de ultrasonido y mastografía, esto quiere decir que hay que modificar en algo este criterio de planeación, la necesidad de prevenir algunas enfermedades implica que se aproveche el avance en la tecnología de equipos para el diagnóstico médico.

En hospitales e institutos, en la planeación de áreas de imagenología, si deberá aplicarse un criterio diferente, en relación al genérico que ya se aplica comúnmente.

El avance tecnológico no solamente implica centrarse en porcentajes ya conocidos para la planeación, ahora es necesario, conocer equipos y sus características principales, ya no se planea siguiendo una rutina de información genérica, de años atrás, porque cada equipo tiene características especiales.

Locales mínimos con que debe contar el servicio de imagenología.

1 Recepción

Es el primer contacto que el paciente tiene con el servicio de imagenología, aquí se fijan las citas y las condiciones en que debe presentarse el paciente, existen dos sistemas administrativos para hacerle saber al paciente de la consulta externa la fecha, hora y condiciones en que debe presentarse, el primero es por medio de la recepcionista de consulta externa, la que por el sistema de intercomunicación pide al servicio de imagenología le sea fijada la cita. El segundo procedimiento consiste en que el paciente es enviado por la recepcionista de consulta externa directa y personalmente a la recepcionista del servicio de imagenología, la cual hace los trámites necesarios.

Los trámites administrativos de los pacientes de hospitalización y urgencias son hechos por la estación de enfermeras correspondiente, estos pacientes serán trasladados al servicio de imagenología por personal de la institución.

2 Sala de espera de pacientes.

Al servicio de imagenología se presentan dos tipos de pacientes, los externos que acuden por su propio pie y los de urgencias y hospitalización que son llevados en camillas o silla de ruedas, dadas las condiciones que puedan presentar estos últimos es necesario que la sala de espera y los accesos estén diferenciados de los correspondientes a los pacientes externos. El tamaño de la sala de espera estará en función del número de salas de imagenología.

3 Vestidores.

En las salas de imagenología los enfermos deben entrar con ropa del hospital. Los que proceden de las áreas de hospitalización son llevados ya con ropa adecuada. A los pacientes externos se les proporcionan batas y un lugar para cambio de ropa, el vestidor debe reunir dos condiciones: privacidad y seguridad.

La necesidad de obtener una máxima eficiencia del personal y del equipo de rayos X, requiere que el número de vestidores sea suficiente para evitar tiempos perdidos, el número de vestidores por sala está determinado por el tipo de estudio que se efectúa y el tiempo sala que se emplea en el, por ejemplo para telerradiografía del tórax en serie, se emplean 5 minutos por sala, por lo que requiere un número mayor de vestidores que para exámenes del aparato digestivo, que emplean 45 minutos sala.

En las salas de rayos X de tipo general no especializado, la experiencia ha determinado que dos vestidores anexos por cada sala de rayos X no han sido suficientes, por lo que deben preverse tres.

4 Sanitario para pacientes femeninos y masculinos.

La necesidad de un sanitario para pacientes, con comunicación directa desde la sala de rayos X, se deriva de que en algunos exámenes radiológicos del aparato digestivo se aplica el medio de contraste por enema. La evacuación debe ser inmediata y el paciente necesita tener acceso directo al sanitario, si el sanitario tiene comunicación directa con la sala de rayos X, y con el vestidor del paciente el rendimiento de una y la comodidad del otro aumentan.

5 Salas de imagenología

Las salas de rayos X, son las áreas donde se efectúan los exámenes de rayos X y estudios de fluoroscopia . Estas salas requieren un acondicionamiento específico para que los exámenes puedan efectuarse en condiciones adecuadas.

El uso de rayos X para fines de diagnóstico médico implica el riesgo de radiaciones dañinas para el paciente y el personal, tomando en cuenta lo ya expuesto respecto a la naturaleza, propiedades y efectos de los rayos X, la planeación y construcción adecuada de las salas radiológicas representa uno de los factores básicos para reducir tales riesgos, otros factores de importancia primaria son las características del equipo y las técnicas de trabajo.

Existe una gran variedad de equipos para rayos X y fluoroscopia, que difieren tanto en características propias de las diversas casas fabricantes, como en las posibilidades que presentan para los propósitos del diagnóstico médico. En los hospitales generales es más frecuente el uso de aparatos llamados de tipo universal que sirven tanto para fluoroscopias como para radiografías, pero aun de estos mismos, unos son por su costo y características apropiados para el trabajo rutinario, en tanto que otros más finos y complejos, con toda clase de dispositivos para obtener las posiciones del paciente que el radiólogo desea para el estudio, son de uso adecuado en aquellas instituciones en que se practica una radiología altamente especializada.

6 La disposición de los equipos de imagenología en la sala.

En la disposición general de los equipos de imagenología se tomara en cuenta lo siguiente:

La mesa pedestal de cualquier equipo estará colocada en forma que facilite la circulación de la camilla en que se transporta a un enfermo interno para que este sea pasado a la mesa pedestal, circulación que lógicamente corresponde al lado contrario en que está colocado el soporte de los tubos de rayos X, el tablero de control se colocara en un espacio de dimensiones adecuadas al tamaño del tablero con espacio para el P.O.E, el cual será cerrado que protegerá al P.O.E.de radiaciones durante el estudio.

7 Preparación y reposo de pacientes.

Este local se usa para el reposo y recuperación de ciertos pacientes, así como para aplicación eventual de enemas ya que es norma general de limpieza que el paciente se presente preparado al servicio de imagenología. Es por tanto un local equipado con un diván y un sanitario anexo, es conveniente que tenga acceso fácil desde las salas de imagenología

8 Preparación de medios de contraste.

Para la guarda y preparación de medios de contraste y lavado de equipo es necesario un espacio dentro del servicio, el área para preparación de medios de contraste, se puede integrar con el reposo y enemas, en razón de su poco uso y de economía de áreas.

9 Cuarto de revelado (cuarto oscuro) y equipo para revelado digital

Originalmente en esta área se procesan las películas para que la imagen de radiación se convierta en imagen visible, conviene ubicar el cuarto de revelado contiguo a las salas de rayos X, siendo un área de acuerdo al volumen de trabajo, con iluminación especial, la disposición del equipo debe ser optima y las condiciones de trabajo adecuadas para obtener buenos resultados en la radiografía.

A nivel de clínicas de primer nivel el cuarto oscuro o revelado contiene la mesa de trabajo y la reveladora pequeña que es de acuerdo al volumen de trabajo y cumpliendo con las normas oficiales mexicanas. En institutos y hospitales esta área ha tenido cambios debido a la evolución

tecnológica de los equipos en algunas instituciones públicas y privadas ya hay lo que se llama PACS, red de computación en donde la imagen obtenida se envía a los diferentes servicios y se observa en las computadoras para que se hagan los diagnósticos por los médicos, sin necesidad de llevar un proceso de revelado, incluso ya hay equipos digitalizados de rayos X, que envían los estudios al PACS, dando al área de revelado un giro en relación al revelado de películas expuestas a rayos X, ya que ahora no es necesario que el cuarto este oscuro y cerrado.

10 Área de interpretación y formulación de diagnostico.

Se llama interpretación y criterio, al análisis que se hace de los estudio de imagenología, con el objetivo de de llegar al diagnostico más completo y exacto(debido a la evolución de los equipos el área de interpretación de criterio está en proceso de desuso ya que desde que se está realizando el estudio se hacen las mejoras necesarias para dar el diagnóstico), el local de interpretación y formulación de diagnostico, debe estar próximo al archivo de imagenología, además tendrá acceso fácil para el personal médico del hospital o instituto interesado en conocer i comentar con los radiólogos los dictámenes emitidos respecto a sus pacientes, el diagnostico que formulan los radiólogos puede ser escrito o grabado.

11 Archivo de imagenología.

Los estudios de imagenología se archivan como antecedente clínico y material de investigación y enseñanza como antecedente de investigación y enseñanza solamente los casos de interés. El área para el archivo de imagenología tendrá espacio para los archiveros que guardan todos los estudios, además se tendrá una zona de trabajo para los empleados que manejan los estudios que se reciben o despachan y los que hacen informes y trabajo administrativo

12 Oficinas administrativas.

En ellas se elaboran los informes estadísticos, los trabajos de correspondencia, de relaciones administrativas y se transcriben los diagnósticos, generalmente esta área no aparece independiente integrándose con la recepción para formar uno solo.

13 Oficina técnica.

En esta se efectúan las relaciones de coordinación entre el personal médico del hospital y del jefe del servicio y sirve a la vez como oficina privada de este.

14 Aula para enseñanza.

Cuando por razones de enseñanza se dispondrá de una aula cuya capacidad será particular de cada caso, pero limitada a la posibilidad de ver con claridad los negatoscopios que constituyen el equipo específico además del pizarrón común.

15 Sala de proyección.

Se dispondrá cuando se haga trabajo de exposición verbal o video grabada de los estudios de interés para la enseñanza, puede ser exclusiva para el personal, con dimensiones variables, la cual se podrá combinar con el aula antes mencionada

Los exámenes radiológicos convencionales más comunes son los siguientes:

- 1 Senos para nasales
- 2 Cráneo
- 3 Columna (cervical, dorsal, lumbar)
- 4 Miembros superiores
- 5 Miembros inferiores
- 6 Cardio vascular
- 7 Tórax
- 8 Aparato digestivo
- 9 Aparato urogenital
- 10 Aparato genital femenino
- 11 Aparato respiratorio

En cada caso el médico radiólogo determinara con precisión el tipo de aparato más especializado que desea usar posteriormente (tomografía axial computarizada (T.A.C.), resonancia magnética (R.M), ultrasonido (U.S), masto grafo, medicina nuclear, tomografía por emisión de positrones (P.E.T), angiografo, gamma knife), para complementar la información obtenida, para dar un diagnóstico más exacto y completo, en el mínimo tiempo.

Para los arquitectos debe entenderse que en principio los equipos de rayos X están compuestos por muchos elementos, siendo muy deseable que se tome en cuenta todos los requerimientos de instalación que derivan de las respectivas necesidades complementadas con las guías mecánicas, del tipo de aparato especificado, se derivara el tipo de protección contra las radiaciones.

Áreas Arquitectónicas óptimas, para los equipos de Imagenología, en base a la evolución tecnológica actual.
De la Radiología Convencional a la Imagenología

Área para Equipo de Rayos X con Imagen Digitalizada

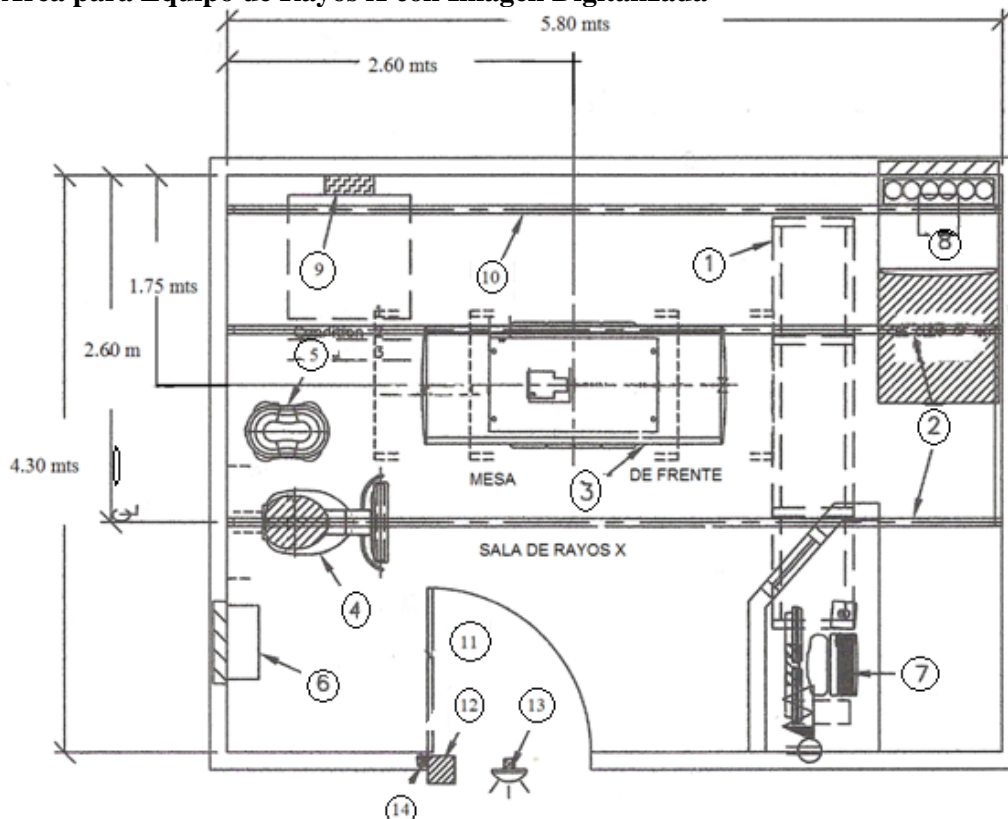


FIG-31 EQUIPO DE RAYOS X CONVENCIONALES DIGITALIZADO.

- (1) MONTAJE DE LA SUSPENSION EN EL TECHO (2) BARRAS DE SUSPENSION LONGITUDINAL
 (3) MESA CON REVOLUCION DE RAYOS X (4) CAJA DIGITALIZADA (5) DETECTOR DE RAYOS X
 (6) SOPORTE DE LA REJILLA (7) CONSOLA DE CONTROLES (8) SISTEMA DE GABINETES

El resultado del proceso evolutivo de la tecnología en relación a equipos de imagenología es un paso trascendental en el manejo de los pacientes: (LA RADIOLOGÍA) antes, (LA IMAGENOLOGÍA) ahora, permite estudiar al paciente por dentro, haciendo cada vez más preciso el diagnóstico de las enfermedades.

Los equipos digitalizados proponen cada vez mejores imágenes, que como consecuencia darán un diagnóstico más exacto. Así mismo las necesidades arquitectónicas (forma, color, acabados, instalaciones, estructura, etc.) para estos equipos son especiales y por lo mismo es necesario estar actualizados para resolver dichas necesidades.

Es importante tomar en cuenta este proceso evolutivo,

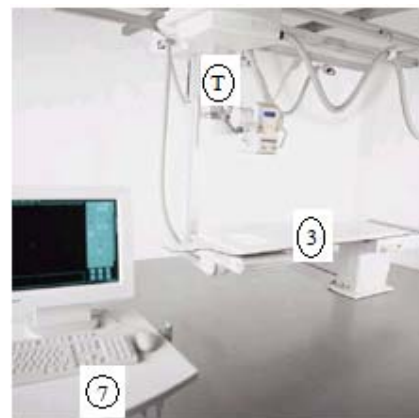


FIG- 32 EQUIPO DIGITALIZADO DE RAYOS X
 (7) CONTROLES (3) MESA (T) TUBO

para así definir los procesos arquitectónicos, que se diseñaran para instalar los equipos que se pretenda utilizar en el diagnóstico médico. Conforme se mejoraban los equipos de rayos X, haciéndolos más eficaces y seguros.

Con el avance de la informática se mejoraron las imágenes. Que se lograron con los equipos en tiempo real, tal como los conocemos actualmente. El progreso de la informática tiene y seguirá teniendo una gran influencia en la radiología.

BIBLIOGRAFIA

Thomas Grumme, wolfgan Kluge, Konrad Kretzchmar, Andreas Roesler, Cerebral and spinal computed tomography, cap- 1, Basic Physical and technical concepts, p- 3 a 15, Berlin 1998 Edit- Blackwell science 3a edition.

Calidad XXI S.A de C.V, curso Protección Radiológica para personal ocupacionalmente expuesto en instalaciones de rayos X de diagnostico.

Categorical, Course in Ultrasound, Barry B. Goldberg, pag 1 a 12, November 1984 Philadelphia Pennsylvania.

Enrique Yañez Hospitales de Seguridad Social, cap- 10, Radiodiagnóstico p-p 63 a 73, edit, Limusa 4ª reimpresión Octubre de 1992.

Charles A. Jacobi, Don Q. Paris B. Manual de Tecnología Radiológica, cap- 3, Producción de rayos X, pag- 45 a 60, sexta edición, 6 de Agosto de 1986.

Hounsfield, G,N 1973 computerized trans-verse Axial Scanning (tomography)
Part 1: Description of Sistem Br.J. Radio 1 46 10 16- 1062

Johns, H. E. y Cunningham, J.R 1983 The physics of Radiology (Charles c. Thomas: Springfield).

Mircheva J. 1994 Atencion e Investigaciones de la salud: Ensayos Clinicos en la Radioterapia del Cancer OIEA Boletin 46-4 28-32

Shrimpton, P.C 1994 Patient Dosimetry in Diagnostic Radiology Fundamental and Applied Applied Aspects of Medical Radiation Detectors N F Kember ed (10p: London)

WWW.atsdr.cdc.gov/es/ph/es_ph_149.html

WWW.caebis.cnea.gov/IDEN/CONOC_LA_ENERGIA_NUC/

WWW.nsf.ac.lk/aea/Images.

WWW.Siemensde_mexico.com.mx

WWW-GeneralElectricdemexico.com.mx

LA FLUOROSCOPIA Y LA NORMATIVA MEXICANA

Actualmente la Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA12002, Salud Ambiental requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X, reglamenta la aplicación de la fluoroscopia, tomografía, mamografía y radiografía convencional.

Esta NOM, publicada en el diario oficial de la federación el 15 de Septiembre de 2006 establece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones fijas y móviles, así como los requisitos técnicos para la adquisición y vigilancia del funcionamiento de los equipos de diagnóstico médico con rayos X. También los requisitos sanitarios, criterios y requisitos de protección radiológica que deben cumplir los titulares, responsables y asesores especializados en seguridad radiológica en establecimientos para diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (rayos X), para su aplicación en seres humanos con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general.

Dichas actividades anteriormente estaban reguladas por cuatro normas, NOM-156-SSA1-1996, NOM-146-SSA1-1996, NOM-157-SSA1-1996 y NOM-158-SSA1-1996. Al cumplirse los cinco años de vigencia estas normativas, se abrogaron para quedar incluidas en la actual norma 229.

Por disposición oficial este tipo de normativas debe revisarse cada 5 años. Al igual que en la revisión anterior, el ININ participo junto con clínicas y hospitales públicos y privados, fabricantes y proveedores de equipos médicos y organizaciones en radiología para adecuar las regulaciones de acuerdo con las nuevas necesidades por parte de los usuarios y las opciones tecnologías de vanguardia.

Debido a que en la mayoría de las instalaciones de gobierno y privados no hay un comité de evaluación de la problemática en el uso de equipos generadores de radiación ionizante, las normas no son actualizadas como se debiera, y en ese aspecto el POE, aquí en México no tiene un respaldo legal para protegerse en algún caso de contingencia. Esa es una deficiencia, que conlleva una serie de retrasos en actualizaciones legales que implican que los procesos de adquisición de equipo y el preparado de la infraestructura para albergar a dicho equipo se retrase más.

REFERENCIAS HOSPITALARIAS

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGIA Y NEUROCIRUGIA “MANUEL VELAZCO SUAREZ”

En el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, en un edificio ubicado al lado oeste de hospitalización, el cual en su planta baja alberga salas de espera y el área de laboratorio clínico, en el primer nivel están ubicadas diferentes oficinas y el comedor de trabajadores, en el segundo nivel está ubicado el servicio de imagenología, contando con rayos X convencionales, ultrasonido, angiografía y tomografía, este nivel está conectado por medio de un pasillo al segundo nivel del edificio de hospitalización, esto facilita el acceso al servicio de imagenología para estos pacientes, los servicios de urgencias, terapia intensiva, terapia intermedia, llevan sus pacientes al servicio, por un elevador ubicado en hospitalización.

Instituto dependiente de la Secretaria de Salud. Se inauguro el 28 de Febrero de 1964, teniendo una vida de 44 años, como la mayoría de los institutos tiene un prestigio reconocido a nivel nacional así como internacional, debido a la especialidad su gama de servicios es tan amplia como la del Instituto de Ciencias de la Nutrición, todas enfocadas al aspecto cerebral, también como en la mayoría de las Instituciones de la zona, se ha desbordado la necesidad de áreas para la instalación de el equipamiento, como consecuencia las nuevas áreas construidas no llevan un orden.

Para realizar un estudio de Resonancia Magnética el paciente hospitalizado tiene que recorrer un distancia aproximada de 120 mts. Ya que este equipo está de extremo a extremo del Instituto por lo que su ubicación no es la adecuada a la inauguración del Instituto en 1964 comenzó a funcionar el departamento de neuroradiología, como uno de los departamentos auxiliares al diagnostico clínico, del que es completamente e indispensable para el trabajo medico asistencial, el departamento estaba y está situado en el segundo piso del edificio de consulta externa y contaba con tres salas con los aparatos mas modernos de la época, un Mimmer I, un equipo Elena Shonander biplano para angiografía y un Sirescop PC con mesa basculante, en diferente etapas se han estado renovando los equipos, no así las áreas para instalarlos, se han adaptados en lugares que tenían otra función.

En la actualidad el servicio de Neuroimagen cuenta con los equipos siguientes:

- 1 Equipos Siemens de tomografía
- 1 Equipo General Electric de Tomografía
- 1 Equipo Siemens de angiografía
- 2 Equipos de ultrasonido
- 1 Equipo de Resonancia Magnética de .5 Tesla
- 1 Equipo de Resonancia Magnética de 3 teslas
- 1 Equipo de rayos X convencionales con mesa fija
- 1 Equipo de radioterapia
- 1 Equipo portátil para rayos X

1 Cuarto Oscuro, este todavía funciona como tal ya que aunque existe la red PACS todavía no se ha terminado de instalar en todo el Instituto, por lo que todavía algunos estudios se revelan en el cuarto oscuro.

A partir de 2006, el Instituto puso en funcionamiento la actualización del equipo Novalis Shaped Beam Surgery, Acelerador Lineal, como esquema de punta para los tratamientos con radio neurocirugía de tumores, de malformaciones arteriovenosas y de trastornos cerebrales funcionales, así como del equipo General Electric, de 3 tesla de resonancia magnética funcional, que permite efectuar estudios de espectroscopia cerebral de perfusión y difusión, con lo que se eleva la calidad asistencial y de investigación en nuestro centro.

En el área de neuroimagen se instalo un sistema digital de archivo y distribución de imágenes de resonancia magnética y tomografía (PACS), así como la puesta en marcha de la sala para tratamiento de terapia endovascular neurológica equipada con un Angiográfico de última generación y un dopler transcraneal.

EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICION “SALVADOR ZUBIRAN”.

El área de Imagenología del Instituto Nacional de Ciencias Medicas y nutrición “Dr. Salvador Subirán” está ubicado en la zona sur del complejo hospitalario, en la planta

baja, sobre lo que es el sótano del Instituto, que alberga al archivo radiológico y parte de la cocina y comedor, para trabajadores del Instituto.

El acceso para pacientes que vienen de la consulta externa es adecuado y el recorrido no es tan largo, además está cubierto, los pacientes de urgencias y terapia intensiva no hacen un recorrido largo, el problema es que tienen que atravesar un espacio donde todo mundo ve al paciente cuando lo trasladan al servicio de rayos X.

Otro problema surge al llegar al servicio, hay que recorrer varios pasillos para llegar a donde está ubicada la tomografía.

Instituto dependiente de la secretaria de salud, se inauguró el 12 de Octubre de 1946 con el nombre de Hospital de Enfermedades de la Nutrición, el cual ya rebaso la vida tolerable de todo edificio, esto es de 50 años, en 1978 se le cambio el nombre por el de Instituto Nacional de la Nutrición, en 2000 se dio el actual nombre Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición, se atienden pacientes con una gran gama de padecimientos y se dispone del equipo de laboratorio y gabinete más moderno como auxiliares de diagnostico. Originalmente de tipo horizontal en áreas de Investigación y vertical en hospitalización, en la actualidad es una de las Instituciones de mayor prestigio asistencial y científico en la República Mexicana, igualmente a nivel mundial también es reconocida. Al diseñarse este originalmente, no se tomo en cuenta el proceso de rapidez con que avanzaría la tecnología ni se previeron espacios Arquitectónicos, provocando que se hayan llevado a cabo infinidad de obras que son necesarias, pero que se construyen en áreas que tenían otra función, (jardines, azoteas, áreas deportivas, estacionamientos, etc.), desde su apertura hasta la actualidad, se ha tratado de mantener un estilo Arquitectónico, no así un orden en las áreas construidas.

En cuanto a las áreas que corresponden al servicio de Imagenología, debido al avance tecnológico de los diferentes equipos, se ha rebasado el concepto con que originalmente fueron construidas y se ha tenido la necesidad de anexar áreas para llevar a cabo remodelaciones y obra nueva, todo con el fin de adecuarlas, con instalaciones de acuerdo a las necesidades del equipamiento con que cuenta este servicio.

El servicio de Imagenología cuenta con los siguientes equipos para dar atención:

4 Equipos de Rayos X con mesa vasculable

2 Equipos de Rayos X con mesa fija

2 Equipos de Angiografía

4 Equipos de Ultrasonido

2 Equipos de Litotripsia

2 Equipos de Resonancia Magnética

2 Equipos de Tomografía

1 equipo digital portátil de Rayos X

En cada piso de hospitalización hay un equipo de estos

1 equipo portátil de Rayos normal, en el quirófano

1 un arco en "C" portátil en el quirófano

1 equipo portátil de Rayos X normal. En quirófano

1 equipo de portátil de Rayos X en piso

1 cuarto oscuro actualmente no funciona como tal ya que todas las imágenes que resultan de cada estudio son enviadas a la red conocida como PACS, además se cuenta con maquinaria con la cual se pueden revelar imágenes sin que el área este oscura o simplemente se mandan a la red PACS, para que la evalúe el médico solicitante.

HOSPITAL MÉDICA SUR. (INSTITUCION PRIVADA)

El parte del área de Imagenología de médica sur está ubicado en la planta baja de la torre de hospitalización, a la que se puede llegar directamente de urgencias, la cual esta a una distancia relativamente corta, el traslado de urgencias a la tomografía es por un pasillo que casi llega directamente. Los pacientes de consulta externa hacen un recorrido mínimo para llegar a la tomografía así como para los equipos de imagen que están en esta planta:

Equipo Rayos X convencionales

Equipo para Angiografía

Equipo para Mastografía

Equipo para Ultrasonido

Equipo para Tomografía

Una problemática que se observa es que el paciente hospitalizado al acudir al servicio de imagen, tiene que atravesar áreas por las que, en un momento dado, circulan pacientes ambulatorios de consulta externa. Otra situación es la relación que existe con las demás instalaciones que hay en el sótano, donde están ubicadas aéreas como:

Equipo para Resonancia Magnética

Equipo para radioterapia (Acelerador Lineal)

Equipo para Gamma Knife

Equipo para Medicina Nuclear

Esto obliga a que los pacientes hagan un recorrido largo, ya fuera por elevadores o por escaleras. Por lo que la opción de una ubicación adecuada para el área de Imagenología es una planta baja.

Una deficiencia de esta institución es su acceso, de la calle hasta las instalaciones el trecho de recorrido es muy largo.

HOSPITAL GENERAL “DR. MANUEL GEA GONZALEZ”

Por Decreto Presidencial Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 23 de Noviembre de 1946, se creó el Sanatorio hospital “Dr. Manuel Gea González”, con personalidad jurídica y patrimonio propios. Se inauguro el 19 de Mayo de 1947 y comenzó a recibir pacientes tuberculosos el 1° de Septiembre del mismo año.

Al asumir el Sanatorio Hospital que la tuberculosis pulmonar era curable se pasó de las medidas terapéuticas de la tisiología clásica (reposo, alimentación y clima), a las medidas terapéuticas de la neumología especializada (farmacología, patogenia y cirugía), esto llevo a propugnar por la transformación del Sanatorio Hospital en un centro de investigación. Cinco años después de su creación, la Institución recibió un vigoroso impulso al transformarse, por Decreto Presidencial publicado el 28 de diciembre de 1952, en el Instituto Nacional de Neumología “Dr. Manuel Gea González”, conservando su carácter de organismo público descentralizado.

El tratamiento de los enfermos tuberculosos fue modificándose de manera progresiva, la nueva era antibiótica permitió que el tratamiento fuera ambulatorio y transformo radicalmente el perfil epidemiológico de la tuberculosis. Se abatió de manera importante el número de pacientes hospitalizados, con la consecuente disminución del índice de ocupación de cama; esto llevo a reflexionar en la necesidad de cambiar la estructura y los objetivos de la institución y ampliar los servicios médicos para que adquirieran un carácter general.

El miércoles 26 de julio de 1972 se publico en el Diario Oficial de la Federación el Decreto de Creación del “Hospital General “Dr. Manuel Gea González”, continuando con su carácter de organismo público descentralizad; es decir, con personalidad jurídica y patrimonio propios. Esta breve historia del Hospital General “Dr. Manuel Gea González”, es una constante en todas las Instituciones del estado, como se podrá entender el hospital inicio actividades con un fin, estructura arquitectónica se proyecto para una función sin pensar en la evolución tecnológica en el área de salud.

En la actualidad el área de Imagenologia se encuentra ubicada en la planta baja contando con lo siguiente:

Equipos de rayos X convencionales

2 Equipos para ultrasonido

1 Equipo para Tomografía

1 Equipo para Mastografía

Pero en la que, cada vez que se requiere solventar alguna necesidad de espacios arquitectónicos para la atención de usuarios, se improvisa en el lugar que se escogió o solamente se remodela.

debido a que el área del hospital es muy reducida los espacios arquitectónicos no destacan como se quisiera, porque están todos amontonados, así mismo los criterios arquitectónicos son variados por la cantidad de empresas constructoras que participan.

Como conclusión, si se hubiera tomado en cuenta la evolución tecnológica que constantemente se da en el área de salud, nuestras Instituciones serias diferentes.

ÍNDICE DE DIBUJOS

2.0 DESCUBRIMIENTO DE LOS RAYOS X.

18.-Tubo de rayos X y sus partes más importantes Toshiba de México.....12

19.- La célula organismo microscópico sensible a los rayos X, Anatomía y Fisiología Humana ed. 1985 pag-27.....13

6.0 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE UNA SALA DE ACELERADOR LINEAL Y GAMMA KNIFE

24.- Área de Acelerador Lineal donde se aprecian las características de este tipo de salas Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....21

34.- 10.0 Área y equipo para Angiografía (Hemodinamia).....41

37.- 11.0 Área y equipo para Medicina Nuclear y Tomografía por Emisión de Positrones (P.E.T).....43

43.- Área complementaria para el P.E.T ubicando el ciclotrón, parte importante para su funcionamiento47

44.- 13.0 Área y equipo para mastografía digital.....48

47.- 14.0 Área y equipo para ultrasonido digital.....50

48,49 Vistas frontales, laterales y alzados de un equipo de Ultrasonido.....51

51.- 15.0 Área y equipo de una sala de Tomografía.....53

52.- 16.0 Área y equipo para Gamma Knife.....55

59. 17.0 Área y equipo para Acelerador Lineal.....58.

17.3 Locales y aéreas para Acelerador Lineal y Gama Knife.....62

64.- 18.0 Área y equipo para Litotriptor.....63

67,69.- Dibujo que muestra el sistema urinario, donde, se localizan los cálculos renales.....	64
71.- 19.0 Sala y equipo para Resonancia Magnética.....	65

INDICE DE FOTOGRAFIAS

DE LA RADIOLOGIA A LA IMAGENOLOGIA	Pag
1-2.-Proceso evolutivo de los rayos X	3
2.0 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA ARQUITECTURA HOSPITALARIA EN MEXICO	
5.- Hospital de Jesús fundado por Hernán Cortes.....	5
3.- Hospital de San Hipólito 1777.....	4
4.- Hospital de San Andrés 1626.....	4.
6.- Hospital Juárez 1847.....	5
10.- Nuevo Hospital Juárez 1985.....	6
8.- Instituto Nacional de Ciencias Medicas 1946.....	6.
9.- Nuevo Instituto Nacional de Rehabilitación 1998.....	6.
11.- Instituto Nacional de Psiquiatría.....	7.
12.- Hospital Medica Sur Institución privada.....	7.
13.- Instituto Nacional de Medicina Genómica 2008.....	8.
2.0 DESCUBRIMIENTO DE LOS RAYOS X	
14.- Wilhelm Conrad Roentgen descubridor de los Rayos X.....	9
16.- Radiografía de mano mujer.....	9.
17.- Radiografía de mano hombre.....	10.
20,21Protector para Gonadas y manos emplomados.....	16
4.0 OBSERVACIONES TECNICAS DE LAS AREAS DE IMAGENOLOGIA	
1A.- Inyección de aire a la sala de Imagenologia C.S. Dr. José Castro Villagrana.....	17
3A.-Inyeccion de aire en el cuarto oscuro C.S. Dr. José Castro Villagrana.....	18
2A.-Sala de Imagenologia C.S Dr. José Castro Villagrana.....	17.

4A.-Cuarto de Controles de la Tomografía en Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	18
22.-Puerta del cuarto de controles del C.S. Dr. José Castro Villagrana.....	19
5.0 DISEÑO DE BLINDAJE	
23.- Blindaje de marco con tiras de plomo, de puerta de cuarto de controles.....	19
7.0 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA RESONANCIA MAGNETICA	
25.- Ventilación especial por piso, de el área de gabinetes de sistema eléctrico de la Resonancia Magnética 0.5 Tesla del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	25
26.- Del recinto de radiofrecuencia el techo es parte importante, Resonancia Magnética 3 teslas del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	25
27.- Bloque de instalación eléctrica de la Resonancia Magnética de 3 teslas del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	25
28.- El recinto de radiofrecuencia alberga el equipo de Resonancia Magnética.....	26
29.- Tableros de control de la instalación eléctrica de la Resonancia 3 teslas del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	26
30.- Bloque de sistema eléctrico de la Resonancia Magnética 3 teslas del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	26
35.- Angiografo con tubo de rayos X, desplazable por rieles en el techo Siemens de México.....	42
36.- Sala de imagenologia funcionando con todos los elementos que intervienen para ello, Siemens de México.....	42
38.- Cámara de Centelleo Siemens de México.....	44

39.- Tomografía por Emisión de Positrones Siemens de México.....	45
40.- La importancia de la informática en la imagenología, Siemens de México.....	45
41.- La imagenología es importante en el diagnostico medico Siemens de México..	46
42.- Ciclotrón complemento del P.E.T. UNAM.....	46
45.- Mastografo Digital Siemens de México.....	48
46.- La evolución de la tecnología hace equipos más pequeños y más versátiles Siemens de México.....	49
48.-Equipo de Ultrasonido General Electric.....	51
50.- Equipo de Tomografía Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	52
52.- Equipo Gamma Knife Hospital Medica Sur.....	55
55.- Con el Gamma Knife se destruyen tumores Hospital Medica Sur.....	56
56.- En un estudio de Resonancia Magnética tumor antes de la aplicación del bisturí gamma Instituto Nacional de Neurología y neurocirugía.....	57
57.- estudio de Resonancia Magnética después de la aplicación del bisturí gamma Instituto Nacional de Neurología y neurocirugía.....	57
58.- Paciente recibiendo tratamiento con rayos gamma Hospital Medica Sur.....	57
60.- Con el Acelerador Lineal se destruyen células cancerígenas Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	59
61.- Para evitar fuga de radiaciones los muros del Acelerador Lineal son de concreto armado y laminas de plomo Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	61
62.- Los muros de protección del Acelerador Lineal tienen un espesor que va desde 80cms hasta 1.50 mts , Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....	61
64.- Litotriptor permite fragmentar a lo más mínimo los cálculos renales Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición.....	63

67.- Los Litotriptor actuales son más pequeños muy versátiles y se obtiene mayor información para el diagnostico Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición.....64

69.- La fluoroscopia es factor importante para localizar los cálculos renales y su fragmentación Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición.....64

70.-La Resonancia Magnética permite obtener imágenes del organismo, las cuales no se habían logrado antes coadyuvando a un diagnostico exacto Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.....66

