

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS PARA USO EN
ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

PRESENTADO POR
JUAN CARLOS CASTRO MAYORGA
ANA DEL CARMEN RODRÍGUEZ MOLINA
JULIA XOCHILT URRUTIA

PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO BIOMÉDICO

AGOSTO - 2005

SOYAPANGO – EL SALVADOR - CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA. S.D.B.

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

JURADO EXAMINADOR

ING. BORIS ADALBERTO CHAVEZ


ING. MAURICIO ALFONSO FABEIRO

ING. WILFREDO DE JESÚS MELARA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA BIOMÉDICA**

**JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN
ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS PARA USO EN
ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA**




ING. BORIS ADALBERTO CHÁVEZ
JURADO



ING. MAURICIO ALFONSO FABEIRO
JURADO



ING. WILFREDO DE JESÚS MELARA
JURADO



ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN
ASESOR

La vida es un camino en el que se nos presentan muchos retos, los cuales se deben aceptar con mucha seguridad y valor...

Dios me ha permitido aceptar muchos retos, entre ellos se encuentra mi carrera universitaria, que, gracias a Él la he podido culminar.

En este largo camino de triunfos y tropiezos, muchas personas me han brindado su apoyo, es por eso, que agradezco especialmente a mi esposo, Armando, mi suegra, papá, hermanos, familia y amigos que me tendieron una mano en los buenos y malos momentos.

Gracias a todos ellos que de una forma u otra estuvieron pendientes y me dieron ánimos para llegar al final de este largo camino, que a veces parecía que no tenía fin.

Sus oraciones, consejos, llamadas telefónicas, etc. servían para recargar nuevamente mi espíritu y buscar apoyo en nuestro único soporte: Jesucristo.

Agradezco a mis compañeros de tesis Xochilt y Juan Carlos porque juntos recorrimos parte de este camino, dándonos la mano mutuamente.

Finalmente gratifico a nuestro asesor, jurados, tutor y a la universidad por proporcionarme el apoyo necesario durante mi vida universitaria.

Ana Rodríguez

"Él mismo dio a los hombres la ciencia para que se gloriaran en sus maravillas. "

Eclo. 38, 6

Mis mas sinceros agradecimientos para aquella persona que ha estado conmigo en todos los años de mi vida, en los momentos difíciles y en los momentos alegres, quien me ha dado todo su amor y comprensión, y sobre todo, me ha dado su confianza, porque confió en mi hasta el ultimo día, y se esforzó por darme lo que necesitaba, sin ella nunca hubiera podido obtener este triunfo. A la mejor madre que un hijo puede desear, a mi mamá querida, porque sin ella, esto no hubiera sido posible, le agradezco todo lo que me ha dado. Este triunfo es de los dos, pero más que todo es tuyo mamá.

Al Ingeniero Girón, quien con mucho cariño y paciencia acepto ser nuestro asesor, y nos llevo de la mano, a veces caminando y muchas otras veces corriendo, pero nos apoyo y nos asistió en todo momento y siempre estuvo a la altura de nuestro desafío hasta el final.

Al Ingeniero Wilfredo Melara, por darnos apoyo y enriquecer la investigación brindándonos buenos contactos y consiguiendo referencias de información que no hubiéramos conseguido sin él.

A mi tía Susana, que siempre estuvo pendiente de mi incluso estando tan lejos y se alegra por mis triunfos. A mis queridos amigos y hermanos de la comu, porque me apoyaron con sus oraciones siempre. A Tania, por su apoyo y comprensión inmensos. A Xochilt y Ana, quienes recorrieron conmigo este sendero de trabajo y tiempo de esfuerzo mutuo, hasta llegar a nuestra meta.

Y principalmente, doy gracias a Dios sin cesar, porque en él he sido enriquecido en todo, quien me ha dado la vida y el espacio que disfruto a cada instante, quien me ha dado tantas bendiciones y ahora me regala una más. Este éxito no es mío, sino de él, porque sin él, no soy nada. Porque de él, por él y para él son todas las cosas. ¡A él la gloria por los siglos!

J.C.

¡Que profunda es la riqueza, la sabiduría y la ciencia de Dios!...

Todo viene de él, por él acontece y volverá a él. A él sea la gloria por siempre. ¡Amén!

Rom11,33; 11,36

Quiero agradecer en primer lugar a Dios Todopoderoso porque me ha permitido vivir hasta este momento, por todas las bendiciones que me ha dado, porque me dio a los padres mas lindos del mundo, porque a puesto en mi camino personas que me han dado apoyo incondicional en todo sentido, y por una nueva meta que con su ayuda he logrado.

En segundo lugar quiero agradecer a mi Papi, a mi Mami y a Tevita por estar conmigo en cada momento de mi vida, por todo el apoyo y la confianza que pusieron en mí y por su amor, dedicación y esfuerzo para que yo pudiera terminar mi carrera. Pero sobre todo gracias Mami por todos esos consejos que con dulzura y amor me has dado siempre.

A tío Elías, tía Ivonne y Tío Jim por estar pendientes de cada paso a lo largo de mis estudios y por todo el apoyo que me dieron.

Al Ing. Girón por enseñarme que para lograr una meta hay que exigirse más de lo que se puede hacer y por toda la paciencia y dedicación con la que nos ayudo en el desarrollo de la tesis.

A mi mejor amigo Juan Carlos por darme su amistad, apoyo y ayuda incondicional y por demostrarme que los amigos están siempre juntos y te ayudan a superar todos los obstáculos que se presentan en la vida.

A mi Comunidad Enmanuel por ser mi segunda familia y apoyarme con sus oraciones.

A mis compañeros de tesis Ana y Juan Carlos ya que dándonos ánimos mutuamente llegamos al final de la meta propuesta.

Y finalmente a todos mis amigos y compañeros de la universidad que a lo largo de mis estudios han estado conmigo y de formas diferentes me han ayudado y apoyado para lograr esta meta.

Julia Xochilt

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de tecnologías para uso en Ultrasonografía Diagnóstica que permita elegir las más apropiadas, de acuerdo a la realidad salvadoreña y que garantice el óptimo desempeño de estas, durante su vida útil.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Definir el principio de funcionamiento físico y adquisición de la imagen de los equipos para uso en Ultrasonografía.
2. Definir las principales aplicaciones clínicas de los equipos para uso en Ultrasonografía.
3. Realizar una investigación sobre los equipos disponibles en el mercado nacional e internacional.
4. Recomendar los equipos más aplicables para el sistema de salud de acuerdo a la realidad salvadoreña.
5. Realizar un análisis del servicio de Ultrasonografía en función de la carga de trabajo, flujo, distribución arquitectónica y equipos al menos en dos instituciones de salud.
6. Definir los requisitos mínimos de espacio necesarios para que funcione una unidad de Ultrasonografía.
7. Establecer los requisitos biomédicos básicos de las instalaciones vitales en el servicio de Ultrasonografía.
8. Diseñar una instalación prototipo en función del análisis de las tecnologías y la realidad salvadoreña.
9. Elaborar los protocolos de control de calidad para las instalaciones.
10. Elaborar los protocolos de mantenimiento.
11. Elaborar un manual de calidad de equipos.
12. Elaborar una guía para la valoración y adquisición de equipos.
13. Elaborar un plan de capacitación para usuarios de las tecnologías.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

Al finalizar este trabajo se obtendrá:

1. La teoría básica, principio de funcionamiento físico y adquisición de la imagen de los equipos de Ultrasonografía.
2. El diseño de una instalación prototipo en cuanto a espacio físico y requisitos biomédicos básicos, con los cálculos necesarios para el cumplimiento de las normas.
3. Se tendrá elaborada una guía dirigida a todas aquellas personas que intervengan directa o indirectamente en la gestión de tecnología, a través de la cual se puedan determinar los equipos apropiados a adquirir de acuerdo a las necesidades de una institución de salud salvadoreña.
4. Se diseñará un prototipo de una unidad de Ultrasonografía en función del análisis de tecnologías y de la realidad salvadoreña.
5. Se elaborará un plan que contenga todos los pasos a seguir en los procesos de capacitación del personal clínico, en el uso de estas tecnologías.
6. Se elaboraran los protocolos necesarios para el control de calidad de las instalaciones y mantenimiento de los equipos.
7. Se validarán los protocolos de control de calidad para las instalaciones y mantenimiento de los equipos de acuerdo a criterios y opiniones de profesionales con conocimientos en tecnologías de Ultrasonografía residentes en El Salvador.
8. Se elaborará un manual de calidad de equipos utilizando como parámetro de referencia al menos tres marcas y como elementos de valoración las características técnicas más relevantes que estas cumplen.

LIMITANTES

1. En el estudio se analizarán únicamente las tecnologías de ultrasonografía para uso diagnóstico.
2. Dificultad en acceso a cierta información epidemiológica de carácter privado en instituciones de salud que puedan ser fundamentales para establecer criterios de elección de equipo.
3. No se explicarán los diagramas eléctricos, mecánicos, ni neumáticos de las tecnologías analizadas.
4. Debido a que no existen normas y protocolos creados por entidades salvadoreñas se utilizarán las normas y protocolos internacionales para crear un sistema de control de calidad para las instalaciones y sistemas de Ultrasonografía.
5. No se correrán los protocolos de control de calidad ni las rutinas de mantenimiento desarrolladas en las instituciones analizadas.
6. La guía para la valoración y adquisición de equipos será aplicable únicamente a los sistemas de Salud Pública y Seguro Social.

INDICE

Contenido.....	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	I
CAPITULO 1. GENERALIDADES	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PRINCIPALES SISTEMAS SANITARIOS A NIVEL MUNDIAL.....	2
1.2.1 Sistema de Salud de México.....	3
1.2.2 Sistema de Salud de Chile.....	4
1.2.3 Sistema de Salud de Argentina.....	6
1.2.4 Sistema de Salud de Brasil.....	8
1.2.5 Sistema de Salud de Estados Unidos.....	9
1.2.6 Sistema de Salud en Canadá.....	10
1.2.7 Sistema de Salud de la Unión Europea.....	11
1.3 SISTEMA DE SALUD SALVADOREÑO.....	15
1.3.1 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.....	15
1.3.2 Instituto Salvadoreño del Seguro Social.....	20
1.4 EL HOSPITAL COMO UN SISTEMA.....	23
1.4.1 Dirección y Administración.....	26
1.4.2 Organización.....	27
1.5 INTERRELACIONES HOSPITALARIAS.....	31
CAPITULO 2. SERVICIOS DE ULTRASONOGRAFIA	
2.1 INTRODUCCIÓN.....	40
2.2 ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES.....	41
2.3 ALGUNAS ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS.....	46
2.3.1 Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).....	46
2.3.2 Hospital ABC.....	49
2.3.3 Fundación Santa Fe de Bogotá.....	50
2.3.4 Clínica Los Condes.....	52
2.3.5 Hospital General "Dr. Manuel Gea González".....	53
2.3.6 Hospital Universitario Son Dureta (HUSD).....	54
2.4 PROCEDIMIENTOS CLINICOS IMPORTANTES.....	56
2.5 CRITERIOS DE DISEÑO DEL SERVICIO DE ULTRASONOGRAFIA.....	58
2.5.1 Flujos.	59
2.5.1.1 Ubicación.	66
2.5.2 Áreas del servicio de Ultrasonografía.....	66
2.5.3 Dimensiones y Acabados.....	69
2.5.4 Aire Acondicionado.....	71
2.5.5 Iluminación.....	73
2.5.6 Instalaciones Vitales.....	76

Contenido.....	Pag.
2.5.6.1 Electricidad.....	76
2.5.6.2 Agua.....	76
2.5.6.3 Gases médicos.....	77
2.6 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS.....	78
2.6.1 Hospital Nacional “Dr. Jorge Mazzini Villacorta” de Sonsonate.....	78
2.6.1.1 Generalidades.....	78
2.6.1.2 Organización.....	79
2.6.1.3 Tecnologías utilizadas.....	80
2.6.1.4 Flujos.....	82
2.6.1.5 Interrelaciones.....	90
2.6.1.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales.....	91
2.6.1.7 Carga de Trabajo.....	94
2.6.2 Hospital Nacional de Niños “Benjamín Bloom”.....	95
2.6.2.1 Generalidades.....	95
2.6.2.2 Organización.....	96
2.6.2.3 Tecnologías utilizadas.....	98
2.6.2.4 Flujos.....	100
2.6.2.5 Interrelaciones.....	109
2.6.2.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales.....	109
2.6.2.7 Carga de Trabajo.....	112
2.6.3 Hospital Nacional de Maternidad “Dr. Raúl Argüello Escolán”.....	113
2.6.3.1 Generalidades.....	113
2.6.3.2 Organización.....	114
2.6.3.3 Tecnologías utilizadas.....	115
2.6.3.4 Flujos.....	117
2.6.3.5 Interrelaciones.....	125
2.6.3.6 Distribución Arquitectónica.....	125
2.6.4. Hospital Nacional de Zacamil “Dr. Juan José Fernández”.....	129
2.6.4.1 Generalidades.....	129
2.6.4.2 Organización.....	130
2.6.4.3 Tecnologías utilizadas.....	131
2.6.4.4 Flujos.....	133
2.6.4.5 Interrelaciones.....	143
2.6.4.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales.....	143
2.6.4.7 Carga de Trabajo.....	145
2.6.5. Hospital General del ISSS.....	146
2.6.5.1 Generalidades.....	146
2.6.5.2 Organización.....	146
2.6.5.3 Tecnologías utilizadas.....	147
2.6.5.4 Flujos.....	149
2.6.5.5 Interrelaciones.....	158

Contenido.....	Pag.
2.6.5.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales.....	158
2.6.5.7 Carga de Trabajo.....	161
2.7 COMPARACIÓN DE SERVICIOS DE ULTRASONOGRAFÍA.....	162
2.7.1 Comparación de la Organización de los Servicios de Ultrasonografía.....	162
2.7.2 Comparación de Equipos utilizados en los Servicios de Ultrasonografía.....	164
2.7.3 Comparación de Ambientes de Servicios de Ultrasonografía.....	166
CAPITULO 3. PRINCIPIOS DE ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA	
3.1 INTRODUCCIÓN.....	168
3.2 DESARROLLO HISTORICO DEL ULTRASONIDO.....	169
3.3. DEFINICIÓN Y RANGO DEL ULTRASONIDO.....	172
3.4 APLICACIONES DEL ULTRASONIDO.....	174
3.5 PRINCIPIO MATEMATICO Y FISICO DEL ULTRASONIDO.....	181
3.5.1 Sonido y su comportamiento físico.....	181
3.5.2 El Sonido como Onda.....	182
3.5.2.1 Propagación de Ondas.....	185
3.5.2.2 Atenuación.....	186
3.5.2.3 Intensidad.....	189
3.5.2.4 Impedancia Acústica.....	191
3.5.2.5 Reflexión y Refracción.....	192
3.5.2.6 Reflexión especular y Reflexión difusa.....	195
3.5.2.7 Difracción.....	196
3.5.3 El Efecto Doppler.....	198
3.6 IMÁGENES EN MEDICINA MEDIANTE ULTRASONIDOS.....	203
3.6.1 Efectos Biológicos de los Ultrasonidos.....	203
3.6.2 Generación y Detección del Ultrasonido.....	206
3.6.2.1 El Transductor Para Ultrasonografía Diagnóstica.....	216
3.6.2.2 Clasificación de los Transductores.....	219
3.6.2.3 Parámetros del Transductor.....	222
3.6.3 Métodos de Obtener Imagen.....	237
3.6.3.1 Modo A.....	237
3.6.3.2 Modo B.....	238
3.6.3.3 Modo M.....	240
3.6.3.4 Modo en Tiempo Real.....	242
3.6.3.5 Imagen Doppler.....	243
3.6.3.6 Imagen por armónicos.....	252
3.6.3.7 Ultrasonido en 3D y 4D.....	254
3.6.4 Aplicación Clínica de Tecnologías.....	256

Contenido.....	Pag.
----------------	------

CAPITULO 4: ELEMENTOS DE ANALISIS PARA LA VALORACIÓN DE EQUIPOS

4.1 INTRODUCCIÓN.....	261
4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL DIAGRAMA EN BLOQUES.....	262
4.3 ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS.....	267
4.3.1 Modo 3D y 4D.....	268
4.3.2 Imagen por Armónicos.....	268
4.3.3 Sistemas Intravasculares.....	268
4.3.4 Análisis de datos.	269
4.3.5 Agentes de Contraste.....	269
4.3.6 Mamografía y Ultrasonometría Ósea.....	270
4.3.7 Doppler Color en Modo Potencia.....	270
4.3.8 Elastografía.....	270
4.4 CARACTERISTICAS DE ANÁLISIS.....	271
4.4.1 Principales Fabricantes y Distribuidores.....	271
4.4.2 Características Técnicas.....	275
4.4.3 Capacitación.....	282
4.4.4. Garantía.....	282
4.4.5 Precios.....	283
4.4.6 Costos de mantenimiento.....	283
4.4.7 Accesorios.....	284
4.4.8 Tiempo de vida útil.....	284
4.4.9 Experiencia con las tecnologías.....	284
4.4.10 Versatilidad.....	285

CAPITULO 5. GUIA PARA LA VALORACIÓN Y ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

5.1 INTRODUCCIÓN.....	286
5.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN Y ADQUISICIÓN.....	287
5.2.1. Evaluación de necesidades.....	287
5.2.2. Criterios de Valoración.....	287
5.2.3 Instalaciones.....	289
5.2.4 Presupuesto estimado.....	290
5.3 PONDERACIÓN DE CRITERIOS Y VALORACIÓN DE RESULTADOS.....	290
5.3.1 Formato para la Valoración y Adquisición de Equipos.....	293
5.4 MANUAL PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE ULTRASONOGRAFÍA.....	295
5.4.1 Evaluar la necesidad.....	296
5.4.2 Evaluación y valoración de los equipos de Ultrasonografía.....	297
5.4.3 Evaluación de la instalación donde se colocará el equipo.....	297

Contenido.....	Pag.
----------------	------

CAPÍTULO 6. ANALISIS Y VALORACIÓN DE EQUIPOS

6.1 INTRODUCCIÓN.....	299
6.2 ANÁLISIS DE EQUIPOS.....	300
6.2.1 Marcas Consideradas.....	301
6.2.2 Aplicación de Formatos.....	301
6.2.3 Valoración de Resultados.....	304
6.2.4 Puntuación de Calidad.....	304
6.3 MANUAL DE CALIDAD DE EQUIPOS.....	308
6.3.1 Objetivo.....	308
6.3.2 Generalidades del Manual.....	308
6.3.3 Aplicación de Formatos.....	309
6.3.4 Valoración de Resultados.....	309
6.3.5 Puntuación de Calidad.....	310

CAPITULO 7. DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ULTRASONOGRAFIA

7.1 INTRODUCCIÓN..	311
7.2 GUIA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ULTRASONOGRAFÍA.....	312
7.3 DISEÑO DE UN PROTOTIPO.....	313
7.3.1 Aplicación clínica.....	314
7.3.2 Población a atender.....	316
7.3.3 Definición y funcionamiento.....	317
7.3.4 Determinación de espacios.....	319
7.3.5 Criterios de diseño.....	322
7.3.5.1 Generales.....	323
7.3.5.2 Pasillos y circulaciones.....	323
7.3.5.3 Sala de estudio.....	324
7.3.5.4 Puertas.....	326
7.3.5.5 Seguridad eléctrica.....	327
7.3.5.6 Cielos Falsos y Paredes.....	327
7.3.6 Determinación del número de salas de estudio.....	328
7.3.7 Tipo de tecnología a utilizar.....	330
7.3.8 Plano arquitectónico.....	332
7.3.9 Recomendaciones sobre la operatividad de la unidad.....	337
7.3.10 Flujos.....	338
7.4 COMPARACIÓN DEL PROTOTIPO DISEÑADO CON LOS SERVICIOS VISITADOS.....	347
7.4.1 Recomendaciones.....	349

Contenido.....	Pag.
CAPITULO 8. PROCESOS PARA LA CONSERVACIÓN DE TECNOLOGÍA	
8.1 INTRODUCCIÓN.....	352
8.2 CONTROL DE CALIDAD EN INSTALACIONES DE ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA.....	353
8.2.1 Definición de control de calidad.....	353
8.2.2 Creación de formatos.....	354
8.2.3 Sistema de valoración de resultados.....	363
8.2.4 Guía para correr el protocolo.....	365
8.3 PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO.....	367
8.3.1 Definición de Protocolo de Mantenimiento.....	367
8.3.2 Protocolos de Mantenimiento.....	368
8.3.2.1 Examen de Reconocimiento e Inspección del Ultrasonógrafo.....	368
8.3.2.2 Análisis de Parámetros del Ultrasonógrafo.....	372
8.3.3 Formatos para el Mantenimiento.....	378
8.3.4 Definición de tecnologías para el Mantenimiento.....	381
8.4 PLAN DE CAPACITACIÓN PARA USUARIOS.....	382
8.4.1. Componentes del plan de capacitación.....	382
8.4.2. Manual de Capacitación.....	388
CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
9.1 CONCLUSIONES.....	390
9.2 RECOMENDACIONES.....	392
GLOSARIO.....	397
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.....	406

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico por Ultrasonidos ha tenido gran desarrollo en las últimas décadas, tanto que actualmente se ha vuelto una herramienta de mucha consideración en el diagnóstico médico, debido a ello, es importante para la ingeniería, conocer todos los aspectos que se relacionan con los equipos de Ultrasonografía y que intervienen en el buen desempeño del diagnóstico médico, mediante esta técnica de imágenes médicas.

Este trabajo de graduación, es un documento de investigación, sobre la técnica de la Ultrasonografía y que conlleva a un análisis de los aspectos que rodean a estos equipos y que tienen incidencia en su uso y en su funcionamiento, así como, sirve como auxilio en procesos de gestión de esta clase de tecnología, desde su adquisición hasta el final de su vida útil, considerando factores de importancia en el momento de la conservación del buen estado y funcionamiento de estos equipos.

Debido a que no existe en nuestro país, un antecedente de investigación directamente sobre la Ultrasonografía, se han tomado aspectos generales, tratando de incluir los aspectos científicos más importantes de este tipo de tecnología, y profundizando en lo que según nuestro medio, es lo necesario para un análisis confiable y aplicable al país, es por ello que este trabajo es una propuesta para el análisis y gestión de tecnologías para uso en Ultrasonografía Diagnóstica, en donde en los últimos capítulos, se realiza un diseño de un prototipo para una unidad de Ultrasonografía, que se acerca a lo ideal, según los parámetros y normas internacionales en cuanto a su organización y funcionamiento.

ÍNDICE

Contenido

Núm. de pág.

1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	PRINCIPALES SISTEMAS SANITARIOS A NIVEL MUNDIAL.....	2
1.2.1	Sistema de Salud de México.....	3
1.2.2	Sistema de Salud de Chile	4
1.2.3	Sistema de Salud de Argentina.....	6
1.2.4	Sistema de Salud de Brasil.....	8
1.2.5	Sistema de Salud de Estados Unidos	9
1.2.6	Sistema de Salud en Canadá.....	10
1.2.7	Sistema de Salud de la Unión Europea.....	11
1.3	SISTEMA DE SALUD SALVADOREÑO	15
1.3.1	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	15
1.3.2	Instituto Salvadoreño del Seguro Social	20
1.4	EL HOSPITAL COMO UN SISTEMA	23
1.4.1	Dirección y Administración.....	26
1.4.2	Organización	27
1.5	INTERRELACIONES HOSPITALARIAS	31

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se explica la teoría general de algunos sistemas de salud, considerando primero algunos de relevancia mundial, con el objetivo de tener un enfoque de cómo funciona una institución en donde se den procesos de gestión de tecnologías; y en segundo lugar el Sistema Nacional de Salud, con su propia subdivisión y subsistemas interdependientes¹. Lo anterior es con el objetivo de comparar los distintos sistemas de salud que existen y que son muy variados, junto con sus diferentes estructuras y organización, dado que ello es importante para analizar la estructura del sistema de atención médica, ya que hay sistemas integrados que funcionan en el sector público y que son muy diferentes a los privados. Los hospitales y sus sistemas pueden clasificarse en diversos tipos, según el punto de vista que se adopte, ya sea por el origen de los recursos que se invierten en su operación, por el área territorial que abarcan sus servicios, por el tipo de padecimiento que atienden o por el tiempo de estadía de los pacientes.

Conocer la estructura de los Sistemas de Salud y Sistemas Hospitalarios tendrá como finalidad, el hacer una síntesis de la organización, administración, de los métodos y de los procesos que adoptan estas instituciones para que el sistema logre su objetivo de proporcionar la atención médica de la mejor manera. Al conocer los sistemas de salud se tendrá una visión general de la situación actual, bajo el punto de vista en el cual se brinda una muy buena atención médica a los pacientes, mediante el buen empleo, el buen estado de las tecnologías y de los recursos que se utilizan para proporcionar y aprovechar al máximo los servicios de Ultrasonografía en las instituciones; conociendo sus leyes, reglamentos, información o procedimientos administrativos que influyen en el uso de tecnologías y que son regidos por un marco de referencia normativo que muchas veces realizan funciones de administración y control tratando de lograr una mayor eficiencia con un costo reducido.

¹ Subdivisión del sistema se refiere al MSPAS, ISSS, Privado. Subsistemas, se refiere Hospitales, Clínicas, Unidades de Salud, etc

1.2 PRINCIPALES SISTEMAS SANITARIOS A NIVEL MUNDIAL

Un sistema de salud es un conjunto de entidades y organismos sociales encargados de la producción de servicios sanitarios. Se denomina sistema de salud a aquel servicio cuyo objetivo directo es la mejora o protección de la salud. Los sistemas de salud a lo largo de su existencia han tenido distintas clasificaciones, sin embargo, una de las más habituales es la clasificación por la fuente de financiamiento, la cual divide a los sistemas en públicos, privados y mutualistas, y se definen a continuación:

- a) Públicos: Estos son financiados total o en su mayoría por el estado. El sistema de salud español es un ejemplo de este tipo de sistema, el cual está fijado por los presupuestos del estado, otros países de Europa con este sistema son los países escandinavos, Irlanda, Reino Unido, Grecia, Portugal e Italia. En El Salvador, existe un sistema de salud financiado con un presupuesto para cada año dado por el estado sin embargo no se podría ubicar totalmente dentro de esta clasificación, dado que este presupuesto nunca es suficiente para todos los gastos que se tienen dentro de la red nacional y este sistema de salud tiene que recurrir a otras fuentes de financiamiento tales como donativos, actividades de los patronatos cuotas sociales, etc.
- b) Sistema mutualista: En este los asegurados obtienen prestaciones a través de las aportaciones de los mutualistas, los cuales generalmente son trabajadores, empresarios y gobierno. Se trata más de una protección al trabajador que al ciudadano. Este tipo de sistema está vigente en varios países como Alemania, Francia, Bélgica, Holanda y Suiza. En El Salvador el Instituto Salvadoreño del Seguro Social es un ejemplo de este tipo de sistema sin embargo no presta servicio a todos los trabajadores; ejemplo de ello es que los Trabajadores del Magisterio Nacional no están bajo este sistema de Seguridad Social, y los maestros pasan consulta pero bajo contratos y convenios especiales con entidades de Salud.

c) Sistema Liberal: en este las compañías de seguros privadas compiten entre sí en la oferta de condiciones de cobertura que pueden contratarse o no. Este sistema puede ser considerado como el prototipo de la privatización de la salud, además se considera que propicia mucha desigualdad social. Un claro ejemplo de este sistema es Estados Unidos en donde más de 40 millones de personas están sin protección sanitaria.

A pesar de las diferencias que existen entre estos tres tipos de sistemas de salud, estos tienen en común que todos deben demandar ciertas características al sistema las cuales se enlistan a continuación:

- a) Equidad: Este se refiere a la igualdad de trato y accesibilidad de los servicios, y en la igualdad de los rendimientos de los servicios, pudiendo esto ser verificable.
- b) Eficacia: Esto es todo aquello que logra el efecto deseado, es decir la curación, la mejoría, la rehabilitación, la protección o al menos, el diagnóstico y pronóstico adecuado de una determinada patología.
- c) Eficiencia: Esta característica está relacionado al costo que se tenga para lograr los propósitos deseados. Esta característica varía de acuerdo al sistema hospitalario con el que se está tratando.

A nivel mundial existen diferentes tipos de sistemas de salud los cuales pueden ser incluidos dentro de la clasificación hecha anteriormente, sin embargo, tienen ciertas características que los diferencian entre cada uno de ellos. A continuación se describen principales sistemas de salud a nivel mundial:

1.2.1 Sistema de Salud de México

El sistema de servicios de salud está segmentado en tres grandes grupos, de acuerdo con la inserción laboral y la capacidad de pago de las personas, y al interior de estos

el acceso a la atención se encuentra fragmentado en varias instituciones, según se describe a continuación:

Los trabajadores de la economía formal deben afiliarse por ley a alguna institución de seguridad social. En el 2000 esta población ascendía alrededor de 50 millones de personas. El Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS) concentraba a la mayor parte de estos asegurados (cerca del 80%), seguido por el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), las Fuerzas Armadas (SEDENA), Marina y diversos seguros para trabajadores estatales.

El sistema para población no asegurada (alrededor de 48 millones de personas) incluye los servicios de la Secretaría de Salud (SSA), que opera en áreas urbanas y rurales de todo el país y el programa IMSS-Solidaridad, que atiende a población de zonas rurales definidas (alrededor de 11 millones de personas) de 14 estados. La SSA se financia por el presupuesto de la Federación y de los gobiernos estatales, esencialmente, y tiene ingresos por cuotas de recuperación de quienes pueden pagar, mientras que el IMSS-Solidaridad recibe una asignación presupuestal del gobierno federal y cuenta con el apoyo administrativo del IMSS.

El sector privado funciona en un contexto poco supervisado, brinda una atención de calidad desigual, con precios variables y está bastante fragmentado. Las ONGs tienen un peso poco significativo en la prestación de servicios, aunque su trabajo organizado en redes es cada vez más relevante en los ámbitos de sexualidad y reproducción, VIH/SIDA, violencia intrafamiliar, atención a las adicciones y a las discapacidades.

1.2.2 Sistema de Salud de Chile

El Sistema de Salud chileno es mixto, compuesto de fondos y prestadores públicos y privados. El sector público lo integran los organismos que componen el Sistema

Nacional de Servicios de Salud (SNSS): el Ministerio de Salud (MINSAL) y sus organismos dependientes: los 29 Servicios de Salud, el Instituto de Salud Pública (ISP), la Central de Abastecimiento (CENABAST), el Fondo Nacional de Salud (FONASA), y la Superintendencia de Instituciones de Salud Previsional (SISP).

El MINSAL vela por el desarrollo de la salud en el nivel nacional, asume el rol rector y regulador del Estado en materia de salud y ejerce la autoridad sanitaria. La función principal del SNSS consiste en brindar prestaciones de salud a través de una red asistencial compuesta por Hospitales, Consultorios Urbanos y Rurales, y Estaciones Médico-rurales; también ejerce funciones de regulación. El ISP sirve de Laboratorio Nacional y de Referencia, lo que involucra la normalización y control de calidad de los laboratorios y de los medicamentos; también tiene funciones en la vigilancia y cumplimiento de regulaciones ambientales. La CENABAST facilita la provisión de medicamentos y demás insumos de uso médico al sistema. El FONASA financia las acciones de salud y las inversiones, así como las prestaciones otorgadas a través del Sistema o por otros organismos. Además, establece convenios y fija aranceles. La SISP se encarga de controlar las Instituciones de Salud Previsional (ISAPRES).

El financiamiento proviene de un aporte fiscal al aseguramiento y la provisión públicos. Además, existe un aporte obligatorio de los asalariados que corresponde al 7% de sus sueldos. El componente público lo gestiona FONASA. Este Fondo recibe los aportes de los asalariados que escogen esta opción de aseguramiento, así como las transferencias del Presupuesto de la Nación para la atención de los indigentes y para el financiamiento de los programas de salud pública. El aseguramiento privado se hace a través de las ISAPRES. La población cubierta por FONASA tiene una mayor proporción de mujeres y de adultos mayores que la adscrita a las ISAPRES; sin embargo, la participación de mujeres cotizantes en este último sistema es similar a su representación en la fuerza de trabajo. El 16% de la población restante pertenece a otros sistemas (Fuerzas Armadas, Universidades, etc.) o no está adscrita a ningún esquema formal de seguro.

1.2.3 Sistema de Salud de Argentina

Por mandato constitucional las provincias son las unidades técnico administrativas responsables del cuidado y protección de la salud de la población. Los municipios suelen administrar sus propios recursos y tienen atribuciones para programar y realizar acciones de salud en forma independiente, particularmente los de mayor poder económico y peso demográfico. El Consejo Federal de Salud (COFESA) es el espacio de articulación institucional para la construcción de consensos, el establecimiento de metas y la adopción de políticas y decisiones compartidas entre sectores y jurisdicciones.

El Gobierno Nacional tiene presencia en las provincias a través de las delegaciones del Ministerio de Salud, de la Superintendencia de Servicios de Salud, de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo y de la Superintendencia de las Administradoras de Fondos de Jubilaciones y Pensiones.

El Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSAS) cuenta con diversos organismos descentralizados como la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología (ANMAT), la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud (ANLIS), el Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI), el Centro Nacional de Reeducción Social (CENARESO) y el Instituto Nacional de Rehabilitación y Promoción de Personas con Discapacidad. También depende del MSAS la Superintendencia de Servicios de Salud (SSS), que tiene a su cargo fiscalizar y supervisar el cumplimiento del ejercicio del derecho de opción de los beneficiarios del sistema para la libre elección de Obras Sociales, la supervisión del Programa Médico Obligatorio y el cumplimiento de las obligaciones de pago de los entes comprendidos en el Sistema respecto a los Hospitales de Administración Descentralizada.

El sector de la salud en Argentina se estructura sobre tres subsectores principales:

- a) Subsector público: Con financiación y provisión públicas, principalmente integrado por las estructuras administrativas provinciales y nacionales de nivel ministerial (responsables de la conducción sectorial en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones) y la red de Hospitales Públicos. Las Fuerzas Armadas tienen su estructura propia asistencial, cada rama por separado, y producen algunos insumos como, por ejemplo, medicamentos. El área de educación es responsable de la formación de grado y postgrado en salud a través de las Universidades y Hospitales Universitarios. También mantiene servicios de sanidad escolar para acciones de prevención y promoción de salud. Las áreas de agricultura y ganadería son responsables del control de los alimentos y de la salud animal, entre otras.
- b) Subsector de Seguro Social Obligatorio: Organizado en torno a entidades que agrupan a los trabajadores según ramas de actividad denominadas Obras Sociales. A su vez, el personal directivo y gerencial también se agrupa en diferentes Obras Sociales, llamadas de personal de dirección, con iguales características y funciones que las de los trabajadores comunes. Otros organismos públicos, como las Fuerzas Armadas y los poderes legislativo y judicial tienen sus propias Obras Sociales. Por otra parte, cada provincia tiene una Obra Social que cubre a los empleados públicos de su jurisdicción. La mayoría de las Obras Sociales brindan servicios a través de contratos con terceros prestadores, pues su capacidad instalada propia es muy escasa.
- c) Subsector Privado: Que incluye tanto la oferta de profesionales de la salud independientes como la de establecimientos de salud (hospitales privados, clínicas, etc.) que atienden demandantes individuales pero, sobre todo, a los beneficiarios de las Obras Sociales mediante acuerdos individuales y colectivos que prevén diferentes modalidades de pago de servicios. Asimismo, el sector privado comprende entidades de seguro voluntario llamadas Empresas de Medicina Prepagas.

Por último, debe mencionarse que entre 1995 y 1996 se diseñó un nuevo sistema para la protección contra los riesgos del trabajo, basado en el funcionamiento de operadores privados (Aseguradoras de Riesgo de Trabajo) que atienden las necesidades de prevención y reparación de los daños laborales. El sistema está supervisado por la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, vinculada al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

1.2.4 Sistema de Salud de Brasil

El Estado es el proveedor del derecho a la salud “mediante políticas sociales y económicas encaminadas a reducir el riesgo de enfermedades y otros riesgos y el acceso universal y equitativo a todas las atenciones y servicios para la promoción, protección y recuperación de la salud”. Con miras a garantizar este derecho, la Constitución formula la implementación de un único sistema unificado de salud pública (Sistema de Salud Unificado—SUS), fundado en un diseño de acceso universal descentralizado, escalonado, y por regiones que proporcione atención integral bajo el principio de equidad (prestando atención a cada individuo según sus necesidades). Por ley, los tres niveles de gobierno deben participar activamente en el SUS, que es una red de salud coordinada basada en un modelo por regiones, escalonado y descentralizado. La autoridad de conducción para el SUS recae exclusivamente en cada nivel de gobierno: el Ministerio de Salud (MS); las secretarías estatales de salud (SEs); y las secretarías municipales de salud (SMs). Las acciones, intervenciones, y los servicios de salud se suministrarán de conformidad con las políticas y las normas aprobadas por los consejos de salud, constituidos por los funcionarios del gobierno, profesionales de la salud, proveedores de servicios y usuarios. Los consejos de salud están vinculados a los cuerpos ejecutivos respectivos: el Consejo de Salud Nacional; el Consejo de Salud del Estado; y el Consejo de Salud Municipal. Las actividades del Consejo de Salud siguen las recomendaciones dadas por las conferencias de salud. Los cuerpos ejecutivos de cada nivel de gobierno convocan las conferencias de salud

a intervalos de cuatro años, invitando a una amplia gama de actores sociales con miras a evaluar la situación sanitaria y proponiendo las normas de política sanitaria.

En Brasil, los servicios de salud se administran mediante la combinación de dos sistemas: el sistema de salud pública de cobertura universal y el sistema privado de "atención médica suplementaria". El sistema público incluye a proveedores de servicio tanto públicos como privados. Con respecto a los establecimientos privados, tanto con fines de lucro como sin fines de lucro, los pacientes tienen todavía la opción de pagar directamente los servicios. Un 76% de la población recibe exclusivamente atención del sistema público, mientras que un número significativo de aquellos cubiertos por el sistema suplementario también usa el sistema público, especialmente para los procedimientos más complejos y costosos. Los gerentes de la red en el estado y/o los niveles municipales se encargan de los servicios de contratación externa al sector privado y pagan a los proveedores de servicios directamente, según el grado de autonomía que ellos tengan del nivel respectivo del manejo descentralizado en el sistema.

1.2.5 Sistema de Salud de Estados Unidos

Los servicios de atención de salud en los Estados Unidos de América se dividen entre los sectores público y privado. El país no tiene un sistema único, nacional, de asistencia de salud. El proveedor más grande de los servicios, es un sector privado competitivo, compuesto por hospitales, médicos, dentistas, hogares para convalecientes, organismos de asistencia domiciliaria, compañías aseguradoras, empresas de suministros médicos y fabricantes de productos farmacéuticos. Aproximadamente, 70% de la población está cubierta por un seguro de salud privado. En términos generales, los gastos totales para la salud han fluctuado en torno al 13,0% del producto interno bruto (PIB).

El Departamento de Salud y Servicios Sociales (HHS) es el principal organismo del gobierno de los Estados Unidos de América para proteger la salud de todos los estadounidenses y proporcionar servicios sociales esenciales, especialmente para los que son menos capaces de velar por sí mismos. El HHS forma parte del poder ejecutivo y el Congreso de los Estados Unidos de América determina su presupuesto. El gobierno federal es proveedor directo de servicios de salud para el personal militar (por medio del Departamento de Defensa), los excombatientes con discapacidades vinculadas con el servicio (por medio de la Administración de Veteranos de Guerra), los indios estadounidenses y nativos de Alaska (por medio del Servicio de Salud para Poblaciones Indígenas) y los presidiarios de las prisiones federales.

Mediante un programa conocido como Medicare, el gobierno federal proporciona seguro de salud a todos los estadounidenses de más de 65 años de edad, los que tienen insuficiencia renal permanente y ciertas personas con discapacidades. Es el programa más grande de seguro de salud de la nación y cubre aproximadamente a 39 millones de estadounidenses. El gobierno federal, mediante los CMS, también trabaja con los gobiernos estatales para proporcionar seguro de salud, conocido como Medicaid, a los pobres del país. Medicaid es un programa de seguro de salud, financiado en forma conjunta por el gobierno federal y los gobiernos estatales, que se dedica a algunos sectores de la población de bajos ingresos. Cubre aproximadamente a 36 millones de individuos, incluidos niños, ancianos, ciegos, discapacitados y otros que reúnen los requisitos para recibir mantenimiento de ingresos del gobierno federal. El gobierno federal, por medio del HHS, también patrocina la investigación médica en una amplia variedad de áreas.

1.2.6 Sistema de Salud en Canadá.

Canadá posee un sistema de salud financiado y administrado por el sector público y de prestación privada (sin fines de lucro) predominantemente, conocido por los canadienses como "Medicare". El sistema proporciona acceso a cobertura total,

integral para servicios hospitalarios, servicios médicos para pacientes hospitalizados y ambulatorios necesarios desde el punto de vista médico.

El manejo directo de los servicios de salud es responsabilidad de cada provincia o territorio individual. Por intermedio de sus ministerios de salud respectivos, planifican, financian y evalúan la prestación de atención hospitalaria, los servicios de asistencia médica y paramédica así como algunos elementos de la atención por prescripción y la salud pública. También supervisan las responsabilidades específicas delegadas a otros organismos no gubernamentales. Los ministerios provinciales de salud financian hospitales públicos, negocian los sueldos de los profesionales paramédicos y los honorarios para los servicios médicos con las asociaciones provinciales de médicos. En todos los casos, se publica y se pone a disposición del público un resumen de las prestaciones para los servicios médicos de acuerdo con la Ley del Seguro de Salud.

Una característica definitoria de la mayor parte del Sistema de Salud en Canadá es que se financia públicamente, principalmente mediante tributación, incluidos los impuestos federales y provinciales, personales y sobre la renta de las sociedades, pero los servicios se prestan de manera privada sin fines de lucro. La Estructura del Financiamiento para el Sistema de Salud en Canadá indica que el flujo de los fondos de los individuos en forma de pago de impuestos y primas a los gobiernos, los empleadores y los aseguradores privados, financia el sistema de prestación de asistencia sanitaria y los prestadores.

1.2.7 Sistema de Salud de la Unión Europea

Dentro de este sistema se encuentran contemplado diferentes países los cuales se derivan de modelos tales como el mutualista y el Sistema Nacional de Salud, los sistemas varían en cada país de acuerdo a parámetros tales como; extensión de cobertura y el precio que han de pagar por ella. Respecto a la cobertura que tienen no existe mucho cambio entre ellos ya que la mayoría tiene una cobertura total, sin

embargo el precio por el gasto de salud varía frecuentemente. Entre estos países se encuentran Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido y Suecia. A continuación se muestran ejemplos de los Sistemas de Salud de Países de la Unión Europea:

a) Alemania.

Las atenciones hospitalaria y no-hospitalaria se hallan estrictamente separadas. Fuera de los hospitales, los pacientes son tratados por médicos en sus consultorios privados y psicoterapeutas no-médicos. Los fondos de seguros de salud entran dentro de dos grupos principales: estatutario y privado. Los fondos de seguros de salud estatutarios proporcionan a los miembros una serie de exámenes y tratamientos especificados por un comité de control formado por representantes médicos, los fondos de seguros sanitarios y los partidos políticos.

Alrededor del 99% de la población alemana tiene seguro médico. Por ley se exige que los empleados que ganan menos de €3.900 mensuales sean miembros de un fondo de seguro de salud estatutario. Este seguro cubre a los cónyuges e hijos que no perciban ingresos propios. Los empleados que ganen más de €3.900 mensuales o los empleados por cuenta propia pueden optar por no tener este seguro, hacerse miembros voluntariamente de un fondo de seguro de salud estatutario o entrar en un esquema de seguro de salud privado. El 91% de la población alemana pertenece a un fondo de seguro de salud estatutario, mientras que el 8% está cubierto por fondos de seguro de salud privados, que no están restringidos por ley en lo que respecta a los beneficios diagnósticos y terapéuticos que ofrecen a sus miembros.

b) Francia.

El último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), del 21 de junio de 2000, calificó el modelo de sanidad en Francia como el mejor del mundo. Los criterios que utilizó la OMS para elaborar el ranking de sistemas de salud conjugaban el nivel de salud general de la población, las disparidades de salud entre la población, la

satisfacción por su funcionamiento según las rentas, el reparto de las cargas de la financiación del sistema, entre otros.

Su estructura se encuentra descentralizada en regiones, departamentos y entes locales. Dos modelos de gestión: un sector público, y uno fundado sobre principios liberalizadores. Hospitalización mayoritariamente pública (2/3 de las camas disponibles en el sistema hospitalario francés forman parte del sector público). Los servicios ambulatorios se encuentran la mayoría liberalizados.

El sistema hospitalario en Francia es mixto es decir público y privado. Las tarifas de los centros públicos las fija la Administración y de los centros privados son de acuerdo con el área de especialización, y establecidas en contratos entre las agencias regionales y los hospitales.

La confección del presupuesto de la Seguridad Social corresponde al Ministerio de Asuntos Sociales y Sanidad. De su gestión se encarga la Caja Nacional de Seguro de Enfermedad de los Trabajadores Asalariados (CNAMTS), 16 cajas regionales y 129 a nivel departamental. Los presupuestos globales para los hospitales públicos se elaboran desde 1985 mediante la negociación entre hospitales, Estado y Cajas de Enfermedad. La financiación del sistema se hace a través de cotizaciones obligatorias de asalariados y empresas, y diferentes niveles de pago anticipado por prestaciones que deben satisfacer los pacientes.

Otros países de la Unión Europea y su sistema sanitario se mencionan a continuación en la tabla 1.1:

Países	Cobertura	Descripción
Austria	Universal	Consulta médica gratuita o dependiente del seguro. Los pagos de seguro incluye hospitalación, asilos, recetas, farmaceuticos.
Bélgica	Universal	El régimen habitual es el pago por acto con reembolso posterior por el seguro.
Dinamarca	Universal	Financiado a través de los impuestos. Los servicios son gratuitos a excepción de farmacia, odontología, fisioterapia y podología.
Finlandia	Universal	Es muy parecido al sistema de Dinamarca, las autoridades regionales deciden las prestaciones en atención primaria y especializada y los fondos son distribuidos a nivel estatal.
Grecia	95% de la población	El gasto en salud privado es del 40%. Existe un pago anticipado de hospitalización, pago por urgencias y consulta externa y pago por farmacia.
Holanda	Universal	62% es del sistema mutualista mientras que el resto esta asegurada a través de seguros privados, Todos los servicios son gratuitos a excepción de odontología.
Irlanda	Universal (1/3 de la población tiene servicio gratuito)	Financiado a través de los impuestos. Los servicios son gratuitos para un tercio de la población, el resto paga una cantidad variable por los servicios de odontología, fisioterapia, etc. La hospitalización y atención especializada tiene un costo anticipado el cual puede ser financiado a través de la contratación de la compra de seguros.
Italia	Un buen porcentaje de su población no esta cubierto	Dado el proceso de la reforma de 1993, su sistema de salud ha cambiado negativamente haciendo que un buen porcentaje de usuarios busquen asistencia en salud fuera del país.
Luxemburgo	Universal	Sistema mutualista obligatorio. Existe un pago anticipado por visita médica, medicamentos y hospitalización.
Portugal	76 % de la población	El servicio es gratuito para esta cantidad mientras que el otro porcentaje es cubierto a través de un sistema asegurador. Existe pago anticipado por atención ambulatoria especializada, visitas domiciliarias, medios de diagnóstico, fisioterapia y hospitalización
Reino Unido	Universal	Sus prestaciones son totales y gratuitas. Existe un pago anticipado en farmacia (pero muy pocos lo realizan debido a exenciones y al hecho de que la mayoría de medicamentos tiene un costo bajo), hospitalización y odontología
Suecia	Universal	Mutualista y compra de seguros de salud. El usuario paga a la autoridad local pago por consulta especialidades, urgencias, hospitalización y pago anticipado por servicios dentales y por recetas.

Tabla 1.1. Descripción de los Sistemas de Salud de los países de la Unión Europea

Fuente: Gestión Hospitalaria. José Luis Temes.

1.3 SISTEMA DE SALUD SALVADOREÑO

El sector de la salud está constituido por dos grandes grupos:

a) El público, integrado por:

- El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS),
- El Instituto Salvadoreño de Rehabilitación Integral (ISRI),
- Bienestar Magisterial,
- La Sanidad Militar y
- El Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS)

b) El privado que incluye entidades lucrativas y no lucrativas.

1.3.1 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, como responsable por la salud de la población, ha identificado la necesidad de efectuar cambios en el sistema de salud pública, en vista de los múltiples problemas que existen. Mencionándose entre ellos:

- a) La existencia aún de población sin acceso a los servicios de salud
- b) Insuficiente financiación del sistema
- c) Sistema de salud desintegrado que promueve la duplicación de recursos
- d) La provisión de servicios deficientes y de poca calidad.

Ante la problemática planteada, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social ha realizado esfuerzos para transformar la estructura organizativa predominante en el sub-sector público (modelo centralizado con una organización burocrática/profesional) en una estructura moderna en términos de organización y gestión, desconcentrada y descentralizada en cuanto a la provisión y a la administración de los servicios, para ello está impulsando a nivel local el diseño de un

Sistema Básico de Salud Integral (SIBASI), el cual está basado en un enfoque sistémico que permite el escalonamiento en red de los servicios de salud, no por su capacidad técnica sino por la capacidad de relacionarse con el usuario y su entorno, pretendiendo con esto garantizar, a todos los individuos el acceso al sistema de servicios de salud a través de un nivel de atención y que pueda ascender a otros niveles cuando su estado de salud así lo requiera. Esto implica que el primer nivel de inicio debe existir en todas las comunidades del país y que deben darse las interrelaciones que hagan posible el flujo de pacientes entre los diferentes niveles que existen.

Si bien este sistema está pensado para ser integrado por los dos sub-sectores, público y privado, del sector salud, actualmente está implementado únicamente en las instituciones de salud del MSPAS.

El modelo de atención pública se organiza en redes de servicios estructurada en tres niveles y vinculados entre sí por medio del sistema de referencia y retorno, en donde al primer nivel de atención le compete la provisión de servicios básicos a nivel de hogar, comunidad y servicios básicos ambulatorios de Salud; al segundo nivel le compete la provisión de servicios ambulatorios y hospitalarios de las cuatro áreas básicas y algunas de sus sub-especialidades de conformidad con el volumen y naturaleza de su población adscrita: Gineco-obstetricia, Medicina Interna, Cirugía y Pediatría. Estos dos primeros niveles de atención constituyen el Sistema Básico de Salud Integral (SIBASI). Al tercer nivel, Centro Nacional de Referencia, le compete la provisión de servicios especializados, de alta complejidad y de referencia nacional.

Actualmente el total de establecimientos del MSPAS es de 618 con un total de camas de 4625 a finales del 2003, estos establecimientos están distribuidos como se observa en la tabla 1.2:

30	Hospitales
367	Unidades de Salud
170	Casas de Salud
47	Centros Rurales de Salud
2	Clínicas de Empleados
2	Centros de Atención de Emergencia

Tabla 1.2. Cantidad de establecimientos del MSPAS

Fuente: Pagina Web Oficial MSPAS

Organizados en veintiocho SIBASI, distribuidos no por su ubicación geográfica sino por la población a atender, de tal manera que sea lo suficientemente pequeña (50,000 habitantes) para que el personal que lo dirige pueda conocer bien los problemas y compartirlos con la población de su área geográfica, pero lo suficientemente grande (250,000 habitantes) como para que su capacidad de resolución justifique la existencia de una complejidad técnica suficientemente grande para dar respuesta a problemas complejos. A continuación, en la tabla 1.3, se mencionan los SIBASI actuales:

Santa Ana	Suchitoto
Metapán	La Paz
Chalchuapa	Sensuntepeque
Ahuachapán	Ilobasco
Sonsonate	San Vicente
La Libertad	Usulután
Chalatenango	Santiago de María
Nueva Concepción	Jiquilisco
Norte	San Miguel
Centro	Ciudad Barrios
Sur	Nueva Guadalupe

Soyapango	Morazán
Ilopango	La Unión
Cojutepeque	Santa Rosa de Lima

Tabla 1.3. SIBASI actuales en El Salvador

Fuente: Pagina Web Oficial MSPAS

Los Centros Nacionales de Referencia están formados por:

- a) Hospital Rosales
- b) Hospital de Niños Benjamín Bloom
- c) Hospital de Maternidad

En la figura 1.1 se muestra la estructura específica del sistema de salud; dentro de la organización del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, se reconocen dos niveles: el ente rector, responsable de la formulación de políticas y normas, representado por el MSPAS; y el ente gestor-proveedor, constituido por el SIBASI, el cual se vinculará en aspectos normativos, administrativos, y de control de la gestión con las instancias creadas por el ente rector para tal fin.



Figura 1.1. Estructura específica del sistema de salud

Fuente: Pagina Web Oficial MSPAS

La estructura organizativa del SIBASI se muestra en la figura 1.2, esta corresponde al nuevo modelo de prestación de los servicios de salud, estableciendo relaciones de coordinación, ejecución, control y evaluación de las acciones y resultados de las instituciones que integran el sistema.

Comprende tres elementos dentro de su estructura: el Gerencial, apoyado por un equipo técnico-administrativo para el ejercicio de sus funciones; la Consulta Social, como expresión de la Participación Social; y los Proveedores de los servicios de salud.

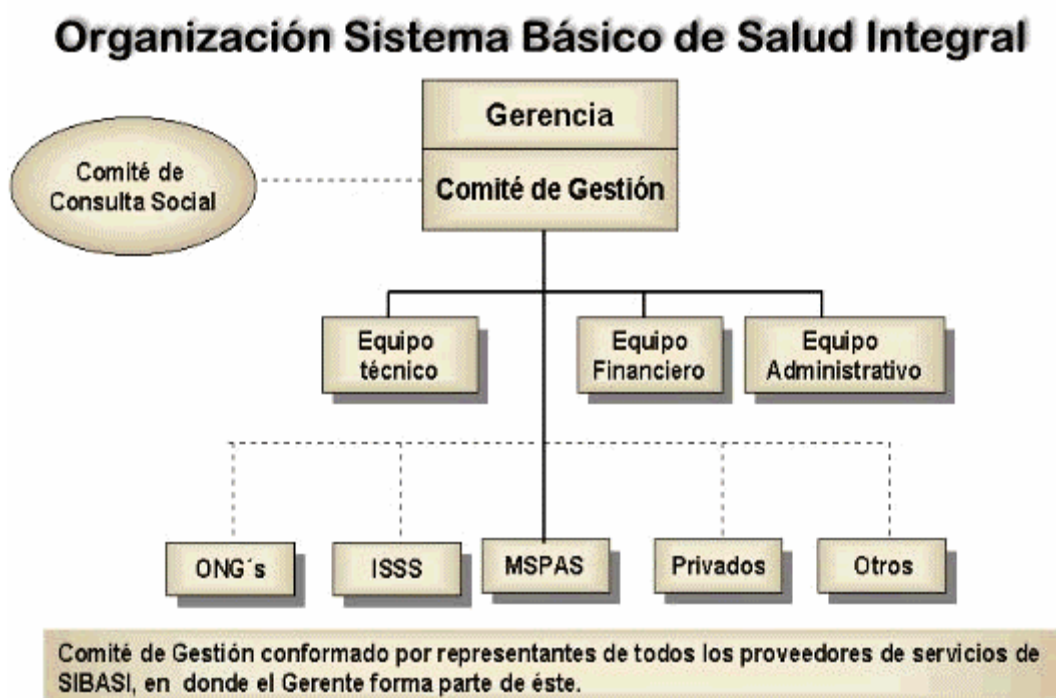


Figura 1.2. Organización del SIBASI

Fuente: Pagina Web Oficial MSPAS

Si bien dentro de este organigrama se encuentran, además de las instituciones del MSPAS, los grupos privados y el ISSS, estos no forman parte actualmente del SIBASI, más bien son considerados como un apoyo al MSPAS, ya que no hay ninguno poder institucional de unos sobre los otros. Se pretende que en un futuro todos los entes proveedores de salud formen parte del SIBASI.

1.3.2 Instituto Salvadoreño del Seguro Social

En la actualidad, el Seguro Social es la única institución en materia de Seguridad Social. Su principal misión es velar por el bienestar del trabajador y su núcleo familiar en materia de salud y previsión de riesgos comunes y profesionales.

La inscripción del personal al régimen del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) es obligatoria. El ISSS les descuenta un porcentaje de su sueldo para pagar las cotizaciones y complementa el monto con aportaciones de la empresa. La empresa está obligada a entregar un "certificado patronal" en el que consta no sólo que es efectiva su afiliación a tal sistema, sino que además no se encuentra en mora con el ISSS. La presentación de dicho certificado es requisito para hacer uso de cualquiera de los servicios del Seguro Social.

El ISSS es el organismo que tiene a su cargo el planeamiento, la dirección y la administración del Seguro Social. Funciona como una entidad autónoma y se relaciona con los poderes públicos por medio del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, a fin de mantener la indispensable correlación entre los fines de la Seguridad Social que le corresponde y los que integralmente corresponden al Estado.

Los recursos del Seguro Social provienen fundamentalmente de las cotizaciones, las cuales se calculan actuarialmente, es decir conforme a principios técnicos, a fin de garantizar el equilibrio entre los gastos y las recaudaciones en cada ejercicio de su gestión que se extiende a lo largo del tiempo, en principio, en forma perenne.

El costo de la administración del Instituto y de las prestaciones que otorga, se financian con los siguientes recursos:

- a) Cotizaciones que aportan patronos, trabajadores y el Estado,
- b) Rentas, intereses y utilidades provenientes de las inversiones y de las reservas,
- c) Subsidios

- d) Multas e interese impuestos
- e) Otros ingresos

Cubre los riesgos a los que están expuestos los trabajadores:

- a) Enfermedad o accidente común
- b) Accidentes de trabajo o enfermedad profesional
- c) Maternidad
- d) Invalidez
- e) Vejez
- f) Muerte

El planeamiento, dirección y administración del Seguro Social está a cargo del Instituto y funciona como una entidad autónoma. Se relaciona con los poderes públicos a través del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, presta apoyo al MSPAS, aunque no existe ningún acuerdo institucional entre ellos.

El pago de las cotizaciones debe ser efectuado por todos los asegurados directos, es decir, las personas que desempeñan actividades que se encuentran cubiertas por el seguro (población económicamente activa (PEA)). Tales cotizaciones tienen el carácter de primas colectivas porque, fundamentadas en el mutualismo, se aplican por igual a todos los miembros de la categoría que recibirá los beneficios, de acuerdo a sus propias condiciones socio-económicas y al plan de prestaciones que se les otorgará.

La red hospitalaria cuenta con nosocomios debidamente equipados y personal especializado, tal es el caso de los hospitales Roma, Amatepec, General, Consultorio de Especialidades, Médico Quirúrgico, Oncológico, Psiquiátrico, Neumológico y los regionales de Sonsonate, Santa Ana, La Unión y San Miguel.

El ISSS cuenta también con una red de treinta y tres unidades médicas, localizadas en todo el país, así como con treinta y un clínicas comunales y doscientas cinco clínicas empresariales.

Los órganos superiores del Instituto son:

- a) El Consejo Directivo; y
- b) La Dirección General

El Consejo Directivo es la autoridad superior en el orden administrativo, financiero y técnico. Está conformado por:

- a) El Ministro del Trabajo
- b) Representantes gubernamentales, uno por cada Ministerio:
 - Hacienda
 - Trabajo y Previsión Social
 - Salud Pública y Asistencia Social
 - Economía
- c) Dos representantes de los trabajadores
- d) Dos representantes patronales
- e) Un representante del Colegio Médico
- f) Un representante de la Sociedad Dental
- g) Director General del Instituto

Uno de los principales retos que tiene la institución para el futuro, y el cual ha empezado a implementar desde el 2000, es el de dejar de enfocarse solo en la atención a enfermedades y apostarle más a la prevención de estas. Por ello ha incluido en toda la red hospitalaria el concepto de atención integral, el cual se divide en cinco componentes básicos: salud ocupacional, salud a la mujer, salud infantil, salud al adulto hombre y en salud al adulto mayor.

Cada uno de estos programas de atención está diseñado para que su estructura funcional sea aplicado en centros de atención del ISSS, en las tres etapas de

prevención: primaria (medicina preventiva), secundaria (medicina curativa) y terciaria (medicina recuperativa).

1.4 EL HOSPITAL COMO UN SISTEMA

El sistema de salud es el conjunto de entidades y organismos sociales encargados de la producción de servicios de salud. Su objetivo directo es la mejora o protección de la salud. En el Sistema de atención médica general, existen muchas estructuras organizativas, algunas de ellas se subdividen en subsistemas, siendo el hospital uno de los destinatarios principales que contiene su propio sistema organizativo interno.

Dentro del Sistema de atención médica de un hospital influyen ciertos parámetros, que pueden ser sociales, conceptuales y de procedimientos, que influyen en los sujetos de atención médica, y los que pueden ser independientes para cada una de las instituciones que lo forman.

Un sistema debe tener:

- a) En primer lugar, *un objetivo*, que en el caso de la atención médica es mejorar el nivel de salud de la población, este se filtra como propio objetivo a las demás instancias que ejecutan los servicios de salud.
- b) En segundo lugar se encuentran *los recursos y los insumos*, entre estos puede considerarse a los pacientes no como insumos sino como sujetos que constituyen el objetivo de la atención médica.
- c) En tercer lugar está *el proceso*, es decir la interrelación que une todos los departamentos internos que realizan su trabajo de acuerdo a su relación con los parámetros establecidos por sus directrices superiores y que desarrollan el proceso de diagnóstico y tratamiento de los pacientes.
- d) En cuarto lugar se considera *la zona de influencia y a la población que ahí reside* y que tiene derecho a sus servicios.

- e) Y en quinto lugar está *el mecanismo regulador*, en el que se encuentran los organismos directivos que tienen capacidades de decisión y que tratan de que el servicio sea brindado con la mayor eficiencia.

Un sistema de salud tiene ciertos procesos que no son más que el diagnóstico, tratamiento y cuidados de personas enfermas, y un sinnúmero de procesos internos de apoyo a esos procesos fundamentales (administrativos, hospedaje, mantenimiento), estos deben incluirse dentro del conjunto de subsistemas o sectores que lo conforman.

Existen ciertos componentes de entrada, de proceso y de salida, así como existe un proceso de retroalimentación que sirve para que el sistema se actualice y se vuelva efectivo.

Los elementos de entrada de un sistema de salud son:

- a) Usuarios: Formado por la población sana y los enfermos.
- b) Recursos Humanos: Formado por el personal profesional, técnico, administrativo y personal de servicios generales.
- c) Recursos Económicos: Formado por la Base de financiamiento, la contabilidad, los presupuestos de ingresos y egresos, y los fondos internos de la institución.
- d) Recursos Técnicos: Todos los parámetros que proveen información y procesamiento de datos.

Para los elementos de proceso deben incluirse los siguientes parámetros específicos:

- a) Prevención específica
- b) Diagnóstico temprano
- c) Tratamiento inmediato
- d) Limitación de invalidez y rehabilitación
- e) Datos que generan formularios
- f) Estadísticas

g) Informes, expedientes y referencia de pacientes

Estas actividades deben desarrollarse dependiendo del nivel de atención que imparte una institución médica, ya sea en cualquiera de los tres niveles de atención y cualquiera de las áreas de atención siguientes:

- a) Atención domiciliaria
- b) Consulta externa
- c) Hospitalización
- d) Urgencias

Para los elementos de salida deben incluirse varios aspectos como los siguientes:

- a) Paciente curado: Usuario dado de alta por curación, mejoría, conclusión de estudios, traslado a otros centros y defunciones.
- b) Paciente rehabilitado
- c) Docencia
- d) Investigación

Para racionalizar la atención médica y proporcionarla con calidad, se establece la estrategia de los niveles de salud, cada uno de ellos tiene su propio sistema dependiendo de su orientación, lugar de atención o especialidad, este está integrado por tres niveles:

- a) El primer Nivel: Su finalidad es la atención de la salud simple, pero continua, de poca complejidad y accesible a la población que habita en la comunidad o en sus alrededores, tiene un enfoque preventivo y servicios de baja complejidad: centros rurales de nutrición, casas de salud y unidades de salud.
- b) El Segundo Nivel: Debe disponer de recursos bien organizados para atender los problemas que le sean referidos por el primer nivel, brinda programas preventivos y hospitalización (hospitales nacionales periféricos y hospitales generales centrales); La diferenciación entre segundo y tercer nivel debe de ser flexible ya

que a veces hay equipo necesario en un segundo nivel que resuelve problemas de tercero o viceversa.

- c) El Tercer Nivel: Tiene como objetivo resolver los problemas de la demanda de consultas y hospitalización de alta especialidad que no pueden ser satisfechos por los niveles anteriores (hospitales de especialidades).

1.4.1 Dirección y Administración

El mecanismo de dirección y enlace administrativo del sistema se integra por los siguientes niveles jerárquicos: un nivel central, esencialmente normativo, de planeación, dirección y control (supervisión y evaluación); uno intermedio de adaptación de normas y manejo de programas y servicios en el ámbito regional o de entidad federativa; y el nivel local, representado por la jurisdicción sanitaria y de atención médica distrital o municipal.

La planeación es importante en términos económicos para la racionalización bajo el propósito de que no se originen desperdicios de recursos o bien insuficiencia en la prestación de los servicios y en general desorden funcional y administrativo. La planeación tiene como meta, organizar sistemas de funcionamiento de los múltiples servicios hospitalarios que deben localizarse en centros de población y que debe llevar sustancialmente a establecer con claridad la demanda de servicios médicos de la población.

El sistema interno de un hospital, debe tomar en cuenta aspectos de planeación, integración, organización, coordinación, control, supervisión y evaluación de la misma institución. Se debe de organizar y establecer una división de trabajo coordinado jerárquicamente, siguiendo ciertos principios junto con ciertos métodos; no tocando los extremos de un ambiente autoritario, en que todas las decisiones las toma la persona que los dirige, estableciendo una jerarquía única, ni un ambiente de total anarquía, en el que todos opinan, todos hacen y donde se forman pequeños grupos que se desempeñan sin tomar en cuenta la coordinación con los demás.

1.4.2 Organización

La organización del sistema interno del hospital, debe estar adaptada a los fines de la institución, tomando en cuenta las tendencias y la situación que guarda el hospital a la comunidad a la que sirve. Es necesario que la organización de la institución tenga una unidad de mando, estableciendo la responsabilidad principal a nivel de la dirección, y el director delega su autoridad en diversos niveles con un definido rango de acción y con unas vías de comunicación y dependencia bien definidas, es decir un nivel jerárquico, donde los niveles medios dependan de niveles mayores. Así mismo debe tenerse una coordinación en el área de trabajo, es decir, saber quien es el jefe en el área de trabajo. Y deben existir métodos importantes de orientación, tanto a pacientes como a visitantes.

Desde el punto de vista clínico arquitectónico, un hospital se compone de varias partes, que aun cuando se distinguen desde el punto de vista físico, no necesariamente corresponden a aspectos funcionales; así pues, esquemáticamente un hospital consta primero de una zona de hospitalización con sus anexos, es decir, las zonas de hospitalización propiamente dichas y sus servicios directos, así como aquellos servicios que concurren directamente a proporcionar esta prestación, como lo son las salas de operaciones, las salas de partos, el servicio de urgencias y las oficinas de admisión para el paciente que requiere hospitalización.

Otro conjunto es la consulta externa que, como se ha definido, tiene como funciones estudiar al paciente ambulatorio para diagnosticarlo y tratarlo, o bien en algunos casos solo para seleccionarlo y determinar si corresponde o no a su atención al hospital, sobre todo en los casos en que el hospital es de especialidad.

Hay también una serie de servicios que suelen llamarse intermedios, que son aquellos que participan en el funcionamiento de ambas zonas, es decir, dan servicio a hospitalización y a consulta externa. Algunas veces dentro de este cuerpo intermedio está instalado los rayos X, Ultrasonografía, los laboratorios, el archivo clínico y todas

aquellas zonas que pueden colocarse en relación con las áreas de las dos funciones primordiales de la institución. A veces en esta posición se encuentran la dirección, la administración, la jefatura de enfermería y la de trabajo social y demás servicios que tienen funciones comunes a ambas zonas.

Es importante mencionar que el servicio de Ultrasonografía muchas veces esta incluido dentro del servicio de Imagenología del hospital, a cargo de un solo jefe del servicio de imágenes; en otras ocasiones, el servicio de Ultrasonografía esta adyacente a otros servicios por imágenes, pero tiene su propia organización y jefe de departamento, aunque puede no estar adyacente a imágenes y se sitúa contiguo a otras áreas en las que puede ser de importancia un diagnóstico de Ultrasonografía, como por ejemplo, la consulta externa o ginecología y obstetricia.

En la figura 1.3 se presenta un organigrama jerárquico por departamentos de un sistema de salud, representa una visión general del sistema interno del hospital si se contara con los servicios allí mencionados; esta composición puede cambiar dependiendo de la circunstancias y de los servicios con que el hospital haya sido diseñado.

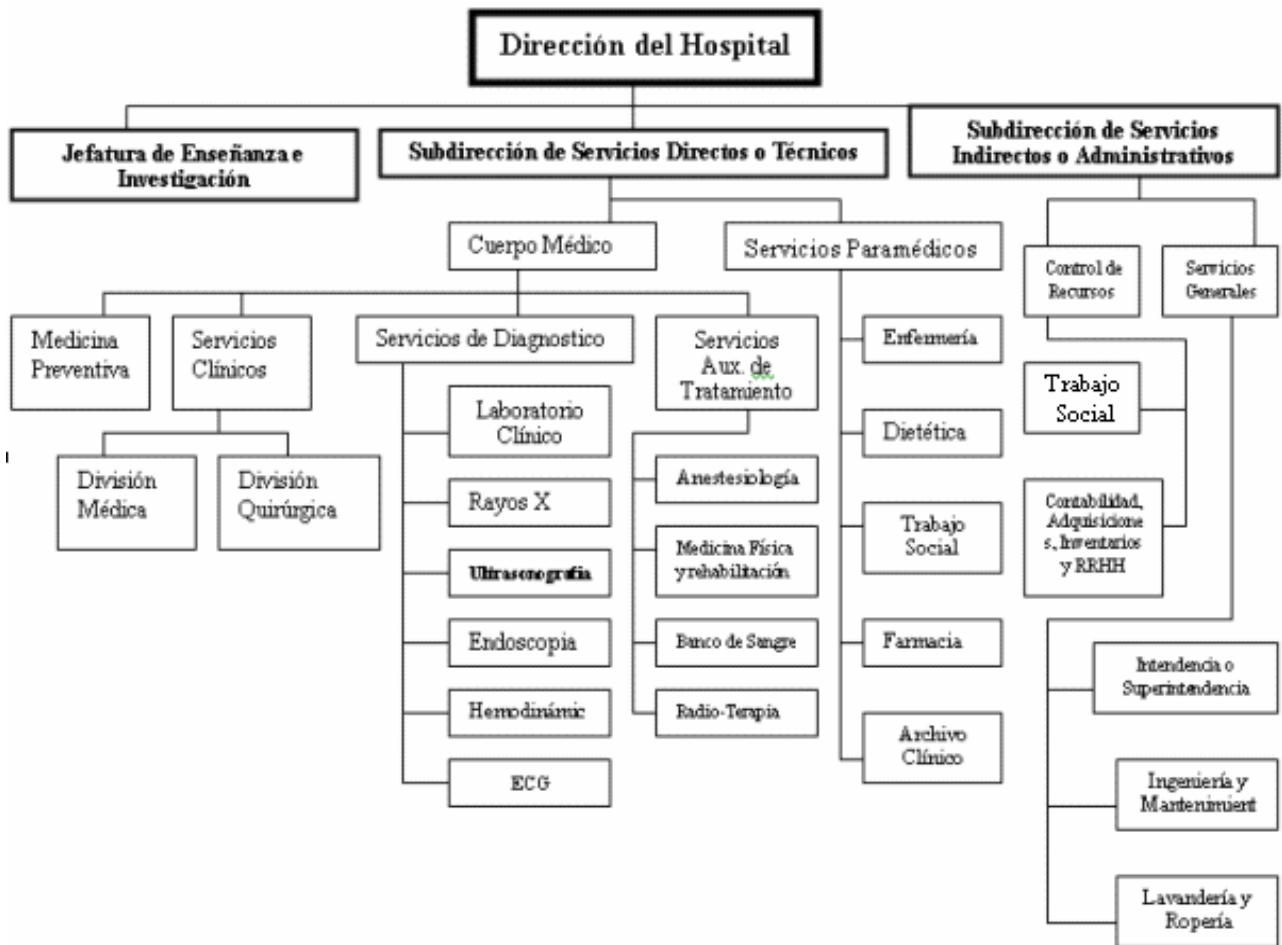


Figura 1.3 Organización jerárquica por departamentos de un Sistema Hospitalario General.

Fuente: Dirección de Hospitales. Manuel Barquin C.

En la figura 1.3 los servicios médicos dependen de la Subdirección de servicios directos o técnicos que tratan directamente con los pacientes, estos se dividen en cuerpo médico y en servicios paramédicos. Los servicios que tratan directamente al paciente están conformados por:

- a) Medicina preventiva.
- b) Servicios clínicos (división médica y quirúrgica)
- c) Servicios de diagnóstico.
- d) Servicios Auxiliares de Tratamiento.

Los servicios paramédicos están conformados por:

- a) Enfermería.
- b) Dietética.
- c) Trabajo social.
- d) Farmacia.
- e) Archivo Clínico

Para los servicios indirectos o administrativos que dependen de la dirección, se divide de la siguiente manera:

- a) Control de Recursos.
- b) Servicios Generales.

Dentro de estos servicios que físicamente pueden estar dentro de un bloque de construcción ligados o independientes de los conjuntos ya descritos son los servicios generales y los de ingeniería y mantenimiento. De manera que al trabajar el médico asesor de un hospital se entenderá con los ingenieros biomédicos y los arquitectos en los términos de este esquema, independientemente de que el funcionamiento se establecerá desde el punto de vista médico al funcionar posteriormente.

Para los hospitales existe una relación comercial entre los pacientes y las instituciones, es decir, una oferta y una demanda de servicios de salud, en la que se prestan unos servicios y se generan unos ingresos económicos para invertir en capital y alimentar el proceso productivo. Este ciclo puede estar todo lo oculto que se quiera en los casos de hospitales públicos, pero no por eso deja de existir. El Estado o la administración correspondiente recaudan los recursos económicos a través de los impuestos. Una parte de ellos se dedican a sanidad, donde se incluye cada hospital. El hospital ingresa recursos a través de sus presupuestos y presta unos servicios previstos a una población. Es por este trabajo que realiza por lo que recibe un presupuesto para mantener su actividad y desarrollarse.

1.5 INTERRELACIONES HOSPITALARIAS

En un hospital es de gran importancia para su buen funcionamiento, la relación que existe entre sus diferentes departamentos y un diseño apropiado de las circulaciones dentro de un hospital. Para examinar esta relación se deben analizar, las comunicaciones, transporte de objetos y movimiento de personas, para poder establecer el grado de complejidad que cada una de estas relaciones tiene en el flujo de un hospital. Por ejemplo en cuanto a las comunicaciones se puede mencionar como medio de comunicación: telefonía, megafonía, radio, e-mail; para medios de transporte se puede mencionar: personal, transporte automatizado, etc.

Dentro de la organización de un hospital debe existir cierta relación de ubicación de los diferentes departamentos que lo conforman para tener una relación de flujos tal que el movimiento a través del hospital, tanto de pacientes, insumos, etc., no se vea afectado por la mala distribución de los diferentes departamentos del hospital.

Dentro de un hospital existen diferentes tipos de relaciones que se dan entre los departamentos, las cuales pueden agruparse dentro de tres grupos: comunicaciones, transporte de materiales u otros y movimiento de personas.

a) Comunicaciones.

La comunicación puede ser a través de voz o mediante la transmisión de datos. Dado que la cantidad de información que circula y se maneja diariamente en el hospital es muy elevada, la posibilidad de un intercambio rápido y fácil de la misma es uno de los ejes del funcionamiento de un hospital. Las técnicas actuales permiten que la transmisión de información haya mejorado dentro del hospital, la comunicación puede ser hecha oral (personal telefonía, megafonía o radio), escrita (personal, informática), y gráfica (personal, informática).

Ejemplos de comunicaciones en un hospital pueden ser los siguientes:

- Datos asistenciales entre las diversas unidades o departamentos del hospital (Exámenes de Laboratorio, Estudios Radiográficos y Ultrasonográficos, otros)
- Gestión de pacientes, en cuanto a generación de expediente, admisión y archivo de datos, entre otros.

b) Transporte de Materiales y otros.

Este tipo de relaciones es muy intenso y complejo, intenso por la gran cantidad de objetos que hay que mover y complejo por la cantidad de tipos diferentes de objetos que generan redes independientes. Por lo mismo estas circulaciones de objetos son muy reguladas y su organización a revolucionado utilizando sistemas automatizados. Estos sistemas no sólo modifican las relaciones y las posiciones relativas de las zonas del hospital, sino que además generan notables condicionantes en cuanto a espacios necesarios y vías generales de circulación. Pero igualmente se puede decir que el diseño del hospital depende en gran medida de estos sistemas, por lo que cualquier decisión respecto a la instalación o no de este tipo de sistemas forma parte de los presupuestos más claros en la definición de un nuevo hospital. El transporte de materiales y otros se hace a través de personal de servicios.

c) Movimiento de Personas.

El tercer tipo de relaciones es el movimiento de personas, este tipo es fundamental para la definición del hospital. La circulación de personas en el hospital es la que define la estructura del edificio, estas se pueden clasificar por la frecuencia, tipo de persona que las realiza y tipo de desplazamiento y pueden ser:

- Circulación de visitas a unidades de internamiento.
- Circulación de pacientes ambulatorios a consulta externa y medios de diagnóstico.
- Circulación de pacientes y personal de urgencias a distintos medios de tratamiento.

- Circulación de pacientes ingresados a unidades especiales de diagnóstico o de tratamiento.
- Circulación de aprovisionamiento de comidas a unidades de internamiento.
- Circulación de personal médico a distintas áreas del hospital.
- Circulación de personal de apoyo (personal de mantenimiento, administración, etc.).

El mayor indicador de la calidad de un diseño hospitalario reside en la adecuación de su sistema de relaciones a su sistema de circulaciones, pues ello favorece además de un rendimiento adecuado de sus instalaciones, su uso fácil y apropiado por parte de los usuarios.

Estos tipos de relaciones son las que se dan en los diferentes departamentos o servicios dentro de un hospital. Haciendo referencia al organigrama de la Figura 1.3 donde se presenta la organización jerárquica por departamentos de un Sistema Hospitalario, los diferentes departamentos se pueden dividir de la siguiente forma:

- a) Subdirección de Servicios Directos o Técnicos
- b) Subdirección de Servicios Indirectos o Administrativos
- c) Jefatura de Enseñanza e Investigación

La Subdirección de servicios directos o técnicos se divide en:

- a) Cuerpo Médico, el cual esta integrado por:
 - Medicina preventiva
 - Servicio clínico dividido en división médica conformada por medicina interna, pediatría, especialidades médicas, y división quirúrgica conformada por las unidades de Cirugía general, especialidades quirúrgicas y gineco-obstetricia.
 - Servicios de diagnóstico entre los cuales se encuentran: laboratorio clínico, rayos X, Ultrasonografía, Endoscopía, Hemodinámica, ECG entre otros.

- Servicios auxiliares de tratamiento entre los cuales se encuentran: anestesiología, medicina física y rehabilitación, radioterapia, banco de sangre, entre otras.

b) Servicios paramédicos, el cual esta integrado por:

- Enfermería
- Dietética
- Trabajo Social
- Farmacia
- Archivo Clínico

La Subdirección de servicios indirectos o administrativos se divide en:

a) Control de recursos, el cual esta integrado por:

- Control de recursos
- Contabilidad, Adquisiciones, Inventarios y Recursos Humanos

b) Servicios Generales, integrado por:

- Intendencia o Superintendencia
- Ingeniería y Mantenimiento
- Lavandería y Ropería

Para la comunicación entre los diferentes departamentos se puede hacer uso de diferentes sistemas de información los cuales permitirán una mejor comunicación entre estos, tanto para la comunicación por voz como para el manejo de datos. Un ejemplo de estos sistemas de información para la comunicación por voz puede ser:

a) El sistema de telefonía convencional basado en una central telefónica digital

Con este sistema de telefonía convencional se puede obtener un servicio de red telefónica la cual permita obtener los siguientes elementos:

- Servicio de telefonía

El servicio de telefonía permitirá la comunicación vocal telefónica dentro del edificio y con el exterior.

- Servicio de intercomunicación

El servicio de intercomunicación permitirá la comunicación vocal dentro del edificio en paralelo con el servicio de telefonía. Es un subconjunto del servicio de telefonía, por tanto, se debe utilizar la misma tecnología e infraestructura que para el servicio de telefonía.

- Servicio de buscapersonas

El servicio de busca personas permitirá la localización y comunicación inmediata con las personas que estén adscritas al mismo en el ámbito del hospital. Por ejemplo servicio de guardia, mantenimiento, etc.

- Servicio pase espere de consultas externas

El servicio de pase espere permitirá el aviso por megafonía a los pacientes en espera de acceder a los consultorio de consultas externas.

- Servicio de aviso por megafonía

El servicio de aviso por megafonía, permitirá de forma selectiva por áreas del hospital o simultáneamente a todas, dar avisos de carácter general.

b) Comunicación o manejo de datos

La comunicación de datos, dentro de una entidad hospitalaria puede requerir la gestión de diferentes tipos de datos, entre los cuales se puede mencionar:

- Gestión administrativa (Contabilidad general, presupuestaria y analítica, Suministros, compras y almacenes, entre otras).
- Gestión clínica (Admisión de urgencias, hospitalización, historias clínicas, citas de consultas externas, facturación, entre otras).
- Gestiones departamentales (Gestión de quirófanos, enfermería, radiología e imagen (PACS*/IMACS*), laboratorios, farmacia, dietética y cocina, servicios técnicos y mantenimiento, biblioteca, monitorización y control de pacientes en UCI, entre otras).

- Gestión de productividad del personal clínico en servicios médicos (Gestión de bibliografía, gestión y control de equipos de instrumentación clínica para ejecución de pruebas, vídeo conferencia, otros).
- Acceso a documentación, bibliografía y formación continuada (Base de datos, servidor de vídeo con seminarios, cursos, etc., acceso a internet, otros).

Toda esta gestión de datos se convierte en una red de transmisión de datos. El conjunto formado por la red de transmisión de datos del hospital más la electrónica de comunicación interna al mismo, constituye la intranet del hospital, con la cual se da toda la comunicación interna del hospital. La red de comunicación del hospital conectará todos los ordenadores entre sí a través de una base de datos centralizada, sin embargo es de notar que en la base de datos de cada departamento, el usuario solo puede cambiar los datos que son propios del departamento, otros datos, no podrán ser modificados. Los servicios se prestan mediante un conjunto de reglas y procedimientos denominados protocolos. A continuación (ver tabla 1.4) se enumeran los servicios de red más relevantes y los protocolos con los que se deben prestar:

SERVICIO DE RED	PROTOCOLO ²	ÁMBITO DE APLICACIÓN
Sistema de ficheros distribuido	SMB	Intranet
Sistema de ficheros distribuido	NFS	Intranet
Terminal virtual	telnet	Intranet/Internet
Transferencia de ficheros	ftp	Intranet/internet
Correo electrónico	POP3/SMTP	Intranet/internet
Impresión remota	Lpr	Intranet
Gestión de red	SNMP, RMON	Intranet

² Los protocolos de comunicación se definen en el glosario

Distribución de tiempo	SNTP, XNTP	Intranet/internet
Transporte entre elementos finales	TCP/IP	Intranet/internet
Comunicación entre procesos	Sockets	Aplicaciones cliente/servidor

Tabla 1.4. Servicios de Red y Protocolos de Comunicación

Fuente: Página Web de la Red Académica y de Investigación Nacional (RedIRIS) de España.

La columna servicio de red identifica las necesidades de los usuarios (en este caso los usuarios de la red de transmisión de datos, son los diferentes nodos constituidos por ordenadores que se interconectan a través de la misma).

La columna protocolo identifica bajo que reglas y procedimientos se soportan los servicios. Los protocolos seleccionados constituyen la familia de protocolos TCP/IP, que tienen la ventaja de ser independientes de fabricante y sistema operativo.

El ámbito de aplicación identifica en qué red se garantiza la interoperabilidad de los protocolos:

- a) Intranet (red interna del hospital incluida la comunicación con los centros de salud del mismo área sanitaria).
- b) Internet (conexión con el resto del mundo).

La comunicación por voz a través de telefonía digital y el manejo de datos del hospital a través de la redes como Intranet, son ejemplos de cómo se da la comunicación entre los diferentes divisiones de un hospital. Como ejemplo de cómo se relacionan los diferentes servicios o unidades entre si de diferente se tiene lo siguiente:

a) Consulta externa

Esta se relaciona de manera principal con el archivo clínico, trabajo social y farmacia, de la siguiente forma:

- Archivo clínico: Contiene todos los expedientes clínicos de los pacientes que se atienden en el hospital, los expedientes clínicos son utilizados por el médico durante la consulta del paciente, es por ello que las enfermeras son encargadas de solicitar, manejar y devolver los expedientes y documentación clínica a archivo clínico.
- Trabajo social: Las personas que laboran en trabajo social, investigan y tratan de resolver los problemas que derivan del estado de enfermedad de los pacientes en su medio familia, social o de trabajo, además son los encargados de hacer un estudio socioeconómico al paciente (esto sobre todo en los hospitales públicos) para saber el estado económico de este.
- Farmacia: Provee los medicamentos a los pacientes cuando estos salen de su consulta con la receta médica autorizada por el médico y la cual también es anexada al expediente clínico del paciente.

De manera indirecta, con los laboratorios en cuanto a la toma de muestras se refiere, con el Departamento de Radiología, Ultrasonografía, y Urgencias cuando el médico solicita un diagnóstico de este tipo el cual también se anexa al expediente clínico del paciente. Por lo que su localización debe estar accesible para las áreas con las cuales tiene mayor relación.

b) Imagenología

En este apartado se incluyen todos los servicios de Radiodiagnóstico, Ultrasonografía y todos los demás servicios de imagen. Este se relaciona con Consulta Externa, Urgencias, Hospitalización y Centro Quirúrgico. Su ubicación debe permitir el acceso fácil del paciente de Consulta Externa ya que el mayor porcentaje de estudios que se realizan en este son de pacientes externos y gran cantidad de estos no están en

buenas condiciones físicas, por ejemplo para subir escaleras. De la misma forma debe haber acceso fácil desde urgencias, hospitalización y quirófanos cuando se necesite de alguno de estos lugares un estudio radiológico ya que el personal de urgencias y quirófanos, sobre todo, necesitan una respuesta rápida por el estado en el cual se encuentra el paciente. Dentro de este departamento se suele incluir el departamento de Ultrasonografía como dependiente de este servicio.

c) Cirugía

Este departamento se encuentra estrechamente ligado con el departamento de Urgencias, cuyos pacientes debido a su estado crítico pueden necesitar una intervención quirúrgica no programada. Con los departamentos de consulta externa y hospitalización ya que el personal médico de estos departamentos determinan las intervenciones quirúrgicas programadas de los pacientes que llegan a consulta o de pacientes hospitalizados. Con la central de equipos y esterilización ya que este provee todo el equipo, material y ropa que se utiliza en cualquier cirugía, y con otros departamentos tales como el laboratorio y banco de sangre por si se tiene la necesidad de cualquier análisis o en caso de que se necesite sangre para el paciente en la intervención quirúrgica.

d) Ginecología y Obstetricia

Este departamento debe tener un acceso directo e inmediato desde el exterior; conviene que esté ligado con el quirófano para facilitar el traslado de las pacientes cuyo parto requiere intervención quirúrgica. Debe conectarse con las circulaciones horizontales y verticales que conduzca a las unidades de hospitalización a las que al término del alumbramiento pasan la madre y el niño. De manera indirecta con los laboratorios por cualquier necesidad que tenga el médico de hacer un análisis al paciente. En el aspecto administrativo, hay una relación que considerar entre este departamento y archivo clínico ya que es necesario el expediente clínico del paciente o registro de este y también con la oficina de trabajo social.

ÍNDICE

Contenido	Núm. de pág.
2.1 INTRODUCCIÓN	40
2.2 ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES	41
2.3 ALGUNAS ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS	46
2.3.1 Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).....	46
2.3.2 Hospital ABC	49
2.3.3 Fundación Santa Fe de Bogotá	50
2.3.4 Clínica Los Condes	52
2.3.5 Hospital General "Dr. Manuel Gea González".....	53
2.3.6 Hospital Universitario Son Dureta (HUSD).....	54
2.4 PROCEDIMIENTOS CLINICOS IMPORTANTES.....	56
2.5 CRITERIOS DE DISEÑO DEL SERVICIO DE ULTRASONOGRAFIA	58
2.5.1 Flujos.....	59
2.5.1.1 Ubicación.....	66
2.5.2 Áreas del servicio de Ultrasonografía.....	66
2.5.3 Dimensiones y Acabados	69
2.5.4 Aire Acondicionado	71
2.5.5 Iluminación.....	73
2.5.6 Instalaciones Vitales	76
2.5.6.1 Electricidad	76
2.5.6.2 Agua.....	76
2.5.6.3 Gases médicos	77
2.6 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS.....	78
2.6.1 Hospital Nacional "Dr. Jorge Mazzini Villacorta" de Sonsonate	78
2.6.1.1 Generalidades.....	78
2.6.1.2 Organización.....	79
2.6.1.3 Tecnologías utilizadas.....	80
2.6.1.4 Flujos.....	82
2.6.1.5 Interrelaciones	90
2.6.1.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales	91
2.6.1.7 Carga de Trabajo.....	94
2.6.2 Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"	95
2.6.2.1 Generalidades.....	95
2.6.2.2 Organización.....	96
2.6.2.3 Tecnologías utilizadas.....	98
2.6.2.4 Flujos	100
2.6.2.5 Interrelaciones	109
2.6.2.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales	109
2.6.2.7 Carga de Trabajo.....	112
2.6.3 Hospital Nacional de Maternidad "Dr. Raúl Argüello Escolán"	113
2.6.3.1 Generalidades.....	113
2.6.3.2 Organización.....	114
2.6.3.3 Tecnologías utilizadas.....	115

2.6.3.4	<i>Flujos</i>	117
2.6.3.5	<i>Interrelaciones</i>	125
2.6.3.6	<i>Distribución Arquitectónica</i>	125
2.6.4.	Hospital Nacional de Zacamil "Dr. Juan José Fernández"	129
2.6.4.1	<i>Generalidades</i>	129
2.6.4.2	<i>Organización</i>	130
2.6.4.3	<i>Tecnologías utilizadas</i>	131
2.6.4.4	<i>Flujos</i>	133
2.6.4.5	<i>Interrelaciones</i>	143
2.6.4.6	<i>Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales</i>	143
2.6.4.7	<i>Carga de Trabajo</i>	145
2.6.5.	Hospital General del ISSS.....	146
2.6.5.1	<i>Generalidades</i>	146
2.6.5.2	<i>Organización</i>	146
2.6.5.3	<i>Tecnologías utilizadas</i>	147
2.6.5.4	<i>Flujos</i>	149
2.6.5.5	<i>Interrelaciones</i>	158
2.6.5.6	<i>Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales</i>	158
2.6.5.7	<i>Carga de Trabajo</i>	161
2.7	COMPARACIÓN DE SERVICIOS DE ULTRASONOGRAFÍA.....	162
2.7.1	Comparación de la Organización de los Servicios de Ultrasonografía	162
2.7.2	Comparación de Equipos utilizados en los Servicios de Ultrasonografía.....	164
2.7.3	Comparación de Ambientes de Servicios de Ultrasonografía.....	166

CAPITULO 2. SERVICIOS DE ULTRASONOGRAFIA

2.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los servicios que se ha constituido de gran importancia en un hospital para el diagnóstico de un paciente con diferentes patologías es el servicio de Ultrasonografía, el cual sirve de apoyo en áreas tales como lo son: Ginecología y Obstetricia, Cardiología, Urología entre otras.

Es por lo mismo que es vital el análisis de la unidad a fin de conocer flujos, organización procedimientos importantes y todo lo relacionado a este servicio; para ello en este capítulo se hace un análisis detallado de como debería ser el servicio de Ultrasonografía tomando en cuenta aspectos tales como la función del servicio dentro hospital, su organización, sus procedimientos clínicos importantes y los criterios que deben tomarse en cuenta para el diseño de una Unidad de Ultrasonografía entre los cuales están: iluminación, espacio, ambiente (Presión, temperatura, humedad), Flujos de personal, pacientes entre otros e instalaciones vitales (Electricidad, Agua, gases médicos).

Posteriormente se hace un análisis detallado de cómo se encuentra el Servicio de Ultrasonografía en diferentes hospitales a nivel Nacional tomando en cuenta aspectos tales como: organización, distribución arquitectónica, análisis de flujo de personal, pacientes, y tecnologías utilizadas (marca, modelo, mantenimiento, etc) para luego hace una comparación entre las unidades analizadas y que criterios de diseño cumplen o no cumplen estas unidades.

2.2 ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES

Generalmente dentro de la estructura organizativa hospitalaria los servicios de ultrasonografía se encuentran incluidos en el departamento o división de imagenología; siendo la unidad de ultrasonografía dependiente directamente de un jefe del departamento de imagenología, en otras ocasiones esta ubicado como una especialidad ramificada en sus diferentes aplicaciones médicas, por ejemplo, ginecología y obstetricia, cardiología, urología, medicina interna, etc. En cualquier caso siempre se cuenta con un jefe de la unidad y técnicos o médicos que llevan a cabo el examen, también con enfermeras o personal paramédico de apoyo, como se muestra en la figura 2.1.

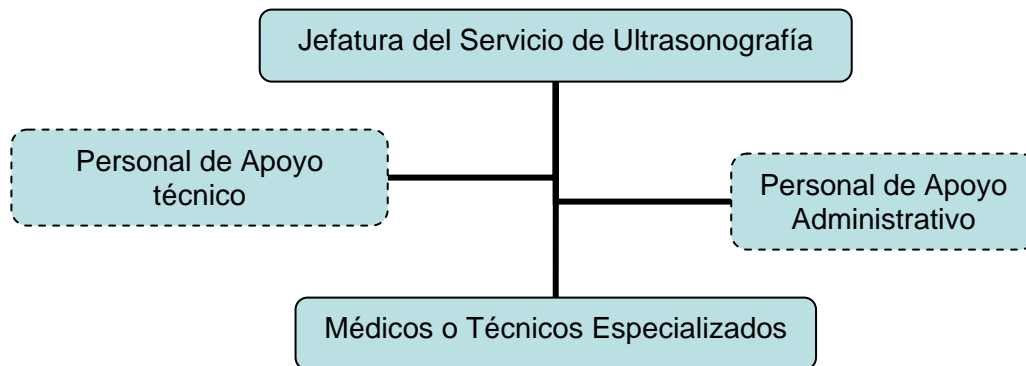


Figura 2.1. Organigrama general del servicio de Ultrasonografía diagnóstica

Como se menciona anteriormente, es común que el servicio de Ultrasonografía forme parte del departamento de Diagnóstico por Imagen (imagenología), el cual se define como: el responsable por el procedimiento diagnóstico, realización, procesamiento e interpretación de las imágenes obtenidas de los exámenes efectuados usando métodos específicos, garantizando subsidios auxiliares a las distintas áreas.

Son atribuciones de esta unidad, por medio de Ultrasonografía, proporcionar el diagnóstico auxiliar a través de los resultados de los estudios ultrasonográficos y colaborar en los procedimientos de biopsia.

Se muestra en la figura 2.2 un organigrama básico del departamento de radiodiagnóstico, dentro de un hospital:

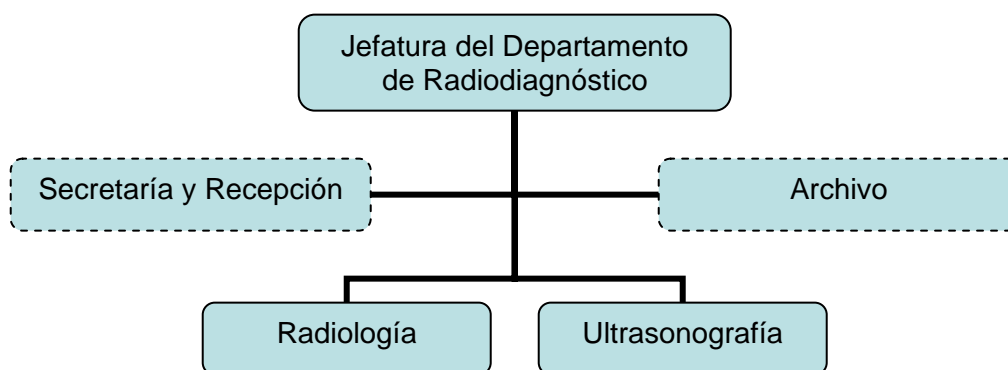


Figura 2.2. Organigrama del departamento de radiodiagnóstico de un hospital.

Las funciones de cada uno de estos puestos se mencionan a continuación:

a) Jefe del Departamento de Radiodiagnóstico:

- Planear las actividades a realizar en el departamento
- Coordinar la enseñanza e investigación en el departamento
- Controlar las acciones realizadas por el personal del departamento.

b) Secretaria recepcionista:

- Atender a los pacientes enviados por los diferentes servicios del hospital y por las unidades del sistema de servicios de salud para población abierta.
- Recepción de solicitudes y entrega de resultados.

c) Técnicos de rayos x:

- Tomar y procesar los estudios efectuados a los pacientes enviados por los servicios del hospital y por las unidades del sistema de servicios de salud para población abierta.

d) Ultrasonografistas:

- Tomar y procesar los estudios efectuados a los pacientes enviados por los servicios del hospital y por las unidades del sistema de servicios de salud para población abierta.

e) Archivista:

- Integrar y controlar el archivo radiográfico y de ultrasonografía, con los estudios efectuados a los pacientes enviados por los diferentes servicios del hospital.

En cuanto a la preparación académica del personal que pertenece a este departamento y tomando de referencia el organigrama de la figura 2.1 y 2.2, se deduce que existen distintos niveles de entrenamiento. Por ejemplo en algunos países desarrollados la ultrasonografía forma parte de la formación oficial en varias especialidades médicas, entre ellas la radiología, la cardiología, la tocología y la cirugía. Normalmente el diagnóstico por ultrasonidos lo efectúa e interpreta un médico, pero técnicos especialmente adiestrados pueden utilizar el aparato bajo supervisión.

Sin embargo, no existen en conjunto normas uniformes para la formación de los médicos. Las oportunidades educativas son con frecuencia escasas y no se ha llegado a definir un programa de estudio que permita dominar un mínimo de las técnicas esenciales, además la diversidad de aplicaciones de esta técnica hace aún más difícil impartir una formación adecuada.

En buena parte de los países en desarrollo no existen ni formación ni servicios de ultrasonografía propiamente dichos. Es también poco habitual la concesión de títulos y el control de calidad de los utilizadores de esta técnica.

Son relativamente pocos los países (Australia, Canadá, EEUU, Japón, Nueva Zelandia, Reino Unido) en los que existen directrices y requisitos adecuadamente reconocidos y establecidos para la formación de sonografistas, según un estudio realizado por la OMS.

En México se ofrecen los estudios de técnico superior en imagenología, formando personal técnico que posee amplio conocimiento de la anatomía humana, que le permite diferenciar los órganos, aparatos y sistemas, a través de su representación en imagen, facilitándole la identificación de diversos tipos de padecimientos que éstos implican; reconoce la utilidad, los riesgos y complicaciones, así como las reacciones adversas de medicamentos y medios de contraste. Conoce los principios físicos de las radiaciones ionizantes (Rayos "X" diagnósticos, Radioterapias y Radionuclidos en medicina nuclear), además de otros medios no ionizantes (Ultrasonografía diagnóstica, Doppler y Resonancia magnética nuclear etc.). Apoya al sector médico, notificando reacciones a los medios de contraste y/o hallazgos imagenológicos que justifiquen estudios complementarios.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-208-SSA1-2002, Regulación de los servicios de salud, para la práctica de la ultrasonografía diagnóstica, el personal técnico, deberá acreditar estudios avalados por la Secretaría de Educación Pública. Únicamente está autorizado para realizar los procedimientos de ultrasonografía diagnóstica bajo la supervisión o la responsabilidad del titular del servicio o del responsable sanitario en su caso, no podrá realizar la interpretación del estudio ni la emisión del diagnóstico ultrasonográfico.

En México, el médico general que realice Ultrasonografía diagnóstica, deberá demostrar experiencia laboral en la materia de al menos 5 años con documentación emitida por institución, colegio o asociación en salud reconocida que avale su experiencia, en su caso formación en Ultrasonografía diagnóstica de cuando menos 1000 horas. No podrá realizar estudios de ecooftalmología y/o ecocardiología. Únicamente podrá realizar la interpretación del estudio y la emisión del diagnóstico ultrasonográfico en las materias de su formación.

El especialista en Ultrasonografía diagnóstica y el especialista en radiología e imagen, deberán acreditar su formación con estudios avalados por la Secretaría de Educación Pública. Podrán realizar la interpretación del estudio y la emisión del diagnóstico ultrasonográfico en cualquier materia.

En el caso de otros especialistas, estarán acreditados en lo que a su especialidad corresponda por la Secretaría de Educación Pública y únicamente podrán realizar estudios de Ultrasonografía diagnóstica, en lo relativo a su misma especialidad.

En El Salvador, un médico con especialidad en ginecología, para que se le otorgue el grado académico de médico ultrasonografista debe laborar por tres meses en el Hospital Nacional de Maternidad en el área de Ultrasonografía y si es médico general debe cursar tres años de radiología en alguna universidad acreditada para ese estudio.

Para obtener un beneficio clínico máximo de esta técnica, y conseguir una utilización óptima de los recursos de atención sanitaria, es necesario disponer de una instrumentación adecuada y de la pericia suficiente para realizar e interpretar los exámenes. Por esta razón, la utilización adecuada, inocua y efectiva de la Ultrasonografía diagnóstica depende en gran medida de la persona que lo utilice, que influye notablemente en la obtención de unos buenos resultados. De hecho, la pericia y la preparación del usuario son, muchas veces, más importantes que el equipo que

se utiliza. Por esa razón, la existencia de unas normas para la formación en Ultrasonografía es un requisito previo para la prestación de unos servicios de calidad mediante dicho método de diagnóstico.

El establecimiento de Ultrasonografía diagnóstica deberá contar con los recursos humanos y tecnológicos necesarios de acuerdo al nivel resolutivo diagnóstico ofertado. Deberá contar con instructivos para el usuario, manual de procedimientos técnicos, programa de mantenimiento del equipo, preventivo, correctivo y sustitutivo en su caso, y órdenes de servicio. La calibración del equipo deberá realizarse por lo menos cada dos años o antes si así lo requiriera.

2.3 ALGUNAS ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS

A continuación se muestran algunas estructuras organizativas del servicio o unidad de Ultrasonografía diagnóstica de algunos establecimientos de salud internacionales.

2.3.1 Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER)

El Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México, es una entidad Nacional Normativa en Salud Respiratoria y el principal sitio de enseñanza, investigación, promoción y atención de alta especialidad, competitivo a nivel nacional e internacional.

Por decreto presidencial, se creó el INER, organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, como tal entró a formar parte del subsector de los Institutos Nacionales de Salud con el objetivo de realizar investigación básica u aplicada, formar recursos humanos de alto nivel para diferentes áreas y niveles, ofreciendo atención médica especializada en el campo de las enfermedades respiratorias en México y Latinoamérica.

De acuerdo al Manual de Organización del INER, el departamento de imagenología se encuentra subordinado a la subdirección de servicios auxiliares de diagnóstico y paramédico según se muestra en organigrama de la figura 2.3.

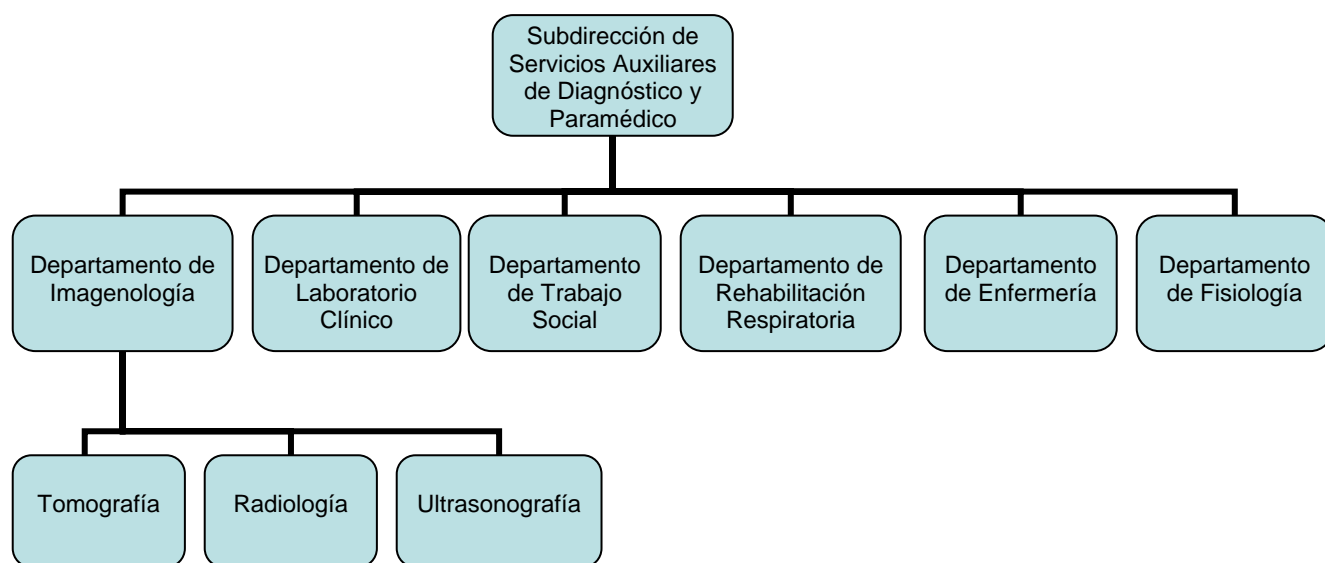


Figura 2.3. Organigrama Subdirección de Servicios Auxiliares Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. México.

Se observa en el organigrama de la figura 2.3 que el servicio de Ultrasonografía se encuentra formando parte del departamento de imagenología, dependiendo directamente del jefe del servicio y este de la subdirección de servicios auxiliares de diagnóstico y paramédico.

El objetivo del departamento de imagenología, según el manual de organización, consiste en coordinar eficientemente las funciones para la prestación de servicios destinados a realizar los estudios de radiología, tomografía computarizada, ultrasonido y ortopantomografía*, solicitados a pacientes e interpretar y valorar los resultados.

Entre las funciones de dicho departamento se pueden mencionar:

- a) Realizar los estudios de radiología general, tomografía computarizada, ultrasonido y ortopantomografía[♦], solicitados por las diferentes unidades del Instituto, interpretar y valorar los resultados de los mismos.
- b) Determinar y solicitar material radiográfico basándose en la demanda y a la capacidad física instalada.
- c) Participar en los Programas de Enseñanza e Investigación que realice el Instituto.
- d) Realizar con máxima calidad estudios simples y contrastados en modalidades axial, coronal, y estudios de alta resolución, de las zonas corporales solicitadas
- e) Llevar a cabo reconstrucciones por computadora en diferentes planos.
- f) Realizar biopsias guiadas por tomografía computada con aguja fina y estudios de: cráneo, tórax, pelvis, cuello, abdomen, extremidades y cualquier otra zona o área con cortes finos o alta resolución.
- g) Realizar estudios de Ultrasonografía, tales como: transfontanelar[♦], hepático y vías biliares, páncreas, brazo, útero y ovarios, testículos, mama, obstétrico, doppler, biopsias[♦] guiadas, riñones, vejiga, próstata, tiroides.
- h) Efectuar estudios contrastados, tales como: series esófago-gastroduodenales, colon por enema, esófagogramas, urografías excretoras.
- i) Llevar a cabo estudios especiales, tales como: fistulografías[♦], flebografías[♦], sialografías[♦], arteriografías, tomografías lineales de pulmón, traquea, laringe.
- j) Gestionar la obtención de recursos para las operaciones inherentes al Departamento.
- k) Efectuar los trámites administrativos relacionados con la operación del Departamento.
- l) Promover la actualización tecnológica del Departamento.
- m) Participar en el tratamiento del paciente mediante las diferentes modalidades de radiología intervencionista.

- n) Mantener coordinación e intercambio técnico y de información con las demás unidades del Instituto, así como con otros Institutos.

2.3.2 Hospital ABC

El Hospital ABC (Americian British Cowdray Hospital) es uno de los centros médicos privados más importantes de la ciudad de México que cuenta con equipo y tecnología médica de punta.

Según su oferta de servicios médicos en su página de Internet, el departamento de imagenología forma parte de los servicios clínicos ofrecidos por el hospital, como se observa en la figura 2.4.

El departamento de Imagenología del Hospital ABC, cuenta con el equipamiento más avanzado en Radiología e Imagen, en la actualidad provee servicios de:

- Angiografía* con Substracción Digital y Hemodinámica
- Densitometría ósea
- Litotripsia* (Litotricia) Extracorpórea por Ondas de Choque, Endoscopia Urológica y Urodinamia*
- Medicina Nuclear
- Mastografía
- Radiología General
- Resonancia Magnética, incluyendo Resonancia Magnética Funcional Cerebral
- Radiología Intervencionista (General, Cardiológica y Neurorradiológica)
- Tomografía Computada Helicoidal
- Ultrasonido Eco Doppler Color y Tridimensional

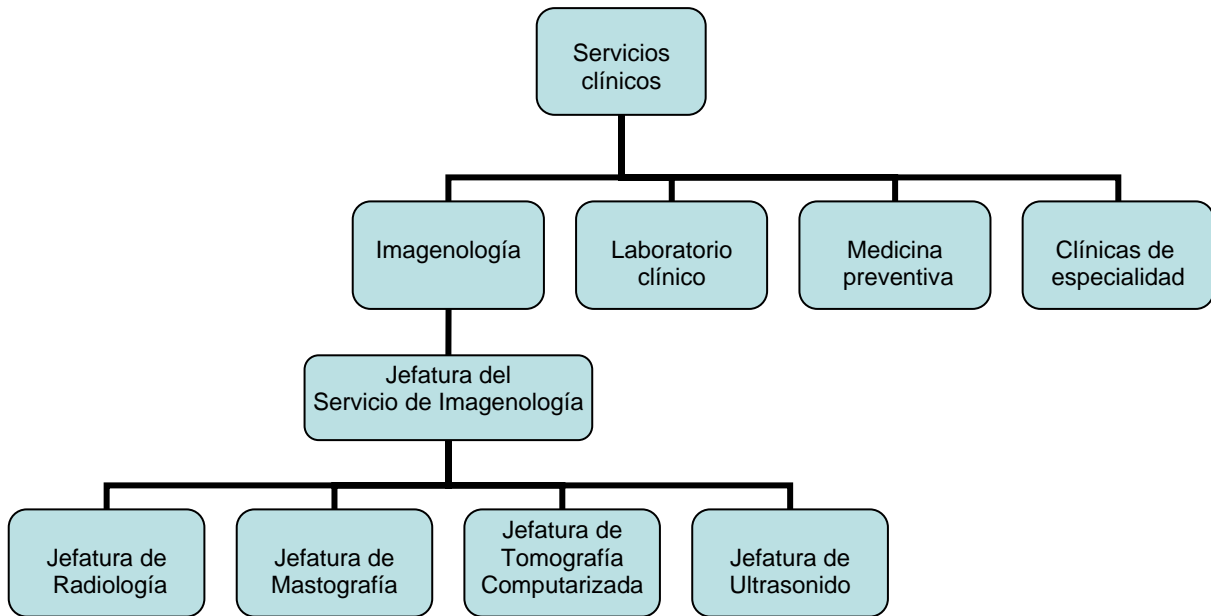


Figura 2.4. Organigrama División de Imagenología, Centro Médico ABC. México

En el departamento laboran en la actualidad 16 médicos radiólogos, todos ellos certificados por el Consejo Mexicano de Radiología e Imagen y el de Medicina Nuclear, 40 Técnicos Radiólogos, 10 enfermeras y personal administrativo de alta calidad profesional. En este caso, según la figura 2.4, se observa que del departamento de ultrasonido forma parte del servicio de imagenología.

2.3.3 Fundación Santa Fe de Bogotá

La Fundación Santa Fe de Bogotá Colombia, es una entidad de servicio, privada, sin ánimo de lucro, que trabaja en forma integral en el mejoramiento de la salud. Gestiona de manera conjunta nuestras actividades en los frentes de la atención hospitalaria, la Educación, la Investigación y la Salud Comunitaria para crear valor diferenciado para la sociedad colombiana. Sus principales programas son: el Hospital Universitario, la Educación, la Investigación y la Salud Comunitaria.

Según su página web, en el Hospital Universitario se encuentra el Departamento de Imágenes Diagnósticas, es un Departamento Médico encargado de ofrecer servicios básicos y avanzados en imagenología para el diagnóstico y tratamiento durante las 24 horas del día, compuesto por los servicios que se muestran en la figura 2.5.

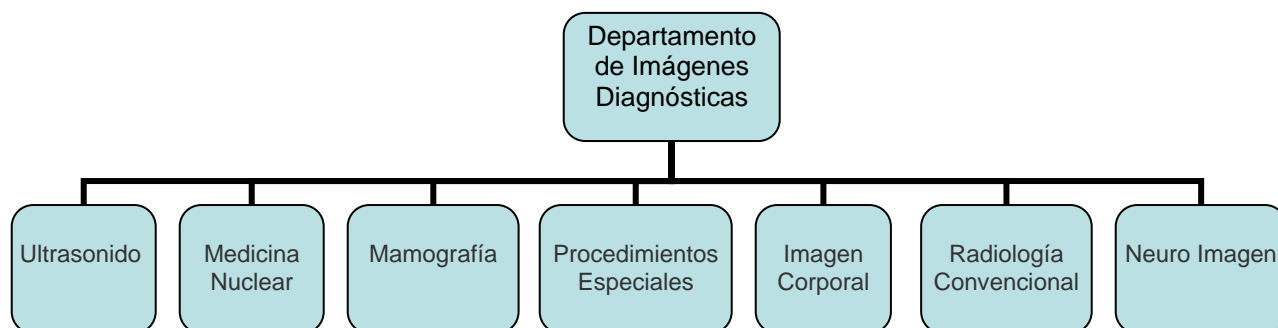


Figura 2.5 Organigrama Departamento de Imágenes Médicas Fundación Santa Fe de Bogotá. Colombia.

En el servicio de ultrasonido se dispone de 3 equipos, 2 de ellos con tecnología doppler color y uno convencional digital. Se realizan exámenes de ecografías diagnósticas convencionales con excepción de las cardíacas; exámenes con transductores de alta frecuencia para tiroides, seno, glándulas salivares y testículo; ecografía cerebral transfontanelar; para articulaciones; exámenes con transductor intracavitario; ultrasonido transvaginal y transrectal. Con la técnica de eco-doppler color y de poder se practican estudios vasculares arteriales, venosos y estudios vasculares para impotencia de órganos trasplantados. El ultrasonido se emplea además como guía para la práctica de biopsias de tiroides, hígado, riñón, próstata, seno. Así mismo para drenaje de colecciones y abscesos.

2.3.4 Clínica Los Condes

Clínica Los Condes es un Hospital privado de Chile, que se caracteriza por un equipo profesional de excelencia, tecnología de punta, atención personalizada y multidisciplinaria de la más alta calidad. Su misión es una atención de salud integral de alto nivel, confiable, prestigiada y humanizada, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las familias que requieren sus servicios. Además, contribuir a elevar el nivel de la medicina en Chile, mejorando el bienestar de la comunidad en general.

La ecografía es uno de los servicios que presta la especialidad de Radiología (Diagnostico por Imágenes) en este hospital, según se muestra en la figura 2.6. Se realizan ecografías abdominales, renales, pelvianas, músculo, tendones, articulaciones, prostáticas, Doppler color, mamarias, ecografías intraoperatorias.

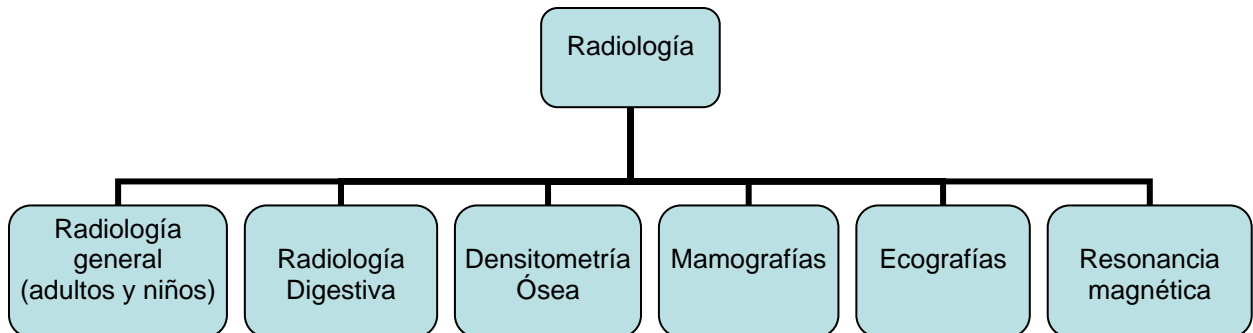


Figura 2.6. Organigrama de la especialidad de Radiología. Clínica Los Condes. Chile

El equipo médico que conforma el Departamento de Radiología (Diagnóstico por Imágenes) de Clínica Las Condes está capacitado para evaluar íntegramente los problemas diagnósticos de los pacientes, ya sean adultos o niños.

2.3.5 Hospital General “Dr. Manuel Gea González”

El Hospital General “Dr. Manuel Gea González” tiene carácter de organismo público descentralizado; es decir, con personalidad jurídica y patrimonio propios. Actualmente este es administrado por una Junta de Gobierno y por la Dirección General del Hospital. Su misión es mejorar la salud de los enfermos que acuden al hospital con los más altos estándares de calidad por medio de un servicio oportuno, digno y equitativo en un contexto ético y de respeto de la autodeterminación de los pacientes, realizar acciones de promoción para la salud y prevención de enfermedades, formar recursos humanos para la salud y fomentar la generación de nuevos conocimientos, fortaleciendo al Sistema Nacional de Salud de México.

Según el Manual de Organización del Hospital General “Dr. Manuel Gea González”, el servicio de ultrasonografía diagnóstica forma parte de departamento de imagenología especializada, como se observa en el organigrama de la figura 2.7.

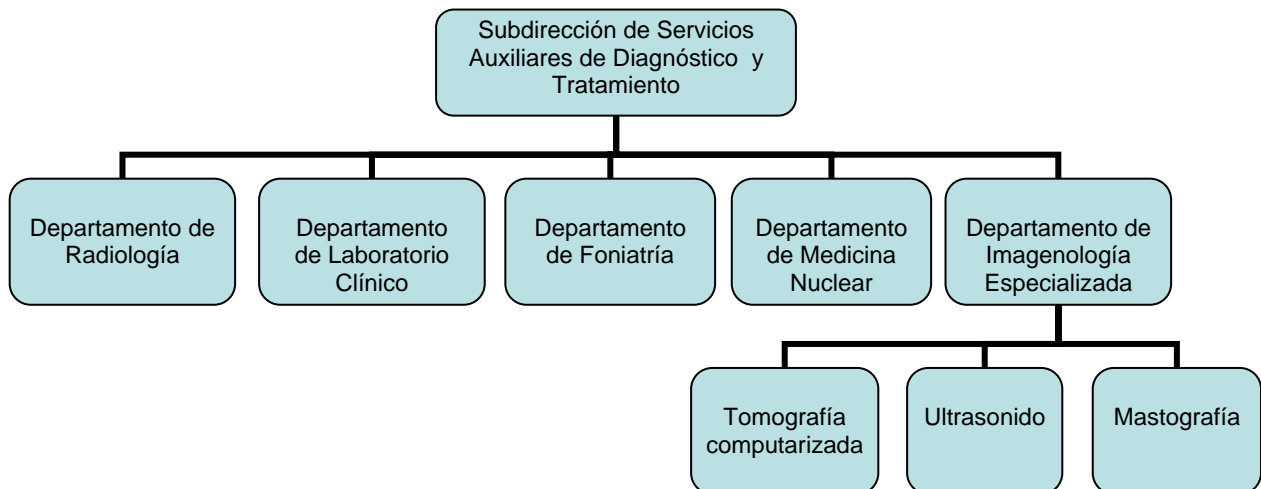


Figura 2.7. Organigrama Subdirección de Servicios Auxiliares. Hospital General “Dr. Manuel Gea González”. México.

El objetivo del departamento de imagenología especializada consiste en coordinar y coadyuvar al desarrollo de las actividades para la adecuada prestación de servicios de tomografía, ultrasonido y mastografía*, como auxiliares en el diagnóstico y tratamiento, a fin de proporcionar al paciente que demanda estos servicios una atención médica integral.

Entre sus funciones están:

- a) Efectuar los estudios tomográficos, ultrasonográficos y de mastografía complementarios del diagnóstico o tratamiento e interpretarlos.
- b) Diseñar y establecer políticas, normas y procedimientos para el adecuado otorgamiento de estos métodos de imagen diagnóstica a la población demandante.
- c) Supervisar y efectuar evaluaciones periódicas de las actividades que se desarrollen en el Departamento.
- d) Inducir la capacitación del personal.
- e) Participar en la elaboración de los programas de docencia e investigación.
- f) Proporcionar a la División de Bioestadística la información requerida en relación a estos estudios.

2.3.6 Hospital Universitario Son Dureta (HUSD)

El Hospital Universitario Son Dureta es un Hospital público, universitario y de referencia para la Comunidad Autónoma Illes Balears y otras poblaciones anexas englobados en el Área Sanitaria de Mallorca, España, orientado al paciente en un entorno de calidad, en permanente evolución de mejoras asistenciales y organizativas que le permitan una eficiencia acorde con la efectividad de sus prestaciones.

De acuerdo a la cartera de servicios prestados por este hospital, publicados en su página Web; el departamento de radiodiagnóstico está dentro de los servicios

médicos, dependiendo directamente del subdirector de servicios médicos y este a su vez del director médico, según se muestra en la figura 2.8.

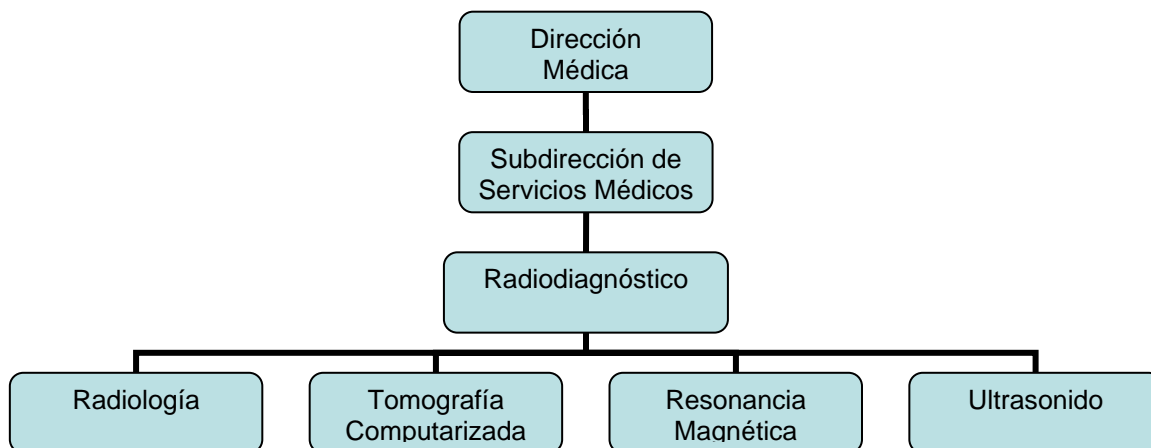


Figura 2.8. Organigrama del servicio de radiodiagnóstico del Hospital Universitario Son Dureta.

El departamento de radiodiagnóstico presta los siguientes servicios:

- Radiología: Radiología simple, procedimientos especiales en Rx convencional, radiología genitourinario, neuroradiología, radiología vascular-intervencionista.
- Tomografía computarizada
- Resonancia magnética
- Ultrasonidos: Eco portátil, Eco intraoperatorio, Ultrasonidos General (Oftálmico, de Cuello (tiroides, parotidas, submaxilares, etc.), de Tórax, de Mama, de Abdomen completo (incluye renal), de Aparato urinario (renal--vejiga), Abdomino-pélvico, obstétrica (primer trimestre), obstétrica (2º,3º trimestre), pélvica, de Escroto, de Pene, de partes blandas, trasvaginal, trasrectal, transcraneal, de cadera neonatal, trasfontaneral, canal vertebral, articular), Ultrasonido Doppler, Ecografía intervencionista (Biopsia con aguja gruesa guiada por ecografía, Punción aspiración con aguja fina guiada por ecografía, Drenajes de abscesos y colecciones con control de ecografía, Colocación de arpones de mama con control de

ecografía, Intervencionismo de tórax con control de ecografía, Intervencionismo de abdomen con control de ecografía, Ecografía intervencionista transrectal, Intervencionismo intraluminal con ecografía)

2.4 PROCEDIMIENTOS CLINICOS IMPORTANTES

Las indicaciones de la ultrasonografía son muy amplias produciéndose nuevas indicaciones a medida que los equipos se van perfeccionando. En términos generales puede decirse que la ecografía es útil para el diagnóstico de todos aquellos procesos que tengan una traducción en la anatomía patológica macroscópica: tumores, litiasis*, quistes, cirrosis evolucionadas, mientras que son de escasa utilidad en la patología microscópica: hepatitis, nefritis*.

La utilidad más conocida a nivel general de la Ultrasonografía diagnóstica es la fetal, sin embargo no solo esta ligada a la ginecología, esta se utiliza en muchos más campos médicos, por ejemplo: en cardiología adquiere gran relevancia, no sólo por su precisión sino también porque no produce daño alguno. El ecocardiograma es hoy uno de los tests cardiológicos más usados.

Otro tipo de estudio realizado en Ultrasonografía es el eco-Doppler, el cual se realiza con el mismo aparato que se usa para las ecografías tradicionales, este estudio permite observar el flujo sanguíneo. El sistema está diseñado para que el cardiólogo reconozca el sentido de la circulación registrándolo en diferentes colores, en el cual, el color rojo representa el flujo sanguíneo que se aleja y el color azul el que se acerca. La intensidad en que se presentan los tonos indica al profesional la velocidad a la cual circula el fluido. De esta manera, el eco-Doppler permite descubrir las anomalías en el flujo/reflujo sanguíneo sin invasión con un alto nivel de seguridad tanto para el paciente como para el técnico.

Otros procedimientos en los que se utiliza la Ultrasonografía diagnóstica son en patologías abdominales las cuales se detallan a continuación:

- a) Lesiones focales: quistes, tumores benignos y malignos
- b) Patología de los vasos hepáticos. Estudio de trasplante.
- c) Vesícula Biliar y Vías Biliares: Litiasis biliar, tumores, estudio de la ictericia*.
- d) Páncreas: Pancreatitis y tumores. Control del trasplante.
- e) Riñones: Litiasis, obstrucción, tumores, quistes, trasplante.
- f) Bazo: Tamaño, patología focal.
- g) Retroperitoneo: Tumores, grandes vasos, adenopatías*. Hemorragia, tumores en suprarrenales.
- h) Diagnóstico de ascitis.
- i) Práctica de punciones diagnósticas o terapéuticas de cualquier órgano abdominal.

Otras aplicaciones:

- a) Patología músculo-tendinoso: valoración de rupturas musculares o tendinosas, hematomas o tumores.
- b) Próstata: diagnóstico de prostatitis, abscesos, tumores. control de biopsia
- c) Testículo: torsión, traumatismos, tumores, epididimitis*, hidroceles*, varicoceles*.
- d) Patología intestinal: apendicitis, reflujo, enfermedad inflamatoria intestinal.
- e) Cervical: tiroides y paratiroides, valoración de patología tumoral. Adenopatías.
- f) Torácica: diagnóstico y punción de derrames pleurales.
- g) Ecografía mamaria: quistes, adenomas, tumores, punción dirigida.
- h) Ecografía peroperatoria: para facilitar la resección de tumores.
- i) Ecografía endocavitaria: ecoendoscopia, transrectal.
- j) Ecografía doppler: transcraneal, carótidas, vasos abdominales y extremidades.
- k) Ecocardiografía: malformaciones congénitas, cardiopatías adquiridas, tumores, isquemia.
- l) Ecografía obstétrica y ginecológica: control fetal y patología útero-anexial.

Los Ultrasonidos cada vez más están siendo utilizados para diferentes tipos de diagnóstico, con gran efectividad y con la mayor ventaja de que no produce radiaciones ionizantes, un ejemplo de ello es la tabla 2.1, la cual es una clasificación de los procedimientos de Ultrasonografía, realizado por el Instituto Químico Biológico de España:

No. de Clasif.	Procedimientos de Ultrasonografía
1	Ultrasonografía de abdomen
2	Ultrasonografía del arco aórtico
3	Ultrasonografía del tracto biliar
4	Ultrasonografía de mama
4	Ultrasonografía de trombosis venosa profunda
5	Ultrasonografía del sistema digestivo
6	Ultrasonografía del ojo
7	Ultrasonografía de la cabeza y cuello
8	Ultrasonografía del corazón (intravascular)
9	Ultrasonografía de intestino
10	Ultrasonografía del pulmón
11	Ultrasonografía del desplazamiento de la línea media del cerebro
12	Ultrasonografía en múltiples sitios
13	Ultrasonografía del sistema vascular periférico
14	Ultrasonografía del retroperitoneo
15	Ultrasonografía de tórax NCOP
16	Ultrasonografía de todo el cuerpo
17	Ultrasonografía del sistema urinario
18	Ultrasonografía del útero
19	Ultrasonografía del útero grávido

Tabla 2.1. Clasificación de Procedimientos de Ultrasonografía

2.5 CRITERIOS DE DISEÑO DEL SERVICIO DE ULTRASONOGRAFIA

El servicio de Ultrasonografía se define dentro de un hospital como un área de diagnóstico; para la cual es necesario una serie de criterios de diseño entre los cuales se pueden mencionar, flujos, como son flujos de pacientes, médicos, personal de enfermería, etc.; otros criterios de diseño son las áreas que debe contener el servicio, dimensiones y acabados del servicio, criterios para el aire acondicionado, iluminación,

instalaciones vitales (electricidad, agua, gases médicos); todos estos criterios ayudan a tener un mejor diseño del servicio de Ultrasonografía y una mejor ubicación dentro del hospital. Estos criterios se definen y se explican a continuación.

2.5.1 Flujos

El flujo en un hospital se considera como el volumen de interacciones que ocurren entre una determinada dependencia y otra (u otras) ó dentro de una misma dependencia en una unidad de tiempo determinada, que puede ser una hora, día, semana o mes.

El servicio de Ultrasonografía debe tener una buena ubicación en el hospital. Ya sea dentro de la unidad de imagenología o independientemente, tiene como objetivo, auxiliar en el diagnóstico de ciertas enfermedades, que permite elaborar estrategias previas de tratamiento, se incluye también la investigación y la docencia, importantes para la capacitación de los médicos. El flujo comprende:

- a) Ingreso o egreso de pacientes
- b) Llegada o salida de miembros del personal (médico, enfermería, técnico, administrativo)
- c) Información y Comunicaciones de trabajo (teléfono convencional o celular, radiocomunicación, intercomunicador, internet)
- d) Llegada o salida del personal técnico de mantenimiento, del material o instrumentación para utilización dentro de los exámenes

a) Ingreso o Egreso de pacientes

El ingreso o egreso de pacientes pueden ser desde diferentes puntos específicos:

- Consulta externa
- Hospitalización
- Urgencias
- Referencia de otros hospitales o clínicas

- *Consulta Externa*

El paciente de consulta externa inicia su proceso en la entrevista con el médico de consulta externa del hospital, quien le prescribe algún examen por ultrasonido, tal solicitud es llevada a la recepción del área de Ultrasonografía, donde se programa el estudio. El día de la cita el paciente llega al departamento de Ultrasonografía y entrega la orden de su cita en recepción para que la recepcionista verifique los datos del paciente mientras este aguarda en la sala de espera a que llegue su turno para que se realice el estudio. Cuando el paciente pasa a que se le realice el estudio, el médico le indica el vestidor, donde cambia su ropa por una bata; de ahí, pasa a la sala de estudio, en donde se realiza el examen. Cuando el paciente necesite ingerir algún líquido para realizar el examen, lo cual muchas veces requiere cierto tiempo de espera por lo que será trasladado a la Estación de Camillas y Sillas de Ruedas o área de espera, donde aguardara a que continúe el estudio y se concluya. Luego el paciente pasa nuevamente a su vestidor, en donde cambia la bata por su ropa y sale así a la sala de espera. Los resultados del estudio de Ultrasonografía es llevado al médico que lo prescribió, esto lo realiza el personal de servicio (auxiliar de enfermería, enfermera ú otros) o en algunos casos lo realiza el mismo paciente. El flujo de pacientes de consulta externa se muestra en la figura 2.9.

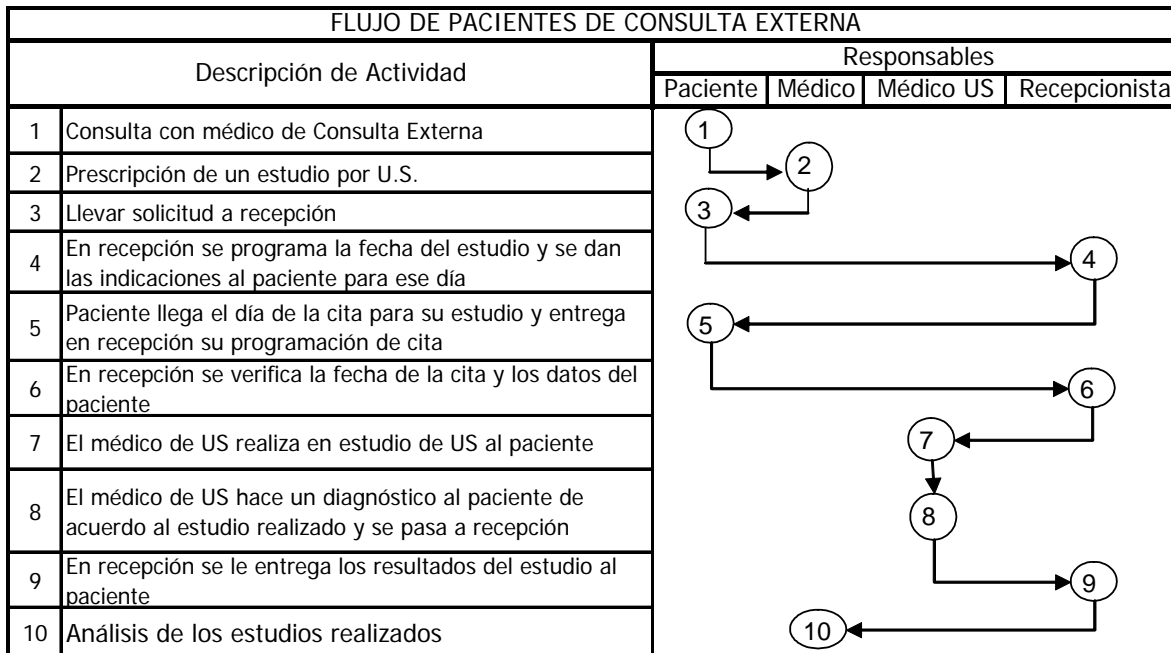


Figura 2.9. Flujo de Pacientes de Consulta Externa

- *Hospitalización*

Los pacientes de Hospitalización efectúan la visita a Ultrasonografía en fechas programadas cuando el médico le ha prescrito un estudio de este tipo, por lo regular las citas son programadas por la mañana. El acceso al servicio de Ultrasonografía es a través del acceso a Hospitalización. El transporte de estos pacientes es en camilla o silla de ruedas, de ahí pasa directamente a la Sala de Estudio y al concluir los exámenes, es conducido nuevamente a Hospitalización. El flujo de pacientes de hospitalización se muestra en la figura 2.10.

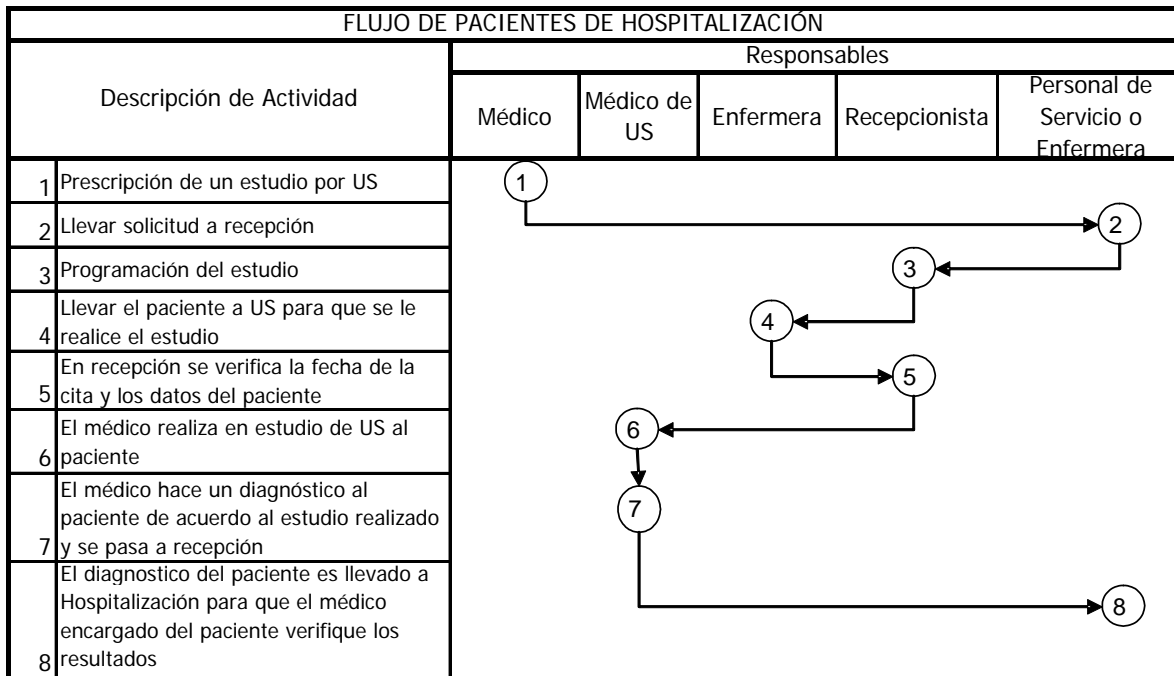


Figura 2.10. Flujo de Pacientes de Hospitalización

- *Urgencias*

Los pacientes provenientes de Urgencias pasan al servicio de Ultrasonografía una vez que se les ha brindado una primera revisión y se concluye la necesidad de contar con un diagnóstico por ultrasonido. El acceso de estos pacientes es por su propio pie, en camilla o en silla de ruedas, según el caso. El acceso al servicio de Ultrasonografía es como en Hospitalización, independiente de las áreas públicas. El flujo de pacientes de urgencias se muestra en la figura 2.11.

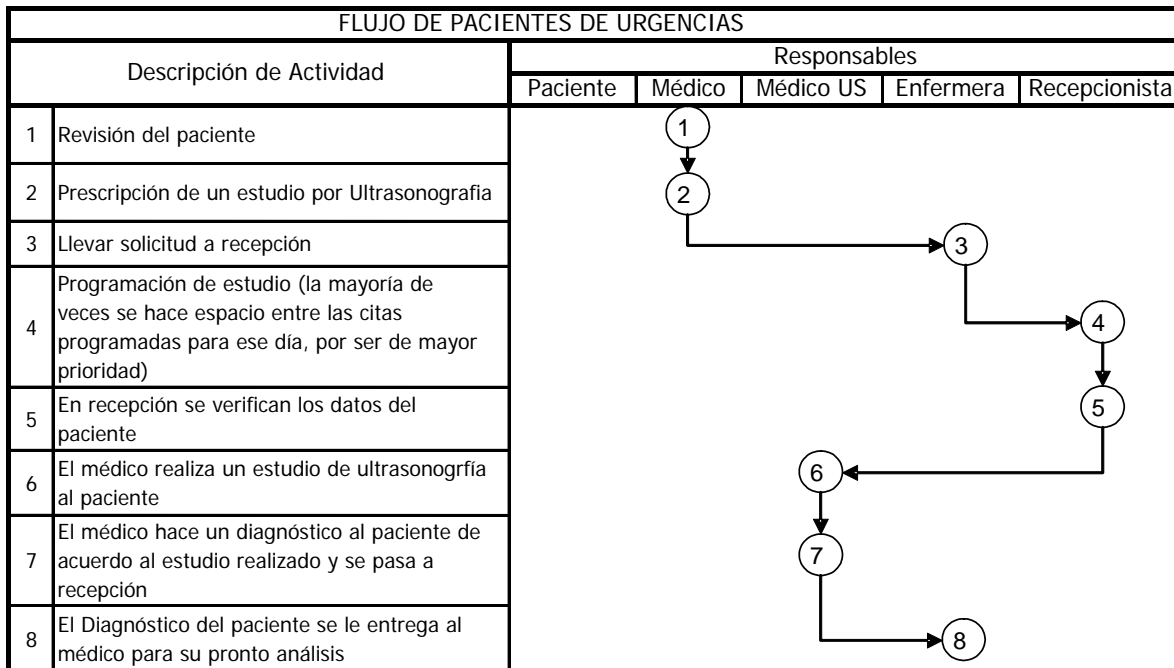


Figura 2.11. Flujo de pacientes de Urgencias

4. Referencia de otros hospitales o clínicas

El paciente que es referido de otro hospital o clínica inicia su proceso en la recepción de Ultrasonografía, en esta entrega la referencia que se le ha dado su médico para que se le practique el estudio, donde se programa la fecha de realización del estudio. El día de la cita el paciente llega al departamento de Ultrasonografía y entrega la orden de su cita en recepción para que la recepcionista verifique los datos del paciente mientras este aguarda en la sala de espera a que le llegue su turno para que se le realice el estudio. Cuando el paciente pasa a que se le realice el estudio, el médico le indica el vestidor, donde cambia su ropa por una bata; de ahí, pasa a la sala de estudio, en donde se realiza el examen. Cuando el paciente necesite ingerir algún líquido para realizar el examen, lo cual muchas veces requiere cierto tiempo de espera, será trasladado a la Estación de Camillas y Sillas de Ruedas o área de espera, donde aguardara a que continúe el estudio y se concluya. Luego el paciente pasa nuevamente a su vestidor, en donde cambia la bata por su ropa y sale así a la sala de espera. Los resultados del estudio de Ultrasonografía es llevado al médico que lo

prescribió, esto lo realiza el mismo paciente. El flujo de pacientes referidos de otro hospital o clínica se muestra en la figura 2.12.

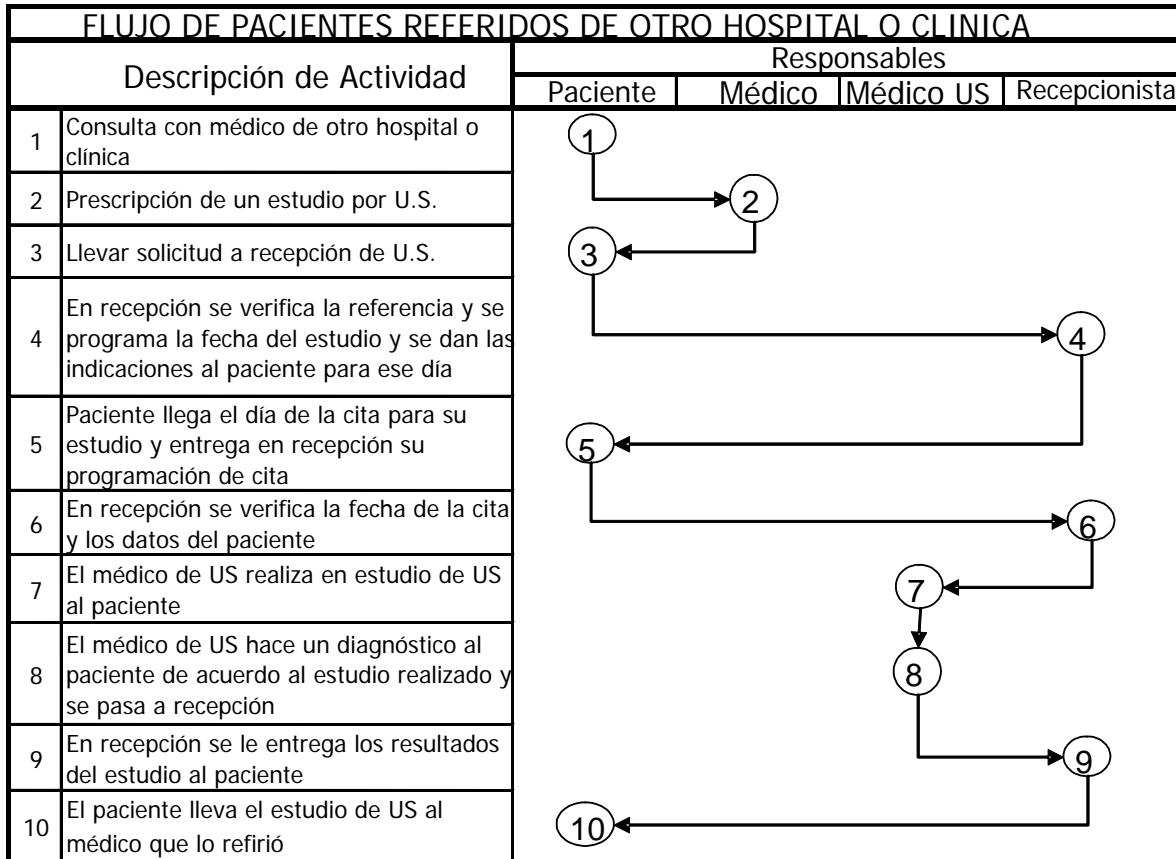


Figura 2.12. Flujo de pacientes referidos de otro hospital o clínica

b) Llegada o salida de miembros del personal (médico, enfermería, técnico, administrativo)

En cuanto a la llegada de el *personal médico*, este puede realizarse por el pasillo interno o por la entrada principal, depende también si el departamento esta ubicado dentro de imaginología o fuera de él. El médico puede relacionarse tanto con la recepción como con la secretaria para obtener flujo de información de los pacientes.

En cuanto al *personal de enfermería y personal técnico*, generalmente se recurre a el, cuando existen pacientes desde hospitalización o desde urgencias, en los que se

necesite algún tipo de apoyo o auxilio para los pacientes en los que se realiza un examen.

El personal administrativo lo comprende recepcionista, la secretaria, trabajadores de servicio y si existe en algún momento algún otro recurso para la asistencia administrativa. Este tipo de personal tiene su acceso por la entrada principal y de ellos depende el flujo de información de los pacientes, tanto para la programación de exámenes, como de las contestaciones de los mismos. Así mismo, proveen asistencia administrativa al médico cuando este la solicite.

c) Comunicaciones de trabajo (teléfono convencional, radiocomunicación, intercomunicador, internet)

Debe existir el intercomunicador en todas las áreas del servicio de Ultrasonografía. Debe existir teléfono convencional en la recepción y en secretaría, que es quienes tienen comunicación con todas las demás áreas del hospital.

d) Llegada o salida del personal de mantenimiento, del material o instrumentación para utilización dentro de los exámenes

El técnico de mantenimiento realiza visitas a las instalaciones preferiblemente por la entrada principal, este realiza inspecciones para mantenimiento preventivo o correctivo, o tareas de supervisión de mantenimiento, ya sea de equipo o de las tecnologías que lo rodean.

El material o instrumentación necesaria para los exámenes, es solicitado por una requisición; depende de la institución si es anual, semestral, bimestral o mensual, y también de las proyecciones, del alcance de las metas establecidas por el departamento, de la capacidad instalada y del recurso humano. Generalmente, el material se pide a almacén central para un cierto período y se guarda en la bodega del departamento.

2.5.1.1 Ubicación

La localización del servicio de Ultrasonografía debe facilitar el acceso de los pacientes que se someten a los estudios y que provienen de:

- a) Consulta Externa
- b) Hospitalización
- c) Urgencias

La ubicación del servicio de Ultrasonografía, por lo tanto, debe estar próxima a los pacientes de Urgencias y en caso que fuera un hospital vertical también debe estar próximo a los elevadores, con objeto de permitir un tránsito fluido de pacientes y de camillas que no entorpezca las funciones de otras áreas del Hospital.

Es importante señalar que de preferencia se debe buscar, especialmente en rangos de menores dimensiones, una integración del servicio con Laboratorio Clínico y otros servicios de diagnóstico para lograr una centralización de todos los servicios auxiliares de diagnóstico. Las principales interrelaciones se muestran en la Figura 2.13.

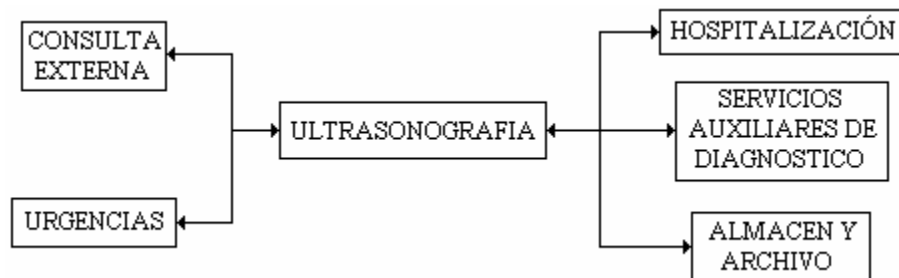


Figura 2.13 Representación de las interrelaciones del departamento de U.S.

2.5.2 Áreas del servicio de Ultrasonografía

Para la mejor funcionalidad y operatividad del servicio de Ultrasonografía, se consideran ciertas áreas específicas:

- a) Recepción
- b) Secretaría
- c) Área administrativa
- d) Estación de Camillas o Sillas de Ruedas
- e) Aula/Sala de Juntas
- f) Archivo
- g) Vestidores
- h) Bodega o Almacén
- i) Sanitarios
- j) Salas de Estudio

a) Recepción:

Es un espacio destinado a ofrecer el primer contacto entre el servicio de Ultrasonografía y el paciente, aquí se realizan actividades de orientación y programación de estudios. Debe ser inmediato a la sala de Espera y fácilmente localizable.

b) Secretaría:

La secretaria está en un local de apoyo, en donde se llevan a cabo las actividades administrativas del servicio como programación de exámenes, transcripción de dictámenes médicos, recepción y archivo de documentación, elaboración de informes médicos, etc.

c) Área administrativa:

Esta en un local donde se cumplen actividades administrativas técnicas y de carácter general, por lo que se debe ubicar entre las áreas administrativas y técnicas. Por las funciones de atención a médicos, se necesita localizar cerca del acceso general y evitar el tránsito en el área operativa. Se debe ubicar cerca del Archivo y del Aula/Sala de Juntas. Se le debe de proporcionar cierta privacidad.

d) Estación de Camillas y Sillas de Ruedas:

Es un espacio destinado a acomodar de modo momentáneo a los pacientes en turno, provenientes por lo regular de Hospitalización y Urgencias, por lo que se deberá comunicar en forma directa con los accesos de estos departamentos. Deberá existir una comunicación visual con la Central de Enfermeras.

e) Aula / Sala de Juntas

Es un espacio destinado a la docencia y a las reuniones de tipo administrativo, por lo que deberá estar cerca del Área Administrativa. Solo los hospitales de más de 200 camas contarán con este local.

f) Archivo:

Es un espacio destinado a guardar los exámenes y expedientes de cada paciente. Debe contar con un espacio de trabajo para el manejo de expedientes.

g) Vestidores:

Es un espacio destinado para que el paciente cambie sus ropas y pueda someterse al estudio. Para asegurar las pertenencias del paciente, las puertas que comuniquen al exterior, en Salas de Espera, deberían contar sólo con perillas interiores. Se ubicarán entre la Sala de Estudio y la Sala de Espera.

h) Sanitarios:

Constituyen un espacio en el que se deben considerar las dimensiones y los accesorios que una persona minusválida requiere para su utilización. Su ubicación será dentro de la sala de Estudio y otros sanitarios personales para los médicos que pueden estar dentro de toda el área de imagenología. Deben contar con iluminación fluorescente y extracción.

i) Bodega o Almacén:

Es un espacio destinado a guardar y controlar el material utilizado en el servicio de Ultrasonografía.

j) Salas de Estudio:

Son los espacios de mayor importancia dentro del servicio; aquí se realizan los estudios de Ultrasonografía, por lo que su localización debe ser incidente con las áreas que integran el servicio. Cada sala debe contar con vestidores y sanitarios para pacientes dentro del área. No debe de excluirse protecciones de densidad contra rayos X, si la sala de estudio se encuentra cercano a una sala de rayos X.

Deben contar con acceso tanto para pacientes que provienen de Hospitalización y Urgencias y para pacientes de Consulta Externa (Sala de Espera). Las puertas y circulaciones donde transitan camillas y sillas de ruedas deben contar con protección contra camillas y espacios mínimos de 1.2 metros libres. La iluminación será artificial de tipo fluorescente, se debe contar con un control de intensidad lumínica. Los equipos de estudio para Ultrasonografía deben conectarse directamente con el sistema de emergencia.

2.5.3 Dimensiones y Acabados

Las dimensiones de las áreas con que debe contar el servicio de Ultrasonografía, son importantes para lograr el confort de pacientes, personal administrativo y médicos. Esto debe acompañarse con acabados para lograr la bioseguridad necesaria para estas áreas. A continuación se presenta en la tabla 2.2 como deberían ser estas áreas.

Área	Dimensiones (mts.)	Pisos	Paredes	Plafón o Techo	Instalaciones Eléctricas	Instalaciones Especiales
Recepción	2.7 x 2.0	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	
Secretaria	2.7 x 2.0	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	
Jefatura	2.7 x 2.0	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	
Estación de Camillas	3.6 x 2.5	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	Oxígeno y vacío si es necesario
Sala de Juntas	3.6 x 4.5	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	
Archivo	3.6 x 5.4	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	Sistema contra incendios
Vestidores	1.35 x 1.8	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Interruptores	
Bodega	3.6 x 3.6	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente e interruptores	Sistema contra incendios
Sanitarios	1.8 x 1.8	Loseta Vitrificada	Azulejos	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Interruptores	Instalaciones hidráulicas y sanitarias ¹ .
Salas de Estudio	3.0 x 3.0	Loseta Vinílica	Concreto o Material Prefabricado	Losa/duralita con acabado de cielo falso	Toma corriente, interruptores y dimmer	Oxígeno y vacío si es necesario

Tabla 2.2. Acabados e instalaciones necesarias para el servicio de Ultrasonografía.

Tomado de Normas de Proyectos en Arquitectura, tomo III, IMSS.

Se deberá considerar protección radiológica si existieran salas de rayos x en sus proximidades.

¹. Alimentación de Agua fría y caliente, además desagües.

2.5.4 Aire Acondicionado

Los sistemas de acondicionamiento de aire tienen por finalidad que el aire que se respira en los locales tenga las óptimas condiciones de limpieza, temperatura y humedad relativa para la comodidad y la salud del ser humano y del equipo que está instalado en el local.

Los locales deben contar con aire ambiente limpio y de temperatura agradable. Se recomienda tener aire acondicionado con recirculación de aire.

Las características que debe cumplir el Aire Acondicionado para una unidad de Ultrasonografía son:

- a) Restringir el movimiento de aire entre el interior y los departamentos que están en los alrededores.
- b) Ventilación y filtración para diluir y remover la contaminación en la forma de olores y microorganismos aéreos.
- c) Temperatura y humedad de acuerdo a los requisitos necesarios para el equipo.

El Aire recirculado es ventajoso también en función de la mala calidad del aire exterior y del ahorro energético.

Factores importantes en la calidad del aire:

- a) Localización de la entrada de aire del sistema de ventilación o de acondicionamiento de aire.
- b) Las entradas no deben estar en el piso o muy cerca de él, o en la cercanía de las evacuaciones de otros sistemas de áreas adjuntos.

Entre los criterios de diseño que se deben tomar en cuenta para el aire acondicionado:

- a) Entradas de aire ambiente al menos a 7.62 metros de cualquier salida evacuante que pudiera ser contaminante.
- b) Es recomendable que las salidas de aire (rejillas de descarga) en las áreas de estudio con pacientes, estén en el cielo falso y que las rejillas de succión se encuentren a nivel del piso. Esto provee un movimiento del aire limpio hacia abajo a través de las zonas de trabajo y respiración.
- c) La rejilla de succión no debe estar más abajo de 7.6cm del NPT.
- d) Las relaciones de presiones deben ser consideradas de tal modo de remover 10% menos de aire a las áreas aledañas, que el que es suministrado para lograr una presión positiva.
- e) Debe haber como mínimo 10 cambios de volúmenes de aire por hora y un renovamiento de 2 volúmenes nuevos por hora.
- f) Todas las salas deberán tener una temperatura que oscile entre 21°C y 24°C (70°F y 76°F).
- g) La humedad relativa debe ser entre un mínimo de 50% hasta un máximo de 60%.

Se recomienda, tomando en cuenta los criterios de diseño anteriores, que el aire que se encuentre en esta sala se un Shiller o un Split, en caso de que se tenga otro tipo de aire instalado, este se debe adecuar en gran medida a los criterios de diseño citados anteriormente.

Algunos de los componentes del sistema de aire son los Filtros HEPA, que suministran una calidad de aire libre de contaminación bacterial, ya sea que se utilice aire del exterior o recirculado. La eficiencia para controlar las bacterias dependerá de la calidad de mantenimiento que tenga este sistema.

2.5.5 Iluminación

El objetivo de diseñar ambientes de trabajo adecuados para una sala de Ultrasonografía no es proporcionar simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse. La luminosidad depende de ciertos factores, entre los que están:

- a) Tamaño del objeto con el que se trabaja.
- b) Distancia a los ojos.
- c) Persistencia de la imagen.
- d) Intensidad de la luz.
- e) Color de los instrumentos de trabajo.
- f) Contraste cromático y luminoso con el fondo.

Para el trabajo en las unidades de Ultrasonografía se utilizan tres tipos de iluminación artificial:

a) Iluminación general

Es donde las luminarias se distribuyen de tal forma que se obtenga una iluminación uniforme en todos los posibles planos de trabajo. La separación entre luminarias no deberá exceder la mitad de la altura de la luminaria por encima de la mesa o del plano de trabajo.

b) Iluminación general con apoyo de iluminación localizada

Es en donde se complementa la iluminación general con puntos de luz en lugares concretos en los que se requiere un nivel de iluminación más elevado. Para evitar producir un contraste elevado entre el área pequeña, que requiere una buena visión, y la periferia, se debe establecer que la iluminación general no sea inferior a tres veces la raíz cuadrada de la iluminación localizada requerida:

$$I_g > 3\sqrt{I_i} \text{ (Ecuación 2.1)}$$

Donde:

I_g = Iluminación general

I_i = Iluminación localizada

c) Iluminación general localizada

Cuando se conoce la ubicación de cada área de trabajo, se pueden distribuir las luminarias de forma que se proporcione a cada lugar el nivel de iluminación adecuado, sin que generen problemas de brillos y reflejos. Se deben distribuir las luminarias de forma que la luz incida en el lugar de trabajo de forma lateral.

La norma mexicana NOM-025-STPS-1999, establece los niveles de iluminación para los centros de trabajo de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades, estas pueden ser una referencia para los niveles de iluminación para las áreas de una unidad de Ultrasonografía. Un ejemplo se muestra en la tabla 2.3.

Cuando se evalúa la iluminación interior alcanzada por diferentes alternativas de diseño de un local, estas deben ser contrastadas con los niveles recomendados para la actividad visual a desarrollarse en el local, de modo que se asegure la realización de esta tarea con eficacia y confort. Estos niveles recomendados se muestran en la tabla 2.4.

Niveles de Iluminación		
Tarea	Trabajo	Iluminación mínima
Flujo, Distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, iluminación de emergencia.	● 50 luxes
Inspección visual, recuento de piezas, atención al cliente.	Áreas de servicio al personal, recepción y despacho, casetas de vigilancia.	● 200 luxes
Trabajo de precisión, salas de	Distinción clara de los detalles,	● 500 luxes

cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	acabados finos, ensamble moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	
---	---	--

Tabla 2.3 Niveles de iluminación mínima para cierta clase de trabajo.
Tomado de la norma mexicana NOM-025-STPS-1999.

Área	Nivel de iluminación
Servicio de U.S.	200 Luxes
Sala de Interpretación	200 Luxes
Vestidor	75 Luxes
Control de Pacientes	75 Luxes
Rayos x	75 Luxes

Tabla 2.4 .Niveles de Iluminación Recomendados
Tomado de Normas de Proyectos de Arquitectura, Tomo III, IMSS.

Si se comparan los lúmenes por unidad de energía consumida, por ejemplo una lámpara fluorescente tubular de 36 watts, el flujo luminoso nominal es de 3200 lúmenes. Por tanto los lúmenes por unidad de energía consumida serán aproximadamente 88.89 lúmenes por watt. Luego, para un cuarto de estudio para Ultrasonografía con un área de 9 metros cuadrados, se tendría que tener una iluminación de 200 Luxes, según la tabla, por lo que se tiene lo siguiente:

$$200Lux = \frac{Lumen}{9m^2} \rightarrow 1800 Lumenes \text{ (Ecuación 2.1)}$$

y dado que 40 Watts = 3000 lumenes

$$\frac{40Watts}{3000Lumenes} = \frac{xWatts}{1800Lumenes}$$

$$x = 24Watts$$

Por lo que se pueden utilizar aproximadamente 1 lámparas de 40 Watts.

2.5.6 Instalaciones Vitales

2.5.6.1 Electricidad

a) Altura de tomacorriente

En general, el tomacorriente se debe colocar a una altura de 0.40 m., sobre el NPT y dicha altura debe quedar entendida en los planos con una nota general.

Cuando sea necesario diseñar el tomacorriente a un nivel distinto del anterior, de acuerdo con las indicaciones del diseñador o de las guías mecánicas, se debe anotar la altura en cada caso.

b) Protección de circuitos

- En caso de cargas específicas y definidas, la protección y los conductores deben calcularse de acuerdo a la misma.
- La carga instalada por circuito no debe exceder de 1600 watts.
- Cada uno de los circuitos debe protegerse en el tablero de zona correspondiente con un interruptor automático calculado de acuerdo a la carga del circuito aplicando los factores correspondientes.
- Para el cálculo de alimentación y protección de circuitos derivados de receptáculos se debe considerar un factor de potencia de 0.9.

2.5.6.2 Agua

Las instalaciones de agua de la unidad de Ultrasonografía, dependen de las instalaciones hidráulicas del hospital y estas instalaciones se dividen en:

- a) Red de agua potable.
- b) Red de agua contra incendio.

a) Agua Potable

Las instalaciones de agua potable deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven la potabilidad del agua destinada al consumo humano y que garanticen su suministro.

- *Abastecimiento*

Se efectuará a través de la red pública; cuando el abastecimiento público no se encuentre en condiciones de prestar servicio adecuado, ya sea en cantidad o calidad, se permitirá el uso de abastecimiento por medio de cisternas, siempre que, tanto la fuente como el tratamiento de potabilización sean satisfactorios.

- *Distribución*

Las redes de distribución se ubicarán en ductos verticales que permitan su revisión y mantenimiento. En cada área se instalarán puertas en todo lo ancho del ducto y se abrirán hacia los pasadizos y cuartos de aseo.

b) Red de Agua Contra Incendio

Las redes de agua contra incendio serán proyectadas y ejecutadas de manera que permitan el rápido, fácil y efectivo funcionamiento. Las redes de incendio serán totalmente independientes de las de agua potable. Generalmente las redes contra incendios son utilizadas en áreas como Archivo o recepción, en donde se tiene información importante que se puede perder en caso de incendio.

c) Red de Desague

La red de desagüe deberá descargarse al sistema de drenaje del hospital ya existente. Cuando no exista un sistema de alcantarillado pluvial y la red pública haya sido diseñada para recibir aguas servidas únicamente, no se permitirá descargar en ellas aguas lluvias.

2.5.6.3 Gases médicos

- a) Se utilizarán tomas tipo DISS y estarán colocadas en las paredes a una altura de 1.52 mts.
- b) Para el servicio de Ultrasonografía es necesario un toma de oxígeno por sala de estudio.
- c) Es necesario un toma de vacío por sala de estudio.

2.6 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS

Dentro de este contenido se realizará una descripción de los servicios de Ultrasonografía de los siguientes hospitales:

- a) Hospital Nacional “Dr. Jorge Manzzini Villacorta” de Sonsonate
- b) Hospital Nacional de Niños “Benjamín Bloom”
- c) Hospital Nacional de Maternidad “Dr. Raúl Argüello Escolán”
- d) Hospital Nacional de Zacamil “Dr. Juan José Fernández”
- e) Hospital General del ISSS.

Con el fin de tener una visión de la realidad salvadoreña en cuanto a organización, instalaciones y equipos utilizados para la toma de ultrasonografías; se realizó visitas de campo a cada uno de los hospitales mencionados anteriormente, obteniéndose los resultados que se exponen a continuación.

2.6.1 Hospital Nacional “Dr. Jorge Mazzini Villacorta” de Sonsonate

2.6.1.1 Generalidades

El hospital Nacional de Sonsonate es considerado un Hospital Nacional General, dentro de esta clasificación, por tener una gran capacidad de respuesta dentro del departamento, se considera Hospital Central. Con la finalización de la reconstrucción de las instalaciones del hospital, se pretende dar un mejor apoyo al área médica en materia de recursos humanos, financieros y tecnológicos, con el propósito de incrementar y mejorar los servicios de salud en el área de Sonsonate.

El hospital de Sonsonate, ofrece servicios de las cuatro áreas básicas de atención: medicina, cirugía, pediatría, ginecología y obstetricia entre otras especialidades de la medicina y la cirugía. El hospital cuenta con un total de 185 camas divididas como se muestra en la Tabla 2.5:

Número Oficial de Camas del Hospital Nacional de Sonsonate						
Medicina	Cirugía	Pediatría	Maternidad	Sub-Total	Pensionados	Total
50	50	31	47	178	7	185

Tabla 2.5. Número de Camas del Hospital Nacional de Sonsonate

2.6.1.2 Organización

El servicio donde se realizan las ultrasonografías es llamado: Departamento de Radiología y Ultrasonografía. Su organización se muestra en el organigrama de la figura 2.14:

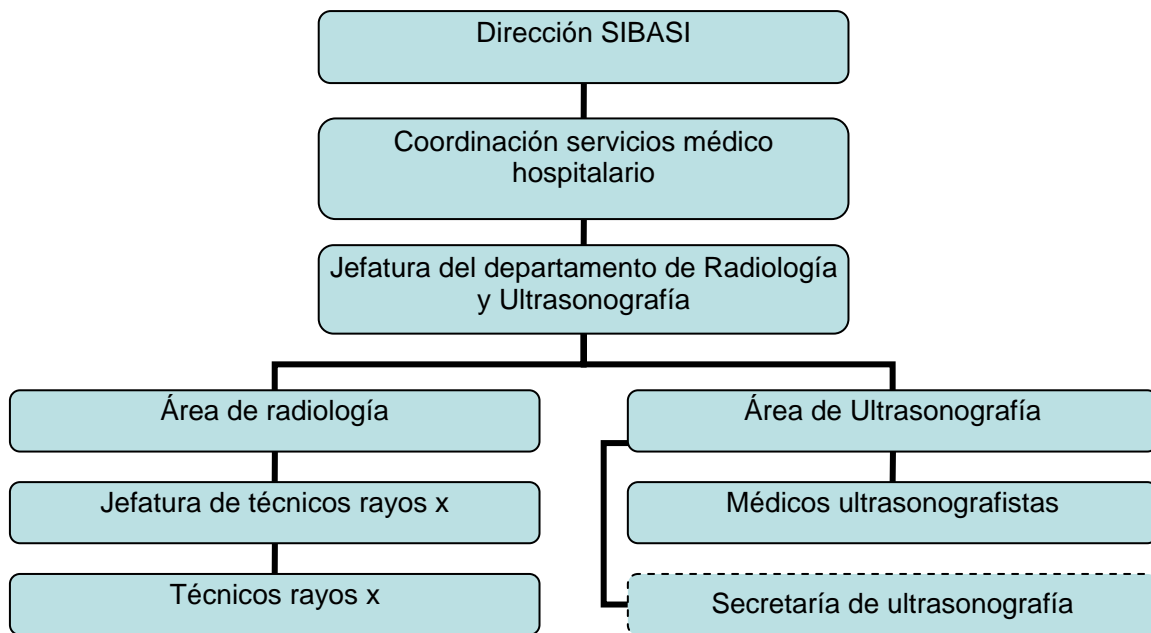


Figura 2.14 Organigrama del Departamento de Radiología y Ultrasonografía del Hospital Nacional de Sonsonate.

Como se observa en la figura 2.14, el área de Ultrasonografía es independiente funcionalmente del área de radiología, aunque ambos constituyen un solo departamento.

El área de Ultrasonografía está formado por:

- a) Jefe del departamento de radiología e imágenes, que coordina a los médicos ultrasonografistas y al área de radiología.

- b) Médicos ultrasonografistas: encargados de la toma de los exámenes y la lectura de los mismos.
- c) Secretaria de Ultrasonografía: se encarga de transcribir la lectura de los médicos para ser entregada al paciente, además de dar citas, recepción de pacientes y llevar el control de ultrasonografías tomadas diariamente para ser consolidadas en el informe mensual que se presenta al departamento de estadísticas y censos del hospital.

El horario de trabajo de esta área es de Lunes a Viernes de 7:00 a.m. a 3 p.m.; la toma de ultrasonografías se realiza de 7:00 a.m. a 1:00 p.m.

Se atienden pacientes procedentes del hospital, unidades de salud y privados.

Los tipos de ultrasonografías practicadas se mencionan a continuación en la tabla 2.6:

Ginecológicas:	Mamas
	Pélvicas
	Embarazo
Generales:	Vías biliares
	Abdominal
	Renal
	Tiroides
	Cuello
	Hernia
	Hepática
	Prostática
Testicular	

Tabla 2.6 Tipos de Ultrasonografías realizadas en el Hospital de Sonsonate.

2.6.1.3 Tecnologías utilizadas

Para la toma de ultrasonografías el hospital posee un solo equipo que tiene un uso de aproximadamente 15 años, y ya no se produce por el fabricante, este equipo se encuentra bajo contrato de mantenimiento preventivo con una frecuencia de tres meses. El equipo cuenta con las características técnicas que se muestran en la tabla 2.7.

Marca	Siemens
Modelo	Sonoline Prima
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • Lineal: 7.5 MHz • Convexo multifrecuencia de 2.6, 3.5 y 5 MHz • Sectorial endocavitario de 5, 6.5, 7.5 MHz • Sectorial endocavitario, multifrecuencia, multiplanar de 5, 6, 7.5 MHz (uso endorectal) (mecánico) • Sectorial multifrecuencia de 3.5 y 5MHz
Modos de Funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Modo A (no se utiliza) • Modo B • Modo M • Modo 2B • Modo 4B
Complementos	<ul style="list-style-type: none"> • Impresor marca: SONY • UPS marca: Liebert CXT

Tabla 2.7. Características Técnicas de la Tecnología utilizada en el Hospital Nacional de Sonsonate.

2.6.1.4 Flujos

a) Flujo de pacientes de consulta externa o externos al hospital para sacar cita.

El flujo de paciente dentro del hospital para sacar cita se muestra a continuación en la figura 2.15.

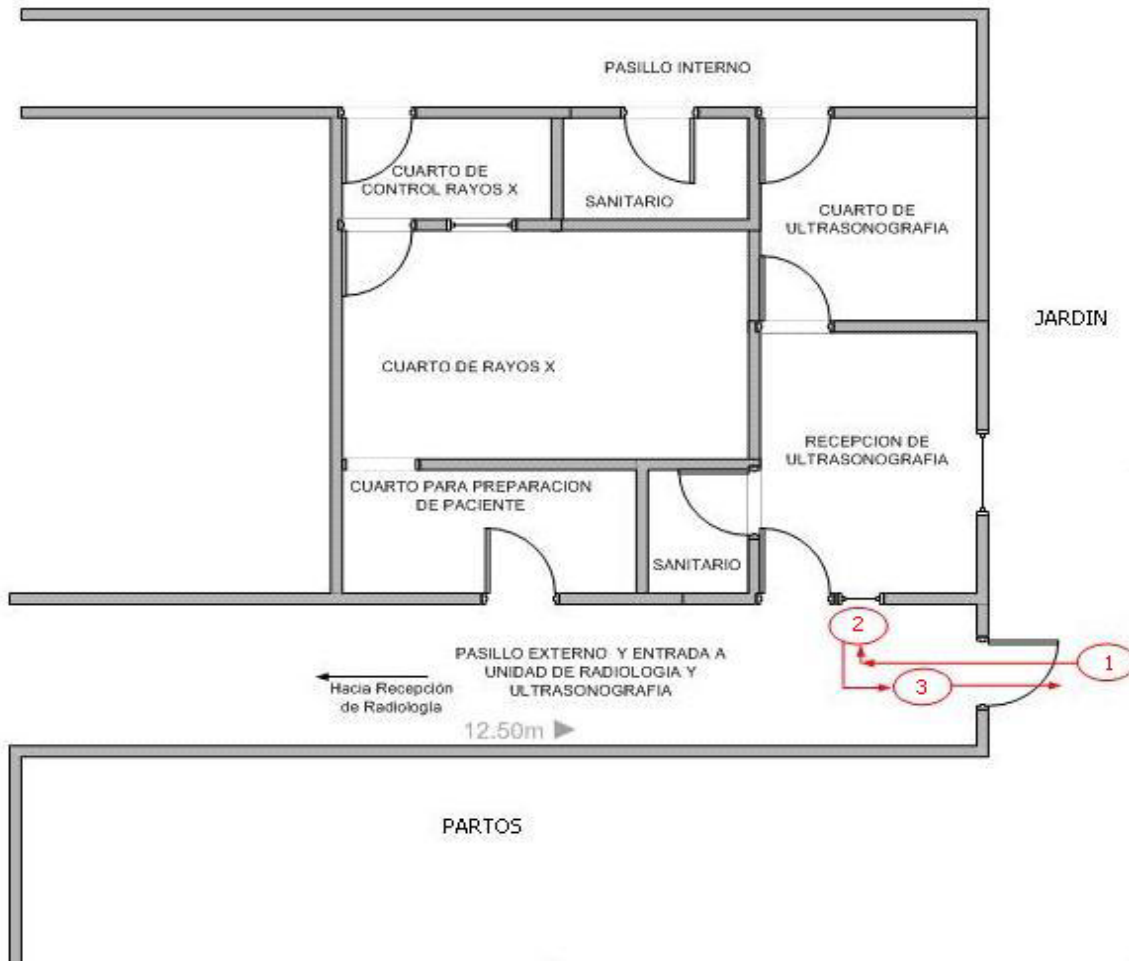


Figura 2.15. Flujo de pacientes (Consulta externa o referidos) para sacar cita.

1. El paciente, con la orden del médico que solicitó la Ultrasonografía, pasa a colecturía a cancelar el valor del examen.
2. Con la hoja de referencia y el recibo de pago, pasa a la ventanilla de recepción del departamento de Ultrasonografía para que la secretaria le asigne el día y hora de su cita.
3. Una vez fijada la fecha de su cita, el paciente se retira del departamento.

b) Flujo de pacientes para la toma de Ultrasonografía

El flujo de paciente para la toma de Ultrasonografía se muestra a continuación en la figura 2.16.

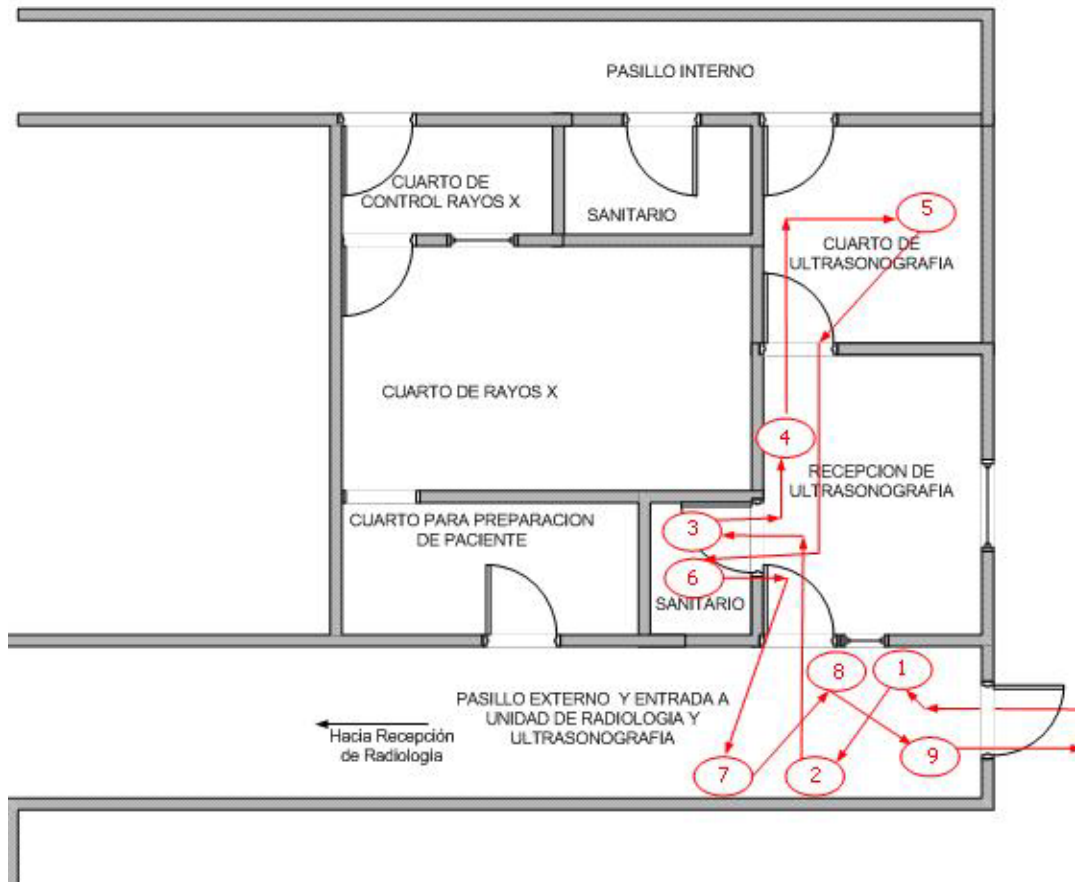


Figura 2.16. Flujo de pacientes para la toma de Ultrasonografía

1. El paciente se presenta el día de su cita, en la ventanilla de recepción del departamento de Ultrasonografía. Es atendido por la secretaria quien revisa sus datos.
2. El paciente espera mientras es llamado por la secretaria para la toma del examen.
3. Si el paciente debe colocarse bata, según el tipo de examen, pasa al sanitario a cambiarse de ropa. Caso contrario este paso se omite.
4. El paciente pasa al cuarto de Ultrasonografía para que el médico tome la Ultrasonografía.

5. El paciente es acomodado por el médico en la cama y se realiza la toma de la Ultrasonografía.
6. Finalizado el examen el paciente pasa al sanitario, si antes se colocó bata, y realiza el cambio de ropa.
7. El paciente espera fuera a que la secretaria le llame para entregarle el examen y su lectura.
8. Cuando la secretaria llama al paciente, este pasa a retirar su Ultrasonografía.
9. El paciente se retira del servicio y lleva los resultados al médico que lo refirió. En el caso de que sea pacientes hospitalizados o de urgencia los resultados se le entregan a la persona que lo acompaña que puede ser médicos, enfermeras o auxiliares de enfermería.

c) Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

Los Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería acompañan a pacientes hospitalizados. El flujo de personal médico y paramédico se muestra a continuación en la figura 2.17.

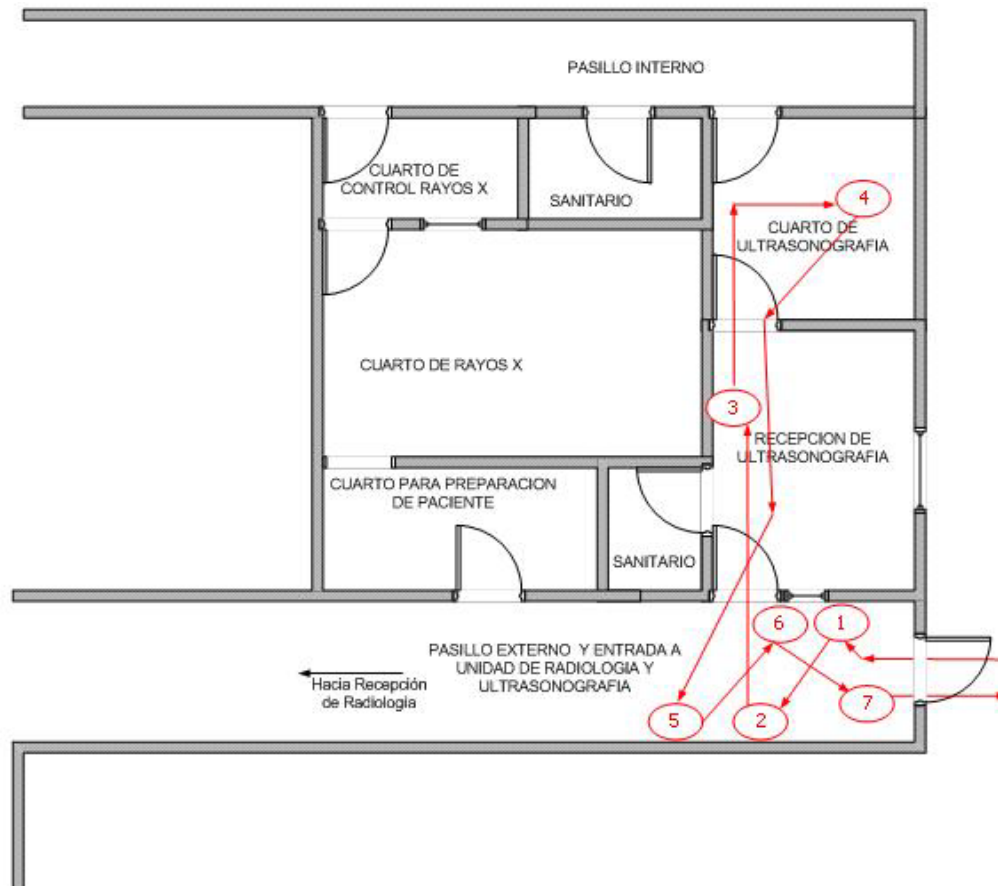


Figura 2.17. Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

1. Entrega la orden para la toma de la Ultrasonografía en la ventanilla de recepción del departamento.
2. Espera a que el paciente sea llamado por la secretaria.
3. Cuando el paciente es llamado, es llevado al cuarto de Ultrasonografía para la toma del examen.
4. Ayuda al paciente a acomodarse en la cama para la toma de la Ultrasonografía.

5. Lleva al paciente fuera del servicio para esperar a que sea entregado el resultado del examen.
6. Cuando el paciente es llamado por la secretaria, retira el resultado de la Ultrasonografía en la ventanilla de recepción.
7. Lleva al paciente al servicio donde está hospitalizado.

d) Flujo de médicos Ultrasonografistas

El flujo de médicos ultrasonografistas se muestra a continuación en la figura 2.18.

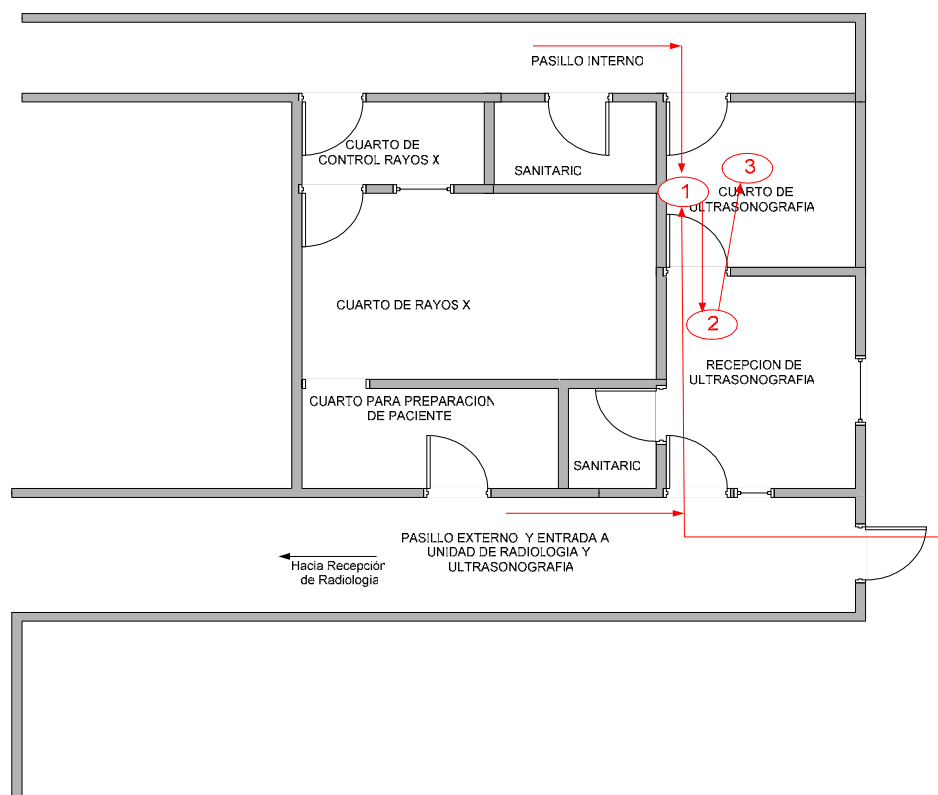


Figura 2.18. Flujo de médicos Ultrasonografistas.

1. El médico llega según su horario de trabajo al departamento de Ultrasonografía por el pasillo interno o por el pasillo externo, hasta el cuarto de Ultrasonografía, donde realiza la toma y lectura de las ultrasonografías.
2. Cuando ha finalizado una lectura de un examen, se la entrega a la secretaria para que lo transcriba y pide a la secretaria que pase otro paciente.

3. Vuelve nuevamente al cuarto de Ultrasonografía para continuar tomando y leyendo exámenes, hasta que finaliza su jornada laboral en el servicio, retirándose del mismo a través del pasillo interno o externo.

e) Flujo de Técnicos de Mantenimiento

El flujo de técnicos de mantenimiento se muestra a continuación en la figura 2.19.

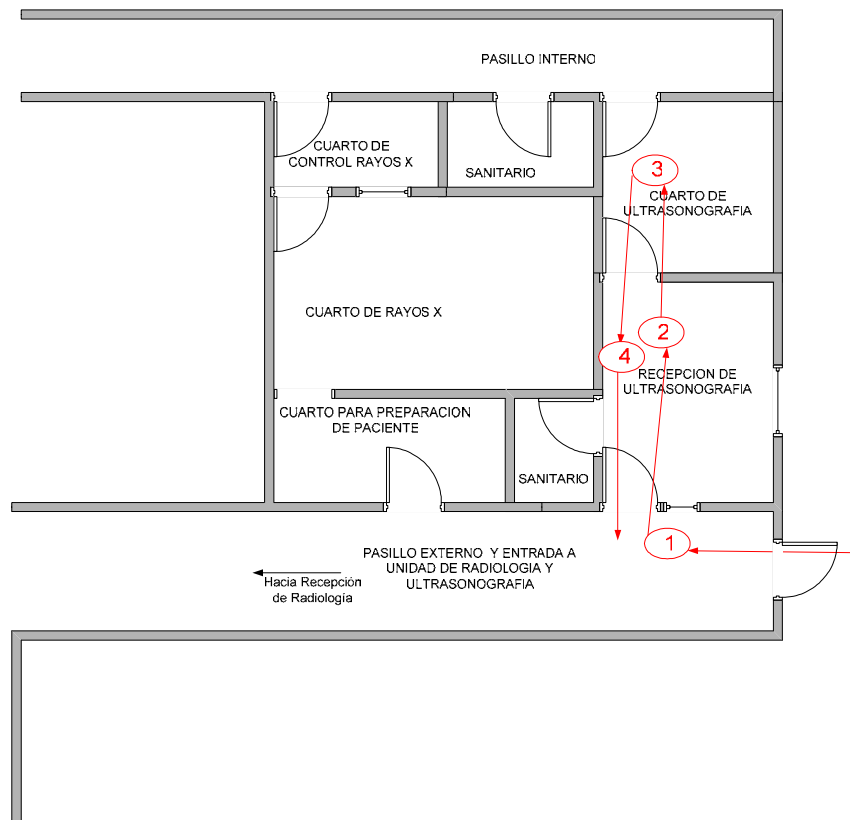


Figura 2.19. Flujo de Técnicos de mantenimiento.

1. Los técnicos de mantenimiento, se presentan en la ventanilla de recepción para verificar la disponibilidad del equipo para realizar el mantenimiento.
2. Si el equipo está disponible, se trasladan hasta el cuarto de Ultrasonografía.
3. Realizan el mantenimiento al equipo.
4. Al finalizar el mantenimiento del equipo solicitan la aprobación del trabajo y se retiran del departamento.

f) Flujo de insumos (papel toalla, papel fotográfico para impresión, gel, etc.)
El flujo de insumos se muestra a continuación en la figura 2.20.

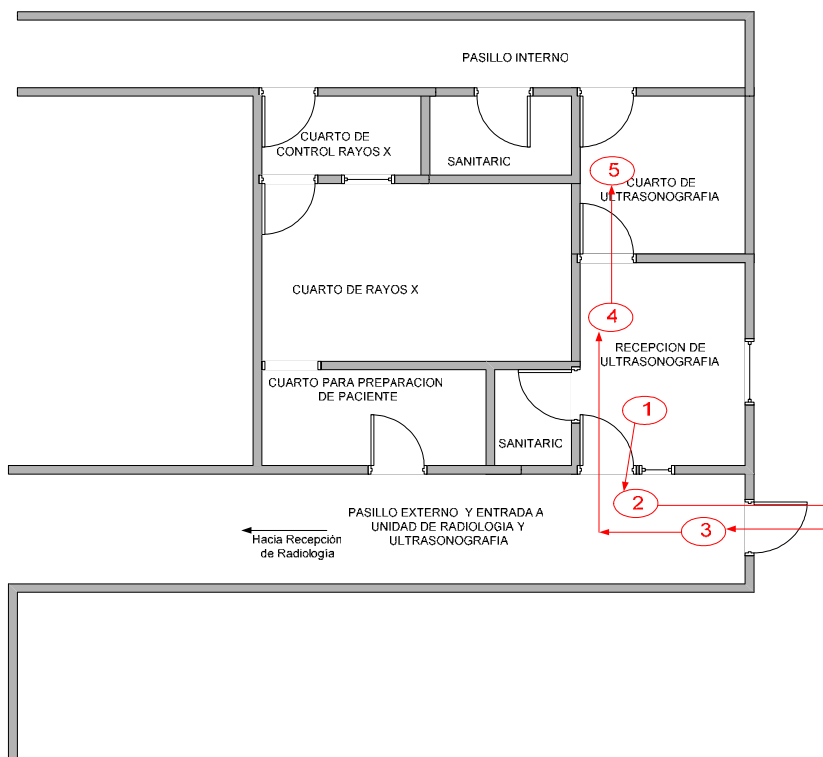


Figura 2.20. Flujo de insumos.

1. La secretaria es la encargada de llevar el control de los insumos en el departamento y de llenar la solicitud de los mismos, esta solicitud debe ser firmada por el jefe del servicio.
2. Va a la dirección a solicitar la firma del director si está solicitando papel para impresión, caso contrario va a UACI a que le firme el jefe. Posteriormente va a almacén a retirar lo solicitado.
3. Lleva los insumos solicitados al departamento de Ultrasonografía.
4. Los almacena en un estante ubicado en la recepción de Ultrasonografía.
5. Si es necesario, coloca insumos en el cuarto de Ultrasonografía.

g) Flujo de ropa limpia y sucia.

El flujo de ropa limpia y sucia se muestra a continuación en la figura 2.21.

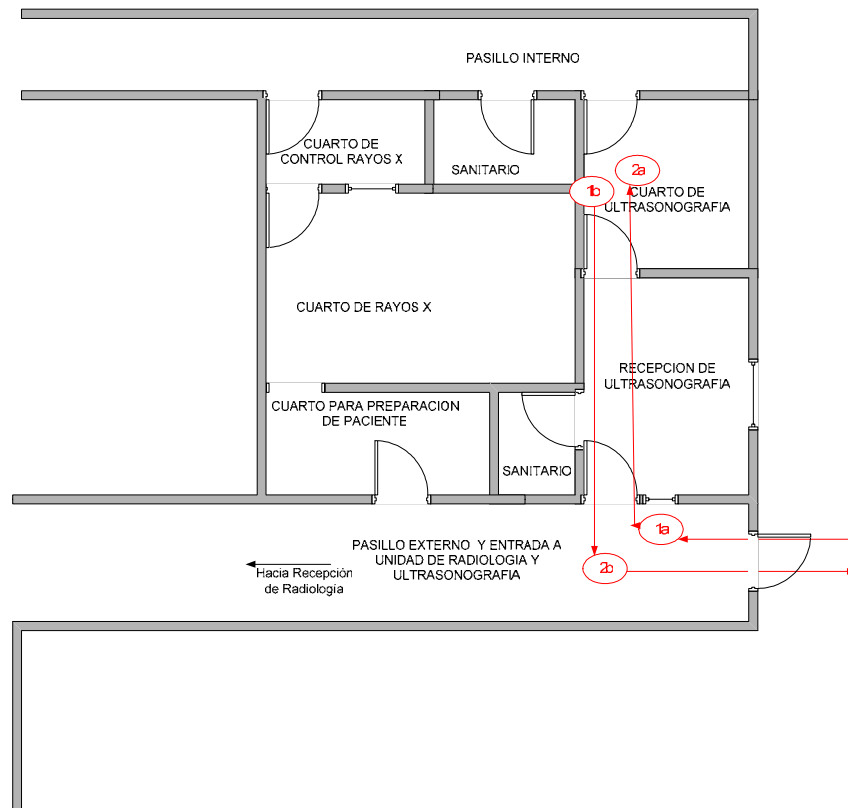


Figura 2.21. Flujo de ropa limpia y sucia.

Ropa limpia:

- 1a. Una auxiliar de servicio es la encargada de suministrar ropa limpia, sábanas y batas, al departamento de Ultrasonografía proveniente de lavandería.
- 2a. La ropa es almacenada en un estante colocado en el cuarto de Ultrasonografía.

Ropa sucia:

- 1b. La auxiliar de servicio se encarga de cambiar las sábanas sucias por limpias de la cama y las recoger las batas sucias.
- 2b. Esta ropa sucia es llevada a lavandería para su proceso de limpieza.

h) Flujo de personal de limpieza

El flujo de personal de limpieza se muestra a continuación en la figura 2.22.

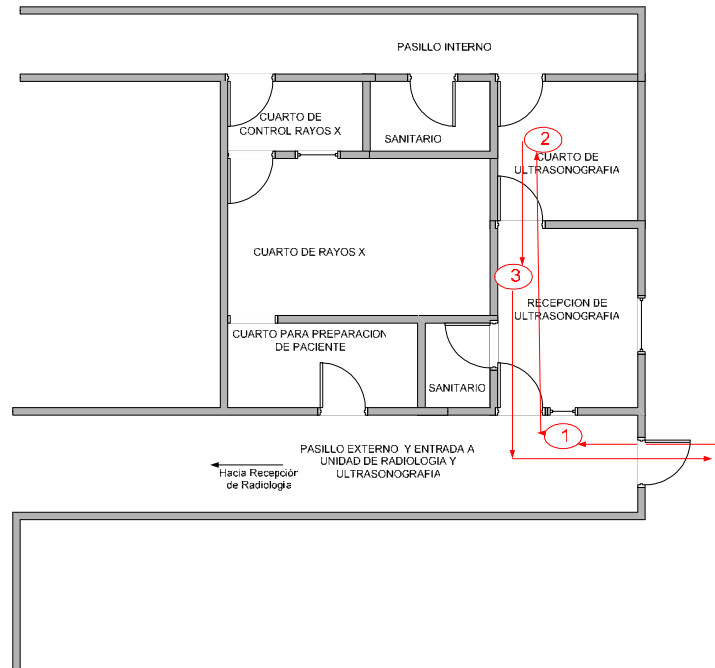


Figura 2.22. Flujo de personal de limpieza.

1. La limpieza es realizada una vez al día de 2:00 pm a 3:00 pm por personal de empresa privada, o cuando hay necesidad.
2. Se realiza la limpieza en todo el departamento, cuarto de ultrasonografía, recepción y sanitario; al mismo tiempo se retira la basura y se colocan bolsas nuevas en los basureros. La basura es clasificada en común y contaminada en bolsas negras y rojas respectivamente.
3. Una vez finalizada la limpieza, la basura se lleva al basurero del hospital.

2.6.1.5 Interrelaciones

Este departamento se relaciona directamente con Consulta Externa, Urgencias, Hospitalización y Quirófanos, ya que desde estos departamentos los pacientes son enviados para que se les practiquen los estudios pertinentes. También se relaciona con el departamento de Radiología cuando en los exámenes radiológicos no se refleja lo esperado por el médico se utiliza el diagnóstico por Ultrasonografía.

2.6.1.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales

Este departamento está ubicado dentro del edificio crítico, que contiene: emergencia, partos, labor de partos, quirófanos para cesáreas, radiología y Ultrasonografía. Es el único edificio de tres plantas dentro del hospital, Ultrasonografía está ubicado en la primera planta.

La Unidad de Ultrasonografía esta ubicada dentro del departamento de Radiodiagnóstico, sin embargo es independiente de este departamento, este tiene su propia recepción y el flujo de pacientes se da a través de esta.

La unidad de Ultrasonografía se encuentra contigua a una de las salas de Rayos X, por lo mismo una buena parte de estas paredes colindantes están plomadas de acuerdo a normas de diseño para las áreas de Radiodiagnóstico. El grosor de las paredes de la Unidad de US es de 0.19 metros, al igual que las de Radiodiagnóstico con la diferencia de que las salas de Rayos X además del grosor de el cemento están plomadas.

La figura 2.23 muestra la distribución arquitectónica de la unidad de Ultrasonografía.

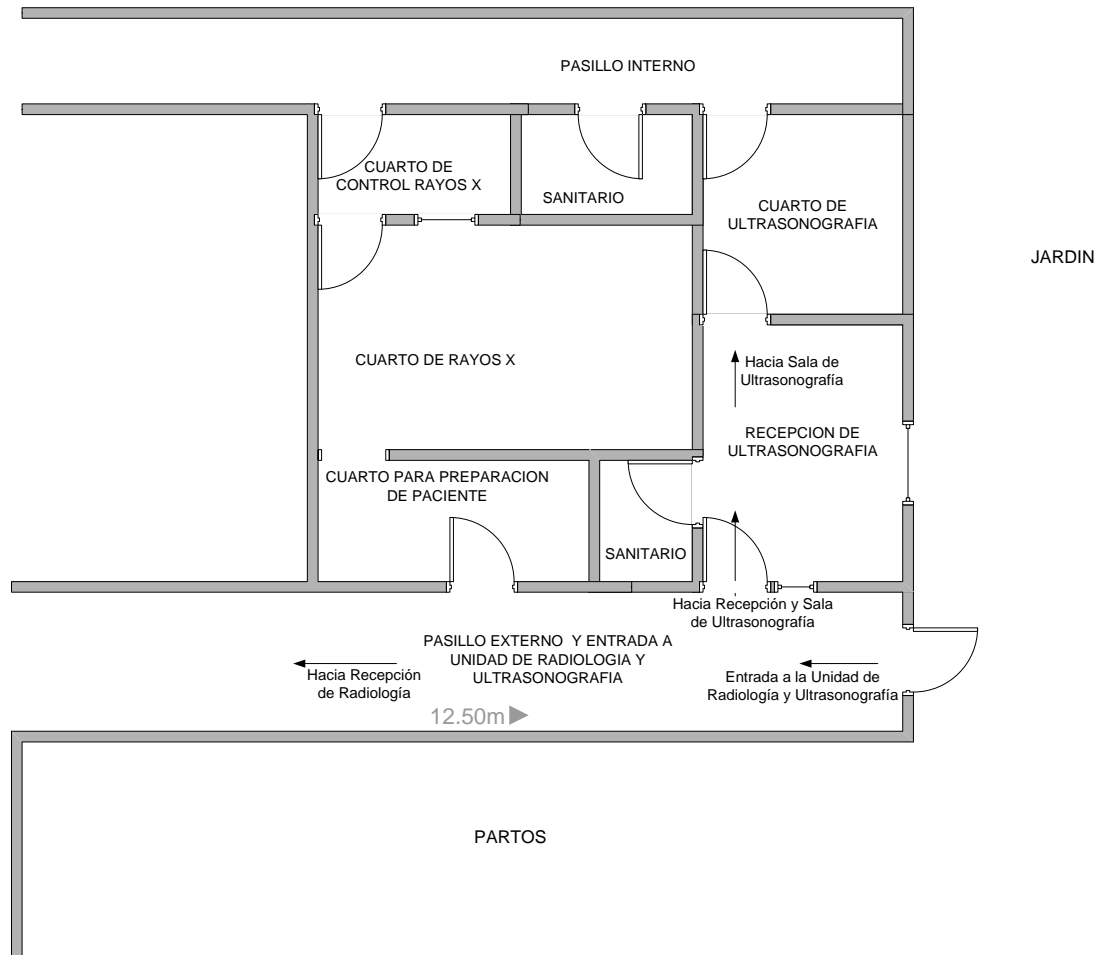


Figura 2.23. Ubicación de la Unidad de Ultrasonografía dentro de la Unidad de Radiología

a) Recepción

Consta de un área de 7.84 metros² de 2.8 x 2.8 metros (largo x ancho).

En recepción hay tres interruptores a 1.20 mts de altura; uno para la iluminación de recepción, otro para la iluminación del cuarto de US y otro para el pasillo exterior al cuarto de US.

El cielo falso es igual que el de la sala de Ultrasonografía, las luminarias son 3x32, funcionan las 3. La puerta que va hacia el pasillo externo se cierra automáticamente.

Todas las puertas son de madera, la que da al pasillo externo tiene un cuadro de vidrio, se abre hacia dentro. El aire acondicionado es tipo Shiller. Como se muestra en la figura 2.24 tanto la entrada de aire frío como el extractor están instalados en el techo.

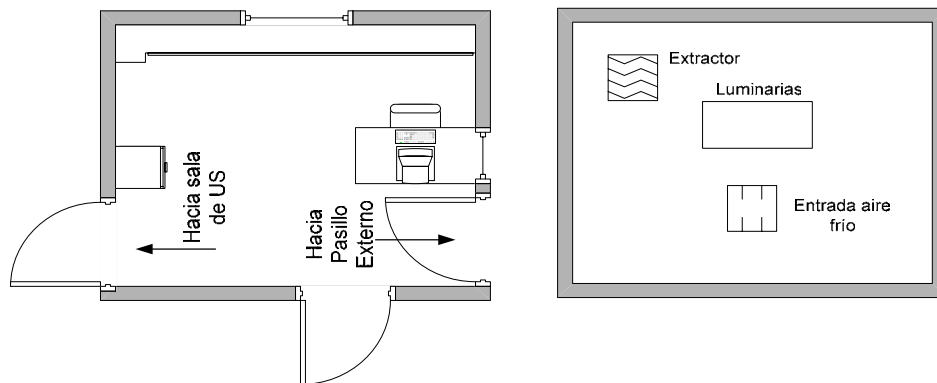


Figura 2.24. Distribución de la Recepción y vista de planta de la ubicación de luminarias y aire acondicionado.

b) Cuarto de Ultrasonografía

Consta de un área de 10.08 metros² de 3.6 x 2.8 metros.

El cuarto de Ultrasonografía tiene 3 tomas de electricidad, 2 a una altura de 0.4 mts. NPT y el otro a 1.20 mts. NPT; tiene 2 interruptores dobles (en ambos puede apagar y encender las luminarias) uno en cada entrada al cuarto de Ultrasonografía.

El techo tiene cielo falso de madera, las luminarias son 3x32, solo funciona 1, ya que no se necesita mucha luz, según jefe de mantenimiento. Se midió con un medidor de luz la cantidad de iluminación la cual resulto ser de 100 lux y la cantidad de ruido dentro de cuarto de Ultrasonografía con ambas puertas cerradas es de 42 dB, medido con un medidor de ruido.

Dentro de la unidad de Ultrasonografía se encuentra un servicio sanitario, este tiene un tamaño de 1.7 x 1.3 metros, se encuentra ubicado tal y como se muestra en la figura 2.23.

En la figura 2.25 se muestra la distribución en el cuarto de Ultrasonografía, la distribución de las luminarias en el techo y de la entrada de aire frío y el extractor para acondicionar el ambiente dentro de la unidad.

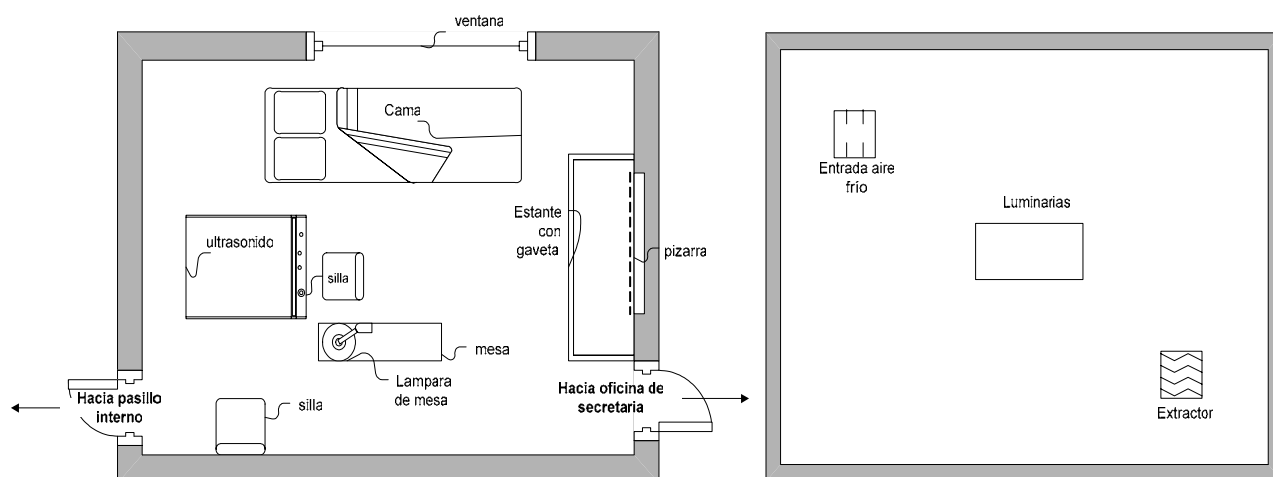


Figura 2.25. Distribución del Cuarto de Ultrasonografía y vista de planta de ubicación de luminarias y aire acondicionado.

2.6.1.7 Carga de Trabajo

A continuación se presenta en la tabla 2.8 la carga de trabajo desde los meses de Abril hasta Diciembre de 2004.

Servicio	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
Medicina Hombre	19	21	16	23	32	19	17	28	18
Medicina Mujeres	18	24	21	23	17	30	20	25	16
Cirugía Hombres	0	5	6	7	5	3	4	7	9
Cirugía Mujeres	2	9	4	3	7	6	5	4	4
Ortopedia Señoras	0	1	0	0	1	2	1	0	0
Ortopedia Hombres	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Ginecología	27	29	17	22	19	15	20	13	21
Maternidad	32	39	37	40	50	39	40	41	46
Labor y Partos	10	19	24	19	23	22	25	15	13
Consulta Externa	69	86	99	79	85	78	77	75	72
Emergencias	145	191	199	260	234	216	237	214	143
Observación	24	23	21	16	24	19	19	16	24
Colposcopia	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Particulares	15	23	26	17	24	17	16	11	15
Pediatría	3	0	3	3	2	1	2	1	1
Cirugía Pediátrica	0	0	0	3	1	2	0	0	3
Neonatos	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Electrocardiografía	2	2	2	4	4	4	6	1	2
ETS/HIV/SIDA	3	2	3	7	2	5	6	0	3
Unidad de Salud	86	77	98	153	109	118	152	113	81
Adolescentes	0	6	5	5	7	6	10	10	6
Medicina Legal	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Jornada	0	0	0	0	0	0	0	6	0
Total Mensual:	455	559	581	686	646	604	659	580	479

Tabla 2.8 Carga de Trabajo del servicio de Ultrasonografía del Hospital Nacional de Sonsonate.

Tomado de Informe Mensual de Trabajo del Servicio de Ultrasonografía durante el año 2004.

2.6.2 Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"

2.6.2.1 Generalidades

El hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, es un hospital que se considera de tercer nivel por estar Especializado en la atención a la salud infantil. La demanda de los servicios de salud dentro del hospital, ha experimentado un crecimiento generado por la atención de pacientes en el primer nivel; así mismo, por el apareamiento de nuevas patologías y el incremento de las existentes, lo cual demanda una mayor asignación y optimización de recursos para ampliar la cobertura de los servicios que se proporcionan a la población infantil.

El hospital Bloom cuenta con un total de 285 camas, distribuidas como se ve en la tabla 2.9.

Número Oficial de camas del Hospital Bloom						
Medicina	Cirugía	Pediatría	Maternidad	Sub-Total	Pensionados	Total
0	0	276	0	276	9	285

Tabla 2.9. Distribución de Camas de Hospital Bloom

2.6.2.2 Organización

El departamento es nombrado como Servicio de Imágenes Médicas. Su organización se muestra en la figura 2.26.

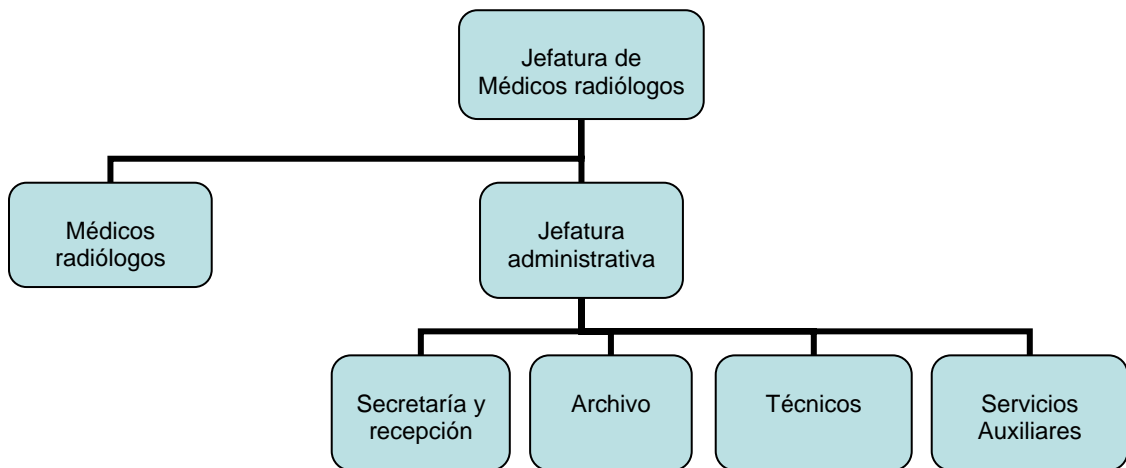


Figura 2.26. Organigrama del Servicio de Imágenes Médicas del Hospital Bloom.

A continuación se describen las funciones de cada uno de los puestos del organigrama de la figura 2.26.

- a) Jefatura de médicos radiólogos: coordina el funcionamiento de los médicos radiólogos y demás personal administrativo por medio del jefe administrativo.
- b) Médicos radiólogos: son los encargados de la toma y lecturas de las ultrasonografías además de las lecturas de las radiografías.
- c) Jefatura administrativo: coordina el funcionamiento de todo el personal administrativo del departamento y se encarga de proveer los insumos para el correcto funcionamiento del departamento.

- d) Secretaría: tienen el cargo de transcribir reportes de lecturas de rayos x y ultrasonografías.
- e) Recepción: coordinan las citas de pacientes para Ultrasonografía y rayos x, reciben al paciente y verifican sus datos el día de la cita.
- f) Archivo: almacenan reportes de rayos x y Ultrasonografía.
- g) Técnicos: se encargan de tomar los exámenes de rayos x.
- h) Servicios auxiliares: proporciona apoyo en la movilización de pacientes y documentación de departamento.

Este servicio trabaja de Lunes a Viernes de 7:00 a.m. a 11:30 a.m. y de 3:00 p.m. a 5:00 p.m., las emergencias se atienden a cualquier hora hasta las 8:00 p.m.

La cita para la toma de la Ultrasonografía se programa de acuerdo a la fecha de la próxima cita para que el examen sea reciente cuando el médico que refiere la vea.

Si el médico responsable considera que es un caso de emergencia debe presentarlo al jefe del servicio para que este lo apruebe y se acelere el proceso para la toma de la Ultrasonografía.

Se atienden niños de 0 a 14 años procedentes del hospital, de los servicios de consulta externa, emergencia, hospitalización; otros establecimientos: Hospitales nacionales, ISRI, Unidades de salud, fundaciones y clínicas privadas.

En la tabla 2.10 se muestran el tipo de ultrasonografías que realizan en este hospital.

Tipos de ultrasonografías que se realizan
Abdomen
Renales
Vesicales
Hígado
Tórax
Miembros

Cuello
Transfontanelares
Pelvis
Testículo
Inguinales
Fémur
Cadera

Tabla 2.10 Tipos de Ultrasonografías que se realizan en el Hospital Bloom

2.6.2.3 Tecnologías utilizadas

El hospital posee tres equipos de Ultrasonografía diagnóstica que se mencionan a continuación:

1. El equipo principal, ya que con él se realizan la mayoría de exámenes. Las características técnicas de este se muestran en la tabla 2.11.

Marca	ACUSON
Modelo	Computed Sonography 128XP/10
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • 4C1 • C7 • 4V2c • V7 • L7 Acuson 7 Needle Guide
Modos de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Modo B • B Color • Doppler color • 2D only • Doppler CW • Doppler PW
Complementos	<ul style="list-style-type: none"> • Video Grabadora VH • Impresor B/N • UPS Liebert UPStation GXT

Tabla 2.11. Característica técnicas del Ultrasonógrafo utilizado en el Hospital Bloom.

2. Equipo que es utilizado como equipo móvil para el lugar donde sea necesario dentro del hospital. Al mismo tiempo, se utiliza como un equipo secundario cuando el equipo principal esta ocupado y se necesita urgentemente un

estudio ultrasonográfico. Sus características técnicas se muestran en la tabla 2.12.

Marca	General Electric
Modelo	RT3200 Advantage-II
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • LP Convexo de 5 MHz • CA Lineal de 7.5 MHz
Modos de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Modo B • Modo B/M • Modo M
Complementos	<ul style="list-style-type: none"> • Impresor Mitsubishi B/N • UPS sin respaldo de batería

Tabla 2.12. Característica técnicas del Ultrasonógrafo móvil utilizado en el Hospital Bloom.

3. Este equipo se encuentra fuera de servicio debido a que los transductores están dañados. La marca y modelo se muestran en la tabla 2.13.

Marca	Siemens
Modelo	Sonoline SL-2

Tabla 2.13. Ultrasonógrafo móvil dañado del Hospital Bloom.

El mantenimiento preventivo y correctivo menor es realizado por el personal del departamento de biomédica del hospital; el correctivo es realizado por empresas externas.

2.6.2.4 Flujos

a) Flujo de pacientes de consulta externa o externos al hospital para sacar cita.

El flujo de paciente dentro del hospital para sacar cita se muestra a continuación en la figura 2.27.

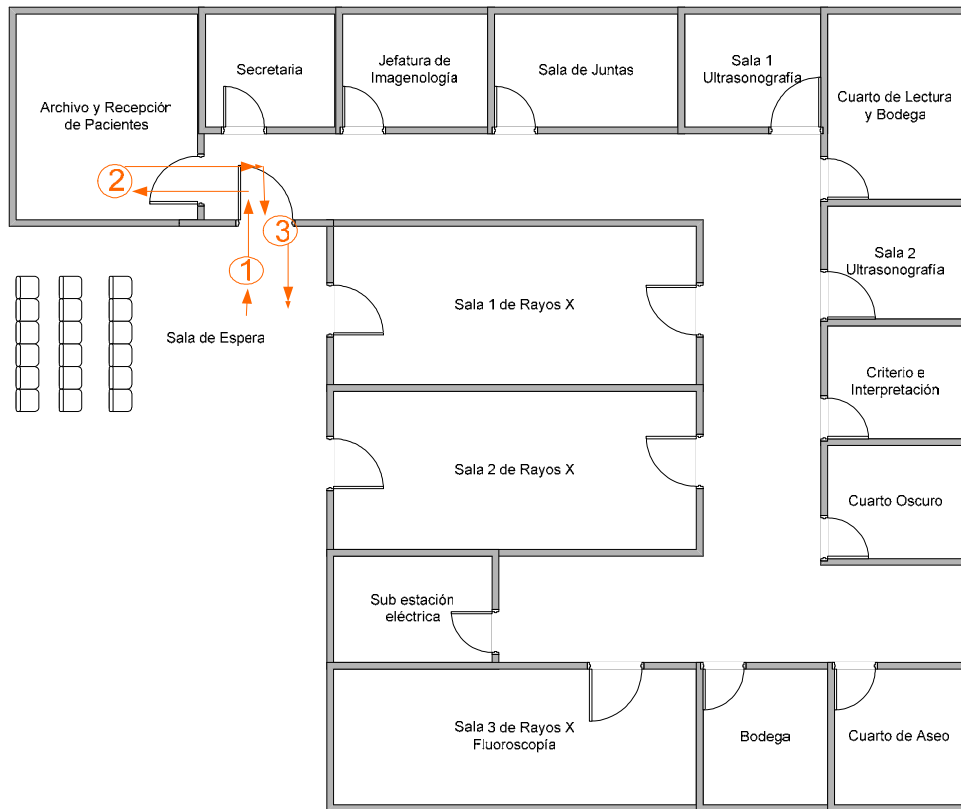


Figura 2.27. Flujo de pacientes (consulta externa o referidos) para sacar cita.

1. El paciente debe cancelar el arancel correspondiente para la toma de la Ultrasonografía.
2. Se presenta a la recepción de rayos x, con el recibo de pago y la orden de referencia, para solicitar cita.
3. La secretaria asigna el día y la hora de la cita de acuerdo a la fecha de su próxima consulta para que el examen sea reciente, se retira del departamento.

b) Flujo de pacientes toma de Ultrasonografía.

El flujo de paciente para toma de Ultrasonografías se muestra a continuación en la figura 2.28.

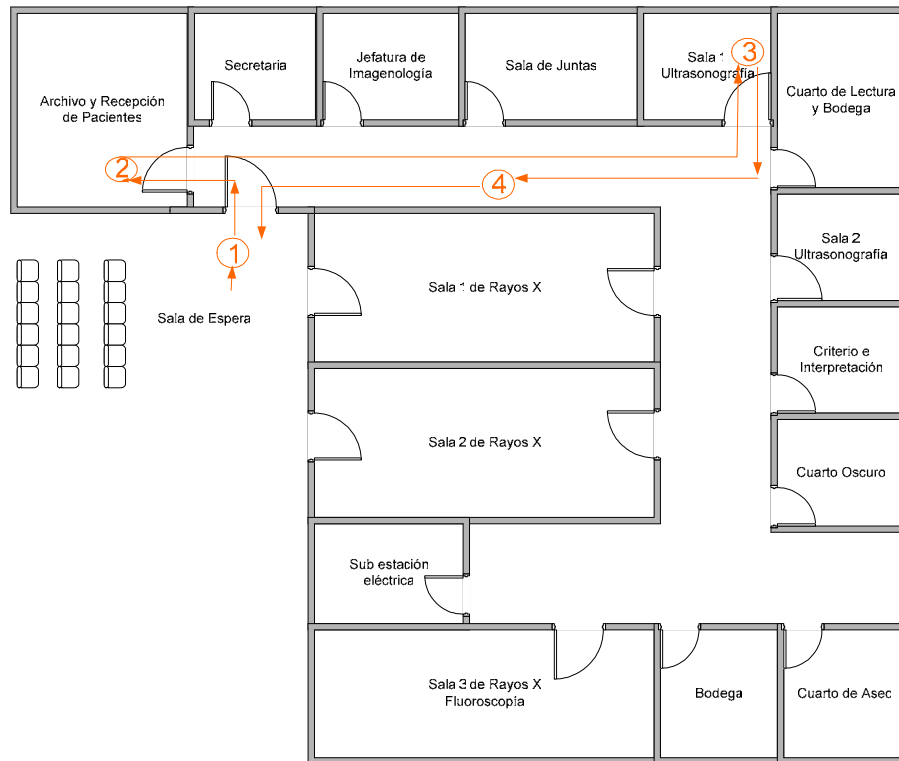


Figura 2.28. Flujo de pacientes toma de Ultrasonografía.

1. El paciente se presenta e día de su cita al departamento de rayos x.
2. Entrega sus documentos en recepción, la secretaria verifica sus datos y le informa que pase a la sala de Ultrasonografía.
3. En la sala de Ultrasonografía el médico toma el examen al paciente. La toma del examen puede ser realizada en la sala 1, normalmente o la sala 2, emergencias.
4. El paciente se retira del departamento. Los resultados del examen se envían a archivo si el paciente procede de consulta externa, a emergencia si procede de emergencia y si es de otro hospital o unidad de salud debe volver otro día a retirar la contestación en recepción.

c) Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento y acompañantes. El flujo de personal médico y paramédico se muestra a continuación en la figura 2.29.

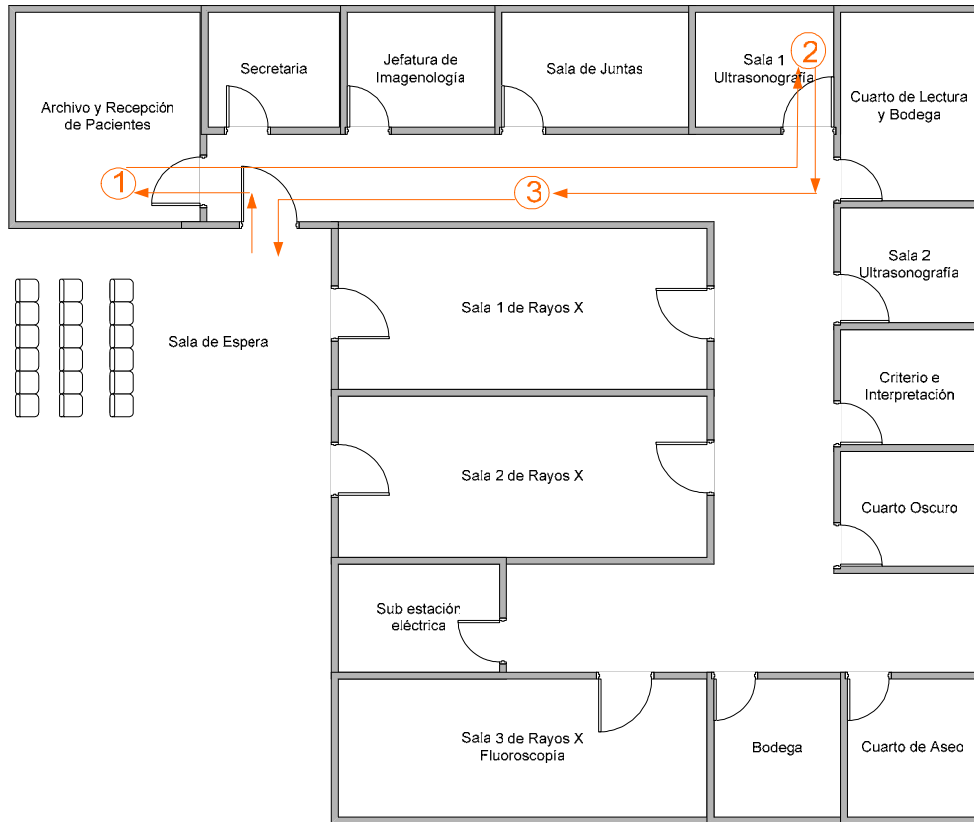


Figura 2.29. Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento y acompañantes.

Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería acompañan a pacientes hospitalizados y acompañantes de los pacientes.

1. Entrega la orden para la toma de la Ultrasonografía en la recepción del departamento. Espera a que el paciente sea llamado por el médico.
2. Cuando el paciente es llamado, es llevado a una de las dos salas de Ultrasonografía para la toma del examen. Ayuda al paciente a acomodarse en la cama para la toma de la Ultrasonografía.
3. Lleva al paciente al servicio donde está hospitalizado.

d) Flujo de personal administrativo del departamento.

El flujo de personal administrativo se muestra a continuación en la figura 2.30.

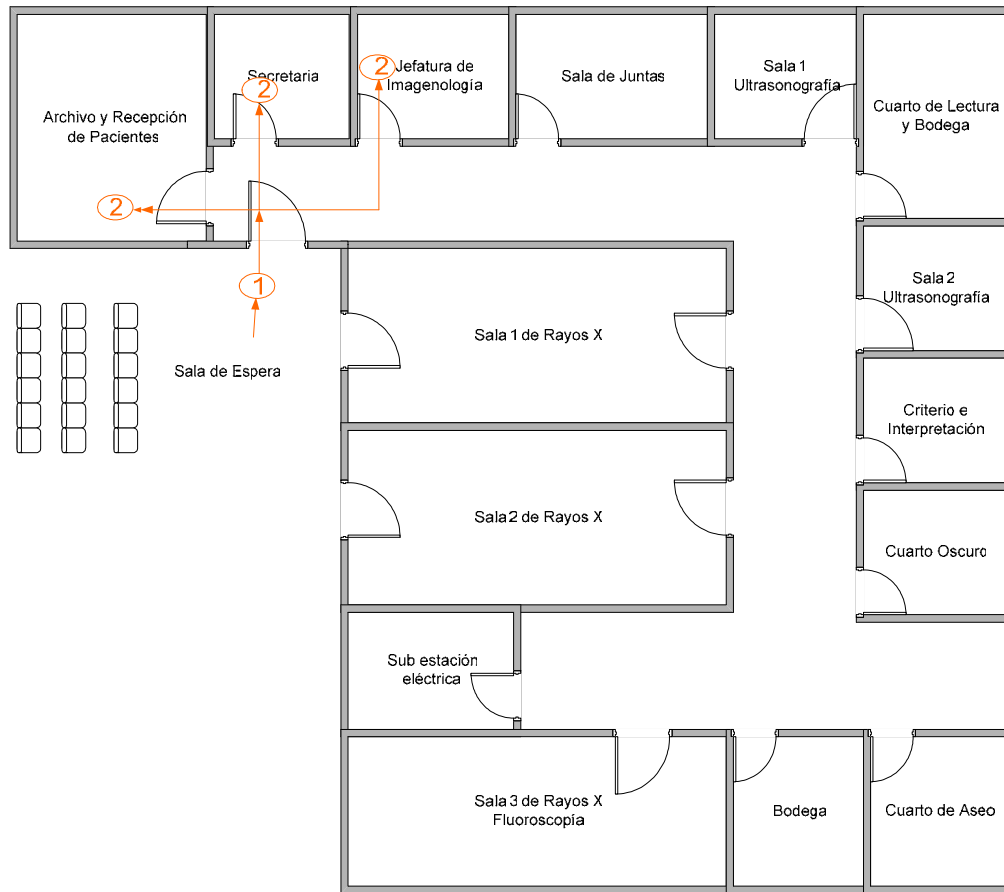


Figura 2.30. Flujo de personal administrativo del departamento.

1. El personal administrativo al iniciar su jornada laboral, llega al servicio de rayos x.
2. Cada uno se traslada a su puesto de trabajo para iniciar sus labores, al finalizar su jornada laboral se retiran del departamento.

e) Flujo de médicos ultrasonografistas.

El flujo de médicos ultrasonografistas se muestra a continuación en la figura 2.31.

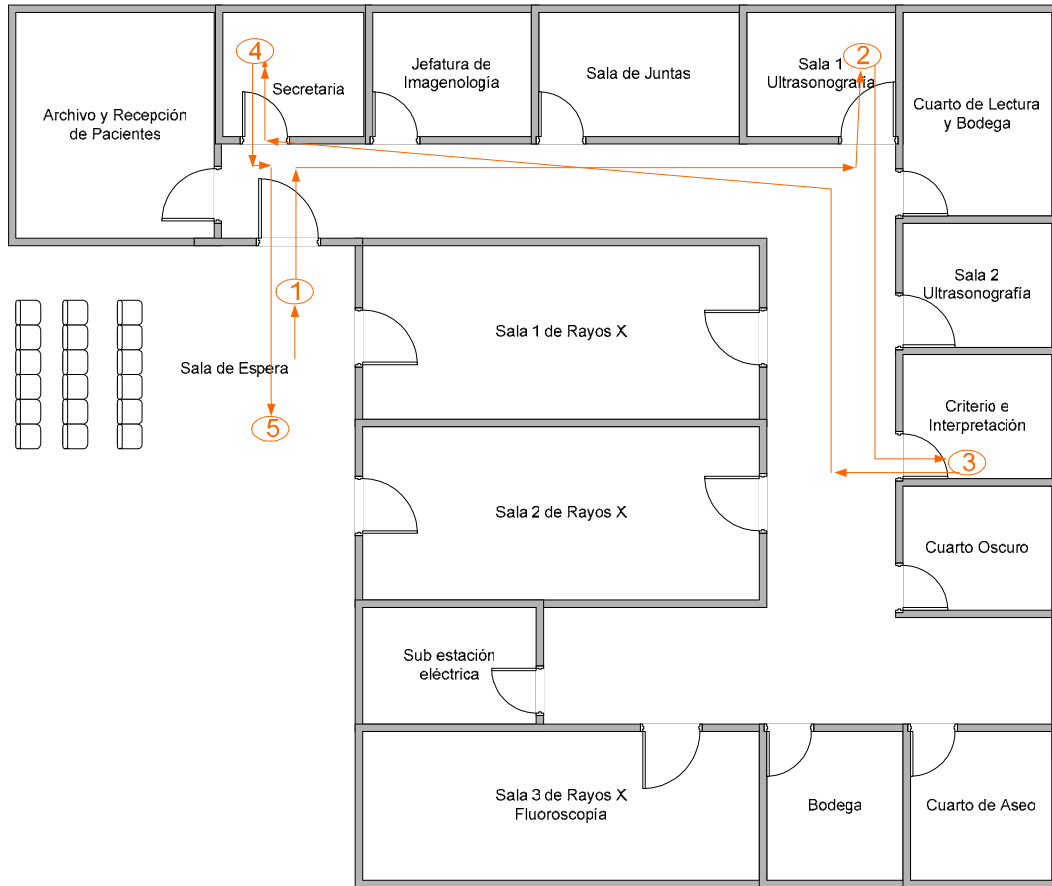


Figura 2.31. Flujo de médicos ultrasonografistas.

1. El médico llega según su horario de trabajo al departamento de rayos x.
2. Pasa hasta la sala de Ultrasonografía, donde realiza la toma de las ultrasonografías.
3. Cuando ha finalizado la toma de las ultrasonografías, pasa al cuarto de criterio e interpretación para hacer las lecturas de los exámenes.
4. Al finalizar las lecturas, se las entrega a la secretaria para que lo transcriba, firma y revisa las del día anterior.
5. Se retira del servicio al finalizar su jornada laboral.

f) Flujo de técnicos de mantenimiento.

El flujo de técnicos de mantenimiento se muestra a continuación en la figura 2.32.

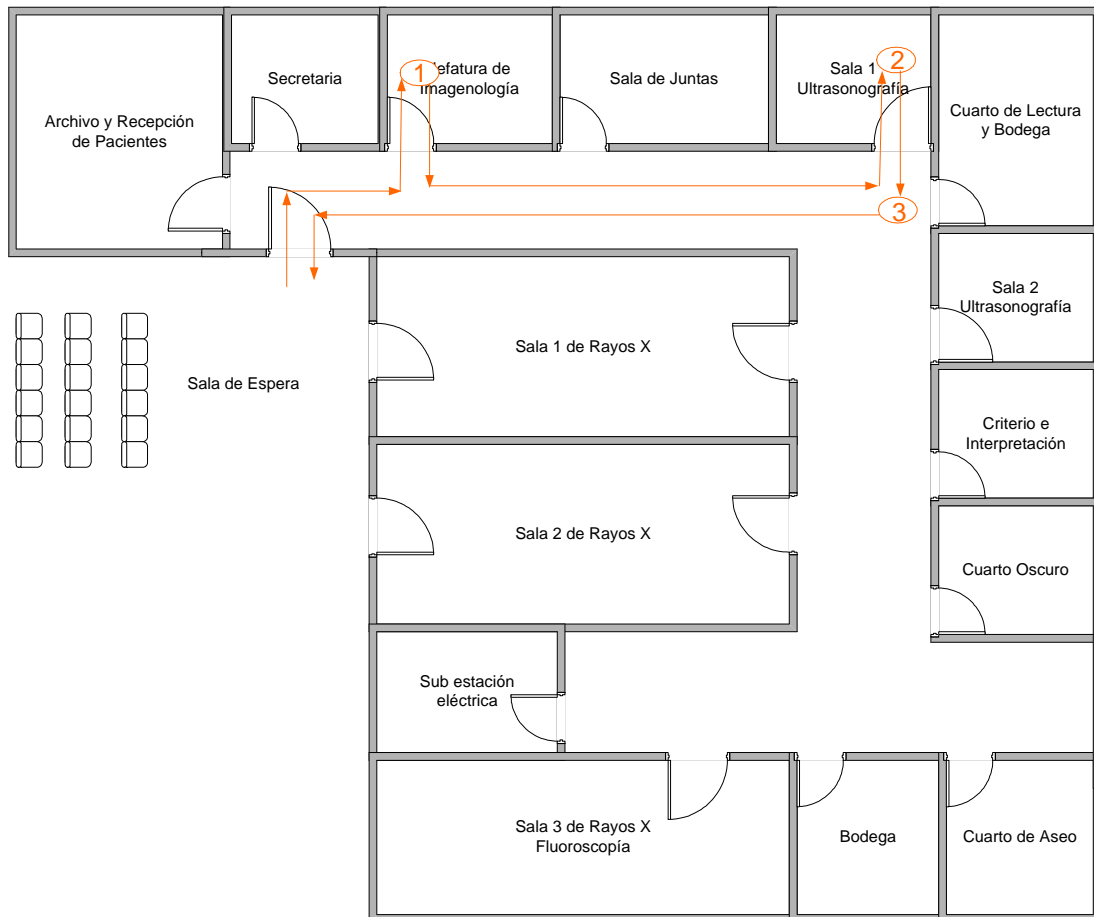


Figura 2.32. Flujo de técnicos de mantenimiento.

1. Los técnicos de mantenimiento, se presentan en la jefatura de imagenología para verificar la disponibilidad del equipo para realizar el mantenimiento.
2. Si el equipo esta disponible, se trasladan hasta la sala de Ultrasonografía y realizan el mantenimiento al equipo.
3. Al finalizar el mantenimiento del equipo solicitan la aprobación del trabajo y se retiran del departamento.

g) Flujo de insumos (papel toalla, papel fotográfico para impresión, gel, etc.).
 El flujo de insumos se muestra a continuación en la figura 2.33.

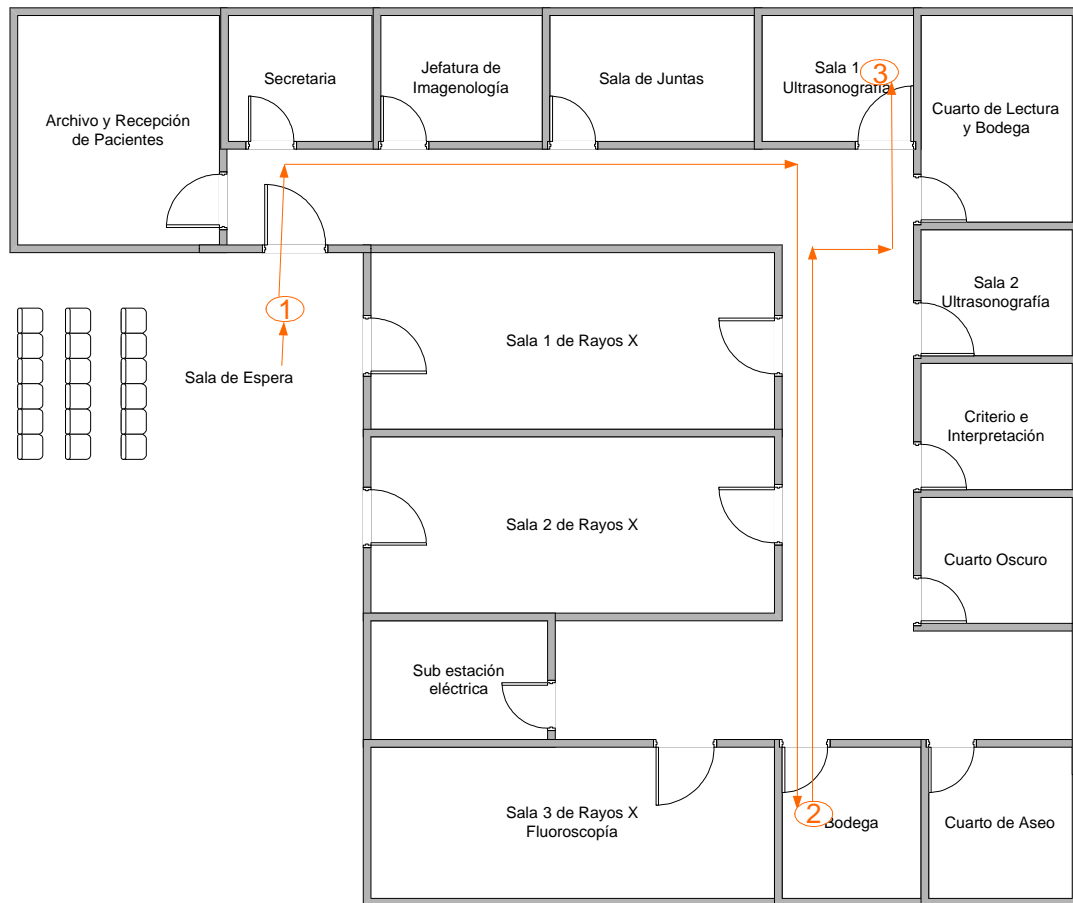


Figura 2.33. Flujo de insumos.

1. La jefe de servicios administrativos en coordinación con el jefe de técnicos y el jefe del departamento es la encargada de llevar el control de los insumos en el departamento y de llenar la solicitud de los mismos, esta solicitud debe ser firmada por el jefe del servicio. Es llevada a almacén para ser cumplida.
2. Lleva los insumos solicitados al departamento de Ultrasonografía y los almacena en la bodega. Generalmente se solicita cada mes o cada quince días según la demanda del departamento.
3. La existencia de insumos es verificada diariamente por la jefe de servicios administrativos y son entregados al servicio de Ultrasonografía según su

necesidad y descargados por medio de vales; llevando un inventario y control de los mismos.

h) Flujo de ropa.

El flujo de ropa dentro del departamento de ultrasonografía se muestra a continuación en la figura 2.34.

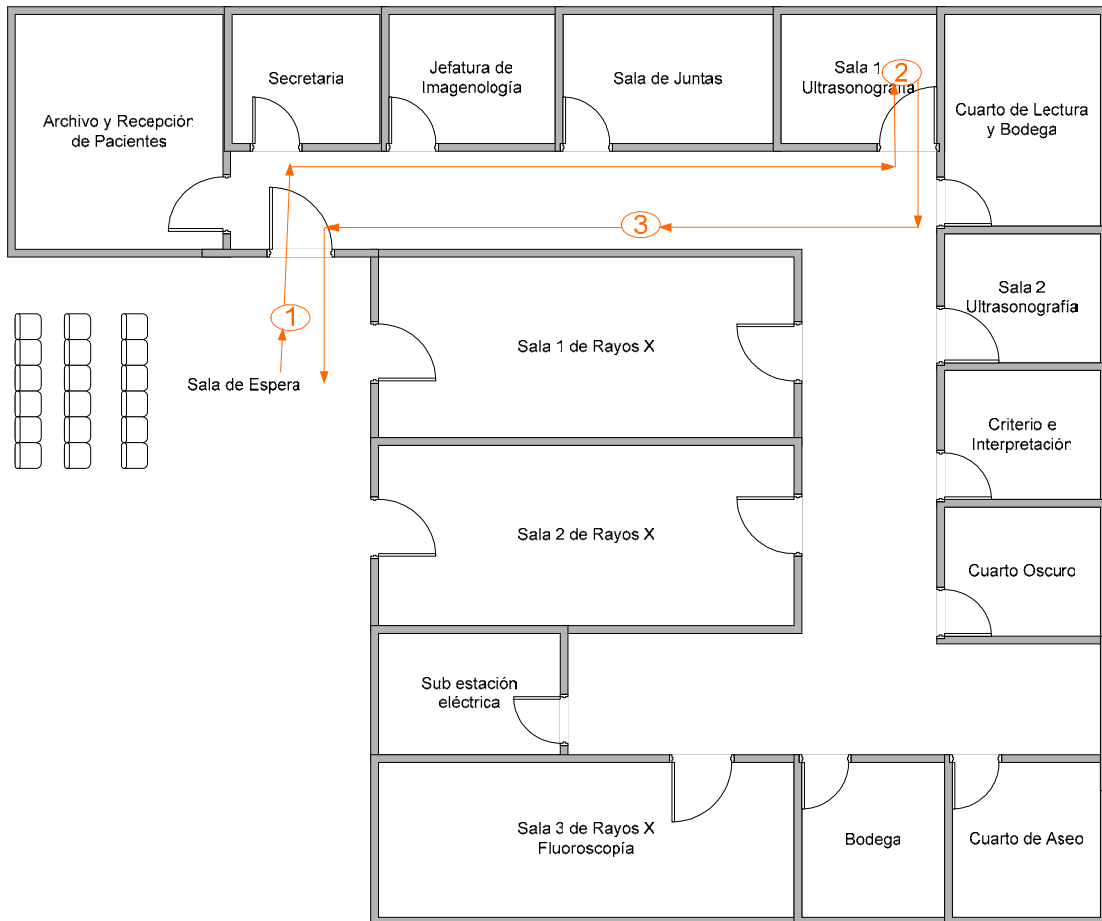


Figura 2.34. Flujo de ropa.

1. Una auxiliar de servicio es la encargada de suministrar ropa limpia, sábanas y batas, al departamento de Ultrasonografía provenientes de lavandería.
2. La auxiliar de servicio se encarga de cambiar las sábanas sucias por limpias de la cama y de recoger las batas sucias.

3. Esta ropa sucia es llevada a lavandería para su proceso de limpieza.

i) Flujo de personal de limpieza.

El flujo de personal de limpieza se muestra a continuación en la figura 2.35.

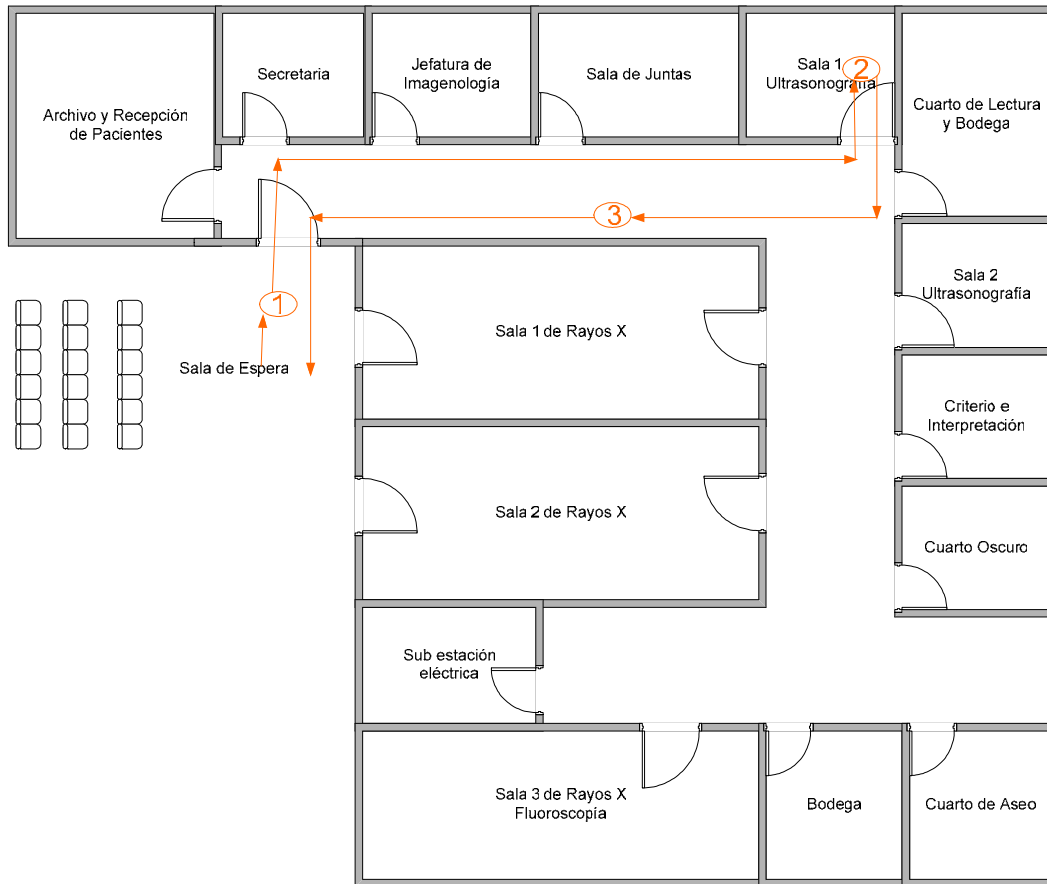


Figura 2.35. Flujo del personal de limpieza.

1. La limpieza es realizada una vez al día por personal de empresa privada, o cuando hay necesidad.
2. Se realiza la limpieza en todo el departamento, al mismo tiempo de retira la basura y se colocan bolsas nuevas en los basureros. La basura es clasificada en común y contaminada en bolsas negras y rojas respectivamente.
3. Una vez finalizada la limpieza, la basura se lleva al basurero del hospital.

2.6.2.5 Interrelaciones

El departamento de Ultrasonografía tiene relación con los departamentos de consulta externa, emergencia, hospitalización. Otro departamento con el que se relaciona es archivo clínico, ya que el resultado de los exámenes de pacientes de consulta externa es llevado hacia archivo clínico.

2.6.2.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales

El servicio esta ubicado en la primera planta o primer nivel, dentro del departamento de rayos x, edificio E.

El Servicio de Ultrasonografía se encuentra integrado a Radiodiagnóstico. Tienen 3 Ultrasonógrafos, dos que son utilizados como equipos móviles (Sala No. 2) y otro que esta ubicado en un cuarto acondicionado al ambiente necesario para el equipo (Sala No. 1).

El piso es loseta de vinil y el aire acondicionado en la Sala 1, es un Aire acondicionado tipo de ventana mientras que para la sala 2 se utiliza el Shiller.

En la figura 2.36 se muestra como se encuentra distribuido el departamento de Radiodiagnóstico en el Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom.

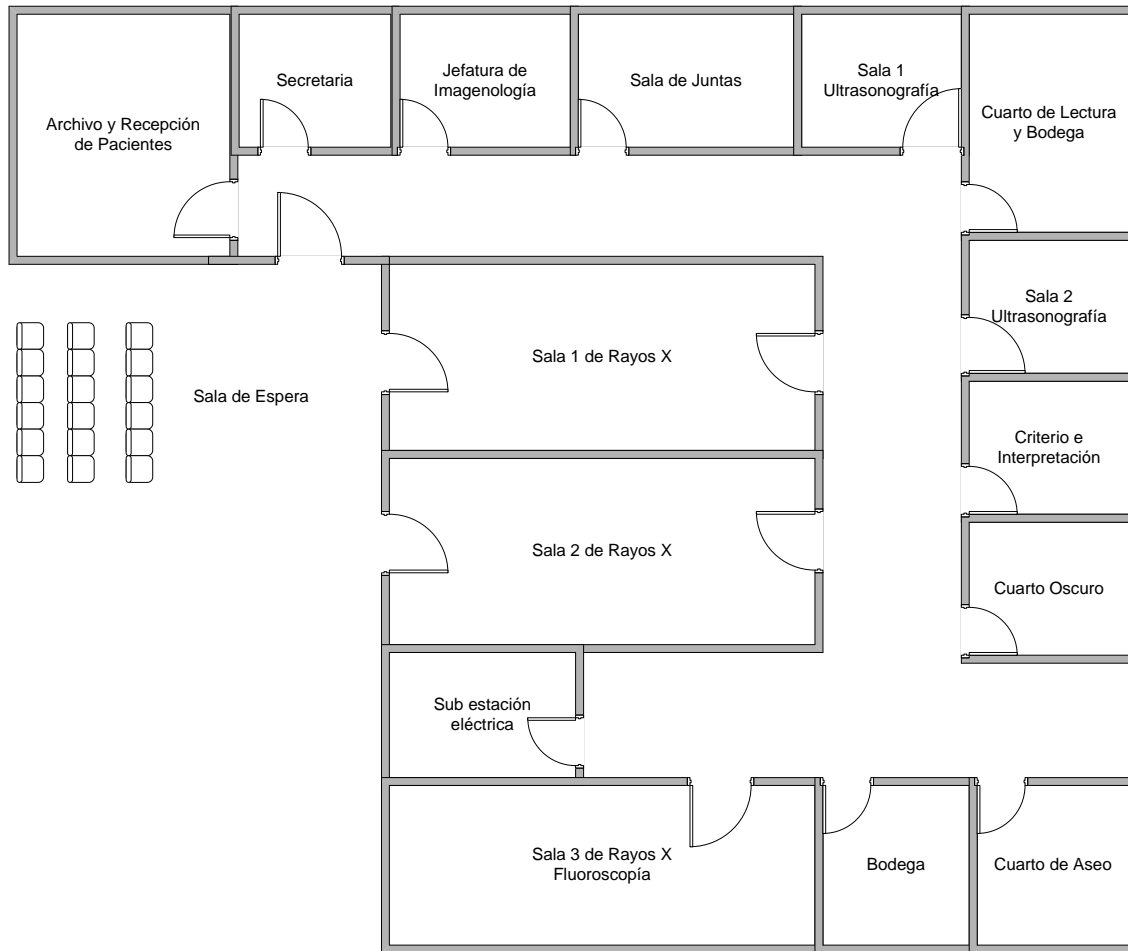


Figura 2.36. Distribución de la Unidad de Radiodiagnóstico en el HNNBB

a) Sala de Ultrasonografía No. 1

Este local cuenta con luminarias de 4x40 pero solo se utilizan 2, por lo mismo la cantidad de luz medida en esta sala es de 100 lux a nivel del teclado del equipo. El ruido en esta sala fue de 40dB con la puerta cerrada. El piso es de vinil 30x30 lavable.

El equipo marca ACUSON que se encuentra en esta sala es muy robusto y genera gran cantidad de calor, por lo que es necesario tener el cuarto a una cierta temperatura para que el equipo pueda trabajar en buenas condiciones. El cuarto

tiene instalado un aire acondicionado de ventana para este fin y el cielo falso esta hecho de fibra de vidrio, el cual es contra incendios.

Tiene 3 tomacorrientes a una altura del piso de 30cms NPT de tipo grado hospitalario, y el tomacorriente al cual esta conectado el equipo se encuentra acoplado al sistema de emergencia del hospital. En la figura 2.37 se muestra como esta distribuido la sala No. 1 de Ultrasonografía.

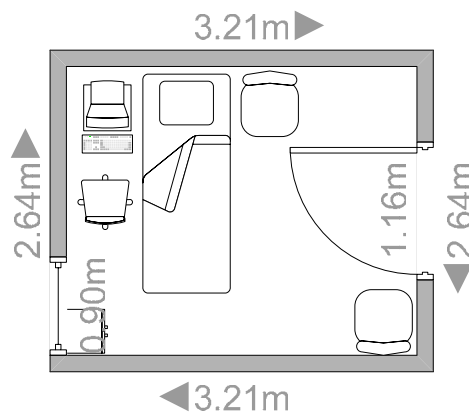


Figura 2.37. Vista de planta de distribución de la Sala de Ultrasonografía No. 1

b) Sala de Ultrasonografía No. 2

En esta se guardan los equipos móviles de Ultrasonografía, estos son mas sencillos que el que se encuentra en la sala No. 1. Sin embargo cuando la carga de trabajo diaria es grande, se utiliza este cuarto para examinar a pacientes que llegan a su cita para la toma de algún estudio. Igual que en el cuarto de US, tiene 2 luminarias de 4x40, las cuales generan 125 lux a nivel del monitor del equipo. El local no posee aire acondicionado, se aprovecha el flujo de aire acondicionado de Rx. El piso es de vinil 30x30 lavable al igual que la sala No. 1. La cantidad de ruido medido en la sala 2 fue de 46 dB. La figura 2.38 muestra la distribución en la sala No. 2 y la figura 2.39 muestra la ubicación de las luminarias y de la extracción de aire.

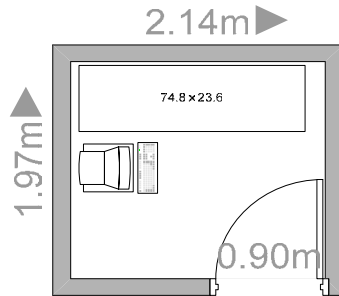


Figura 2.38. Vista de planta de distribución de la Sala de Ultrasonografía No. 2

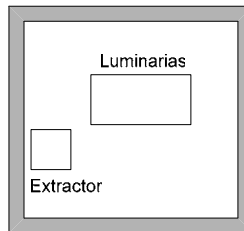


Figura 2.39. Vista de planta de ubicación de luminarias y extracción de aire.

2.6.2.7 Carga de Trabajo

La carga de trabajo mensual del servicio de ultrasonografía durante un año se muestra en la tabla 2.14.

Mes	Cantidad de Estudios
Enero	436
Febrero	394
Marzo	435
Abril	376
Mayo	434
Junio	422
Julio	481
Agosto	439
Septiembre	494
Octubre	535

Noviembre	517
Diciembre	494
Total Anual:	5457

Tabla 2.14 Carga de trabajo del Servicio de Ultrasonografía del Hospital Bloom.

Tomado de Informe Mensual de Trabajo del Servicio de Ultrasonografía durante el año 2004.

2.6.3 Hospital Nacional de Maternidad “Dr. Raúl Argüello Escolán”

2.6.3.1 Generalidades

El Hospital Nacional de Maternidad “Dr. Raúl Argüello Escolán” es el único hospital especializado en salud reproductiva, de un total de treinta hospitales nacionales. Está ubicado en el Barrio Distrito Comercial Central y Calle Arce, San Salvador.

Por ser un hospital especializado, se considera un hospital de tercer nivel de atención en salud, promueve los servicios de control prenatal, parto, lactancia materna, puerperio y planificación familiar. En este se atiende la demanda de partos y la atención externa y hospitalaria especializada para la detección y tratamiento del cáncer cérvico-uterino y de mama.

En este hospital se atienden principalmente mujeres, sin embargo se realizan unas pocas vasectomías. El personal del hospital trata de dar prioridad a las pacientes que llegan a punto de dar a luz o emergencias; las pacientes que luego de ser evaluadas se determina que pueden ser atendidas en otro centro asistencial, son referidas al Hospital de San Bartolo y el Hospital Zacamil.

El hospital de Maternidad, cuenta con un total de 283 camas, divididas como se muestra en la tabla 2.15:

Número Oficial de camas del Hospital Nacional de Maternidad						
Medicina	Cirugía	Pediatría	Maternidad	Sub-Total	Pensionados	Total
0	0	59	224	283	0	283

Tabla 2.15 Distribución de camas en el Hospital N. de Maternidad

2.6.3.2 Organización

La organización del departamento es la que se muestra en la figura 2.40.

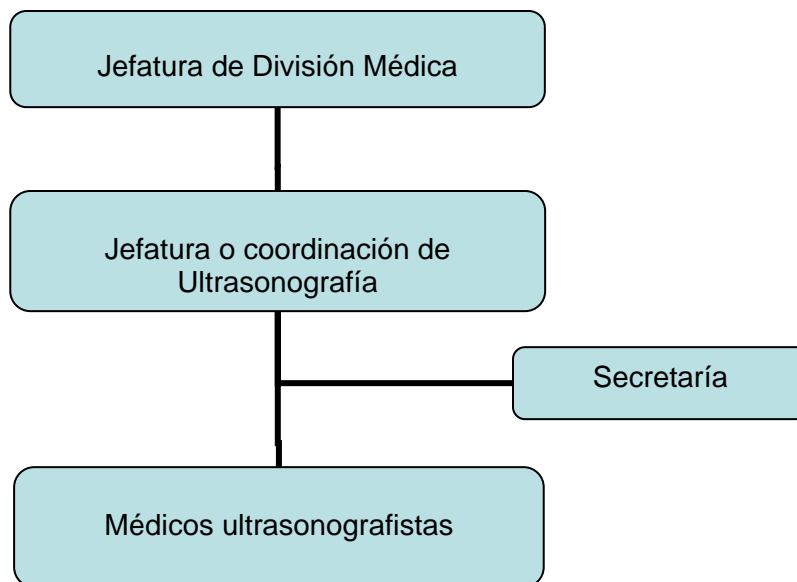


Figura 2.40 Organigrama del Departamento de Ultrasonografía del Hospital Nacional de Maternidad

En este caso el departamento es independiente de rayos x, a continuación se describen las funciones de cada uno los puesto del organigrama de la figura 2.40.

- a) Jefatura o coordinación de ultrasonografía: tiene la función de coordinar el funcionamiento del departamento.
- b) Médicos ultrasonografistas: son los responsables de la toma de los exámenes y lectura de los mismos.
- c) Secretaría: ayuda al médico ultrasonografista a anotar los resultados del examen, además de programar las citas y recibir al paciente el día de la cita y proveer de los insumos necesarios para la toma del examen.

El horario de atención es de lunes a viernes de 7 a.m. a 3 p.m. y sábados de 7:30 a.m. a 9:30 a.m. ultrasonografías de emergencia, clasificadas según diagnóstico del

médico (problemas en el embarazo), se atiende en este horario a personas citadas e ingresadas. A las 7 a.m. en el servicio de ultrasonografía ubicado en el edificio del hospital solo se atienden pacientes hospitalizados.

Se realizan ultrasonografías ginecológicas y obstétricas, mamas y foliculométricas; para pacientes de sexo femenino, del hospital, otros hospitales y unidades de salud públicos y pacientes privados. Además de procedimientos como: histerosonografía (solo pacientes con diagnóstico de pólipos endometriales), foliculometrias (pacientes que están en el ciclo de ovulación para ver en que periodo pueden quedar embarazadas), amniocentesis, amniocentesis y cordocentesis.

2.6.3.3 Tecnologías utilizadas

El hospital posee tres equipos para la toma de ultrasonografías:

1. Para el primer equipo presenta las características en la tabla 2.16.

Marca	Siemens
Modelo	Sonoline Adara
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • 3.5C40S Transversal • Transductor Endovaginal
Complementos	<ul style="list-style-type: none"> • Impresora B/N/Color • Disquetera Monitor de televisión con salida de video desde el equipo, para que el paciente pueda observar el diagnóstico. • UPS Masterboard con soporte de batería

Tabla 2.16. Características técnicas del ultrasonógrafo del Hospital de Maternidad ubicado en Consulta Externa.

2. Para el siguiente equipo se muestran las características en la tabla 2.17.

Marca	Siemens
Modelo	Sonoline SL-1

Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • Endo vaginal • Plano de 7.5 MHz
Complementos	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor de 8 pulgadas. • Regulador de voltaje sin soporte de batería. • Impresor B/N • Negatoscopio de 2 cuerpos

Tabla 2.17. Características técnicas del ultrasonógrafo del Hospital de Maternidad ubicado en consulta externa.

3. Para el equipo de emergencias las características se muestran en la tabla 2.18.

Marca	Siemens
Modelo	Sonoline SI-250
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • Modo M • Modo B • Modo B Duplex
Complementos	Mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> • Plano de 3.5 MHz / Ø 15 • Convexo 5 MHz / Ø 10 Electrónicos: <ul style="list-style-type: none"> • Endo vaginal

Tabla 2.18. Características técnicas del ultrasonógrafo del Hospital de Maternidad ubicado en emergencias.

2.6.3.4 Flujos

a) Flujo de pacientes para la toma de Ultrasonografía

El flujo de pacientes para la toma de ultrasonografía se muestra a continuación en la figura 2.41.

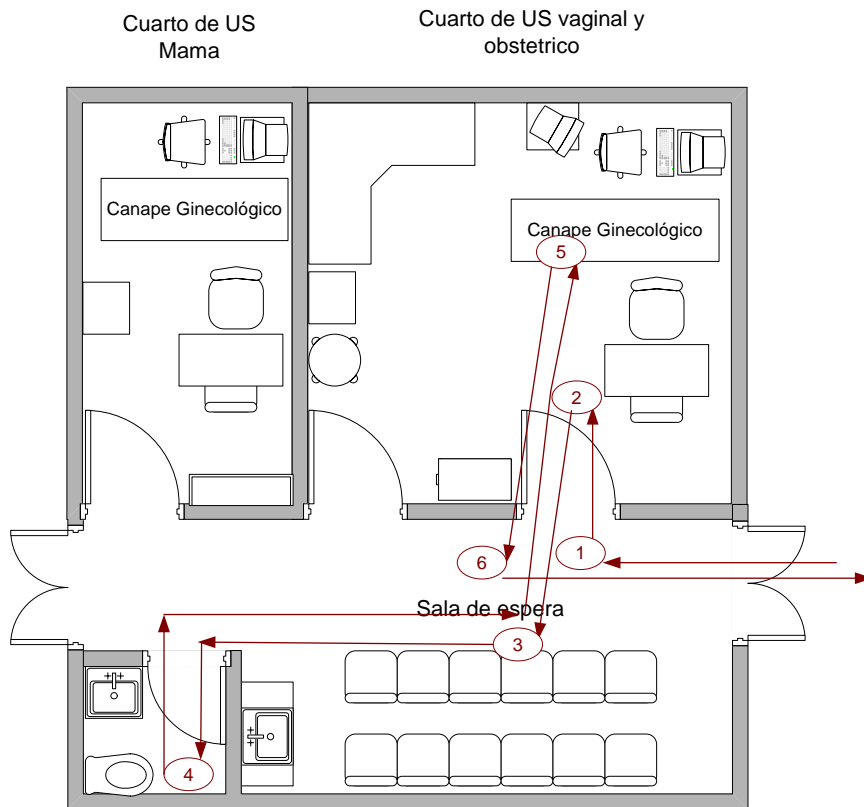


Figura 2.41. Flujo de pacientes para la toma de Ultrasonografía

1. La paciente el día de su cita, va a trabajo social, luego pasa a colecturía a pagar el arancel correspondiente.
2. La paciente según el tipo de examen a practicar, entrega la orden y el recibo de pago a la secretaria del Ultrasonografía correspondiente, quien verifica los datos.
3. La paciente pasa a la sala de espera mientras es llamado.
4. Cuando la secretaria se lo indica, pasa al sanitario a colocarse una gabacha.
5. Pasa a la sala de Ultrasonografía para la toma del examen.

6. Espera a que la secretaria entregue los resultados y se los lleva al médico que la refirió.

b) Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

El flujo de personal médico y paramédico se muestra a continuación en la figura 2.42.

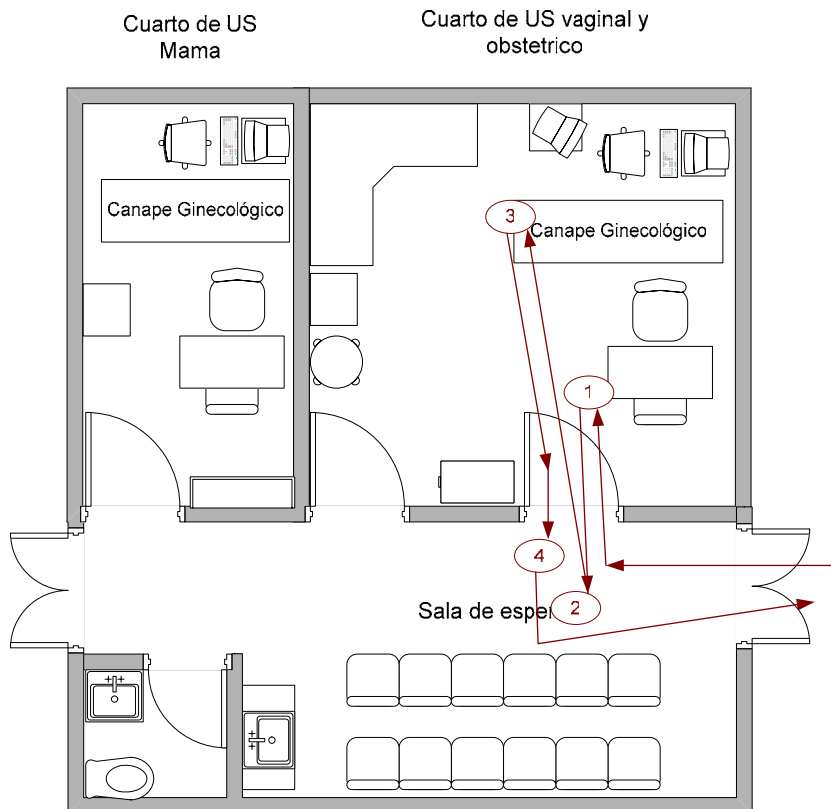


Figura 2.42. Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería acompañan a pacientes hospitalizados.

1. Entrega la orden a la secretaria según al examen a practicar.
2. Espera a que el paciente sea llamado por el médico o la secretaria.
3. Cuando el paciente es llamado, es llevado al cuarto de Ultrasonografía para la toma del examen. Ayuda al paciente a acomodarse en la cama para la toma de la Ultrasonografía.
4. Lleva al paciente al servicio donde está hospitalizado.

c) Flujo de secretarias del departamento

El flujo de secretarias del departamento se muestra a continuación en la figura 2.43.

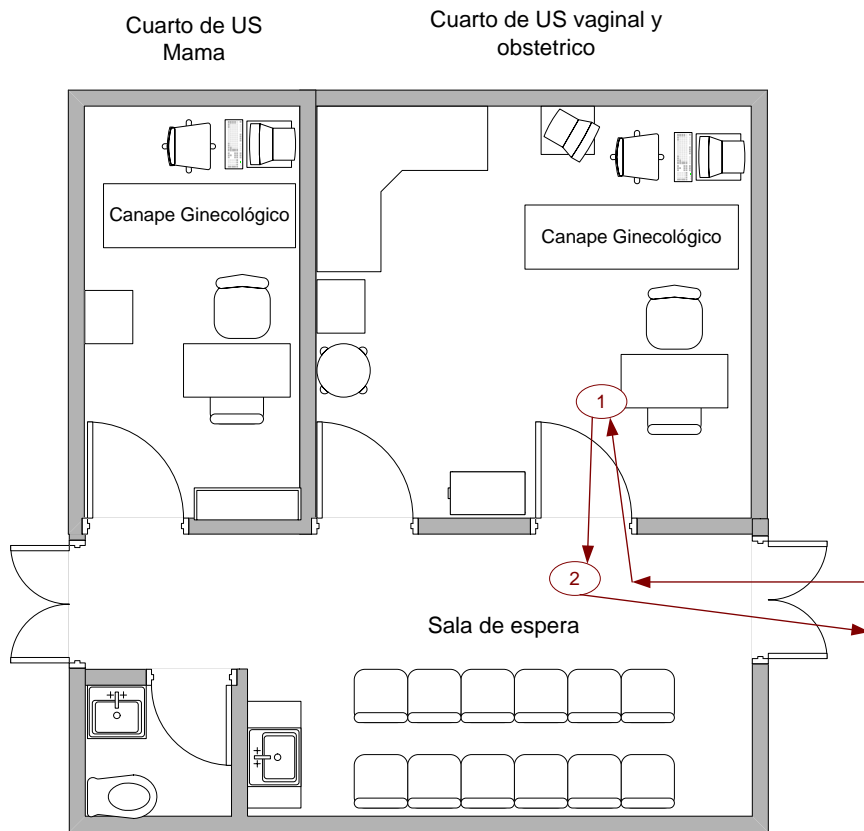


Figura 2.43. Flujo de secretarias del departamento

1. La secretaria al iniciar su jornada laboral, llega al servicio de Ultrasonografía, a alguno de los tres consultorios, según su programación de trabajo, ya que son tres secretarias que se rotan semanalmente. La secretaria esta presente durante el examen para tomar nota de la lectura que hace el medico de la Ultrasonografía.
2. Finalizada su jornada laboral se retira del departamento.

d) Flujo de médicos ultrasonografistas.

El flujo de médicos ultrasonografistas se muestra a continuación en la figura 2.44.

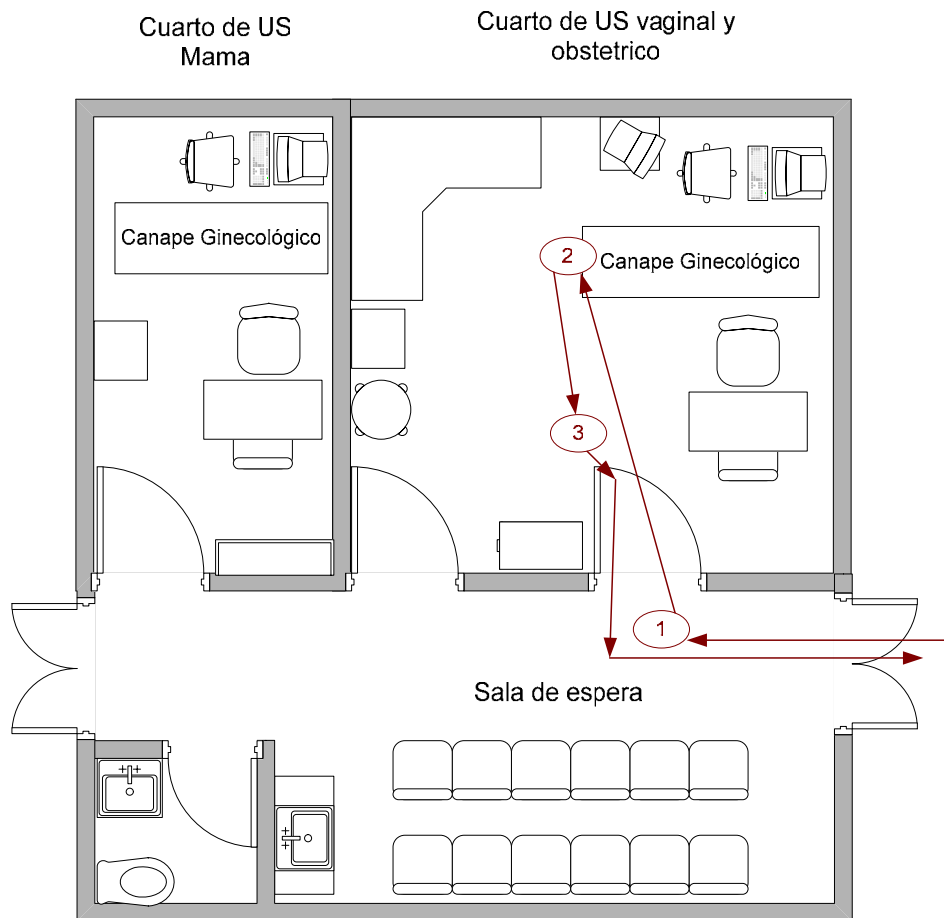


Figura 2.44. Flujo de médicos ultrasonografistas

1. El médico llega según su horario de trabajo al departamento hasta el cuarto de Ultrasonografía, donde realiza la toma y lectura de las ultrasonografías.
2. Al mismo tiempo que toma el examen lo va interpretando y dictando a la secretaria.
3. Continúa tomando las ultrasonografías hasta que finaliza su jornada laboral en el servicio.

f) Técnicos de mantenimiento.

El flujo de técnicos de mantenimiento se muestra a continuación en la figura 2.45.

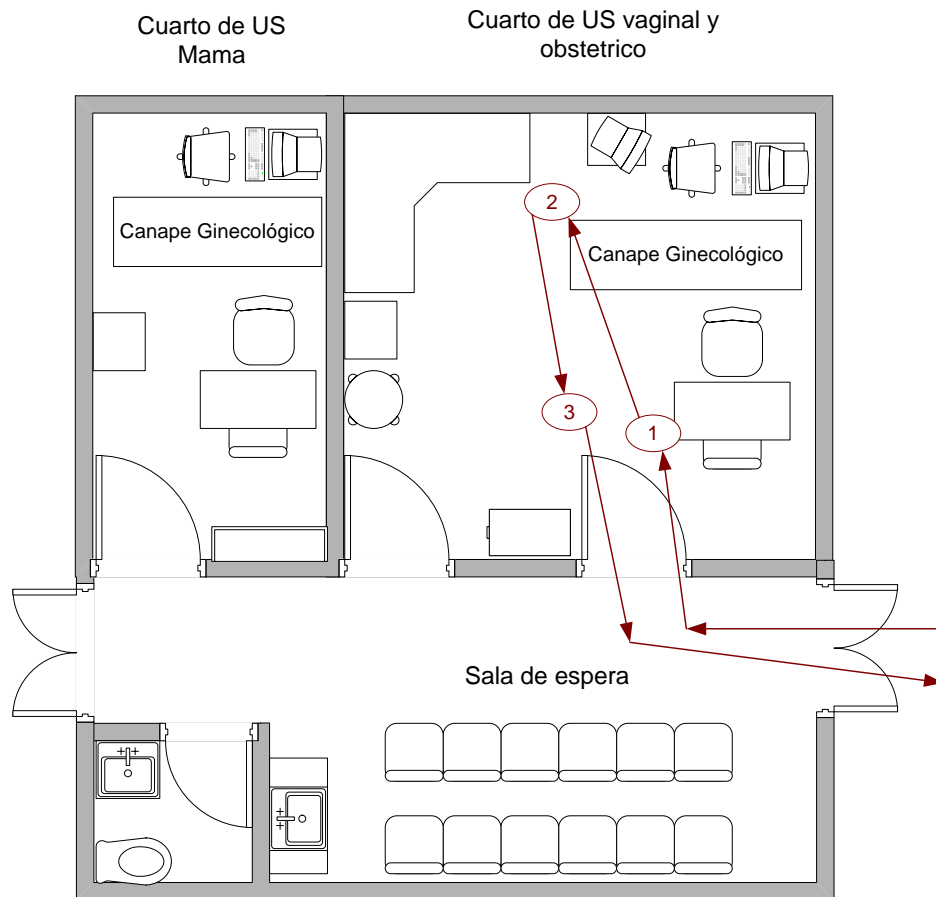


Figura 2.45. Flujo de técnicos de mantenimiento.

1. Los técnicos de mantenimiento, verifican con la secretaria la disponibilidad del equipo para realizar el mantenimiento.
2. Si el equipo esta disponible, realizan el mantenimiento.
3. Al finalizar el mantenimiento del equipo solicitan la aprobación del trabajo y se retiran del departamento.

g) Flujo de insumos (papel toalla, papel fotográfico para impresión, gel, etc.)
El flujo de insumos se muestra a continuación en la figura 2.46.

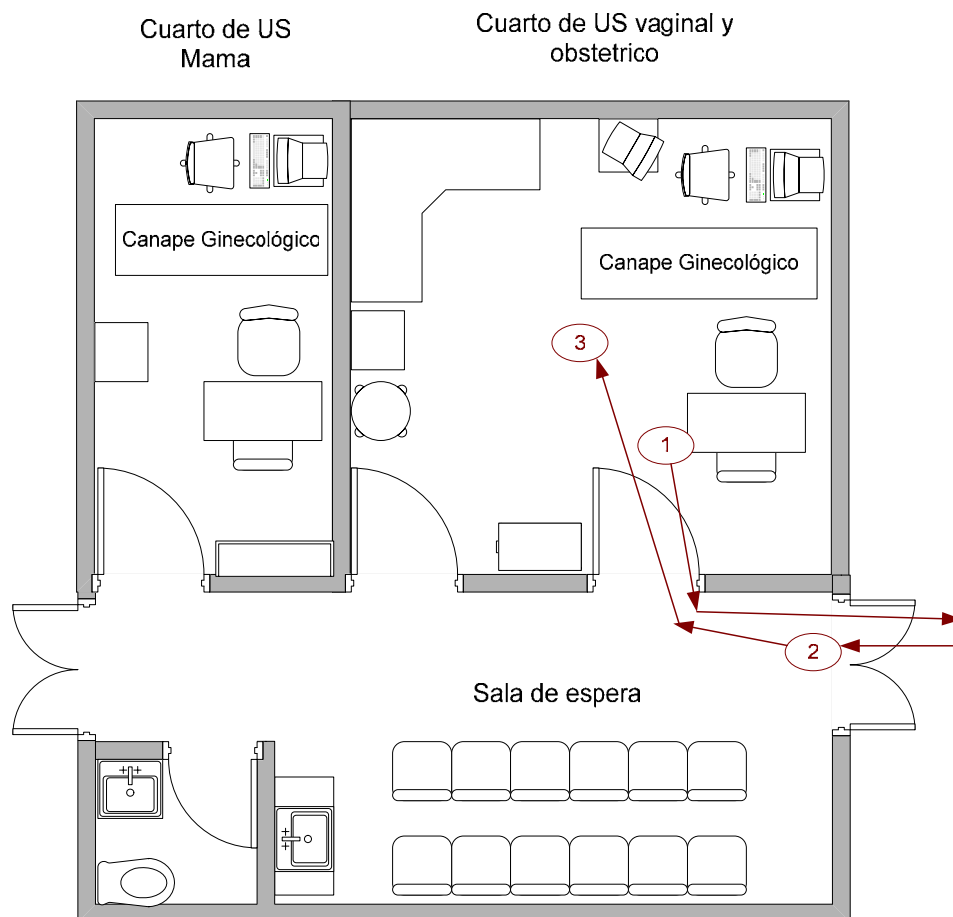


Figura 2.46. Flujo de insumos.

1. La secretaria llena la requisición, solicita la firma del jefe del servicio y la envía a la administración para su aprobación.
2. Una vez aprobada, se lleva a almacén para ser cumplida y se llevan los insumos al departamento.
3. La secretaria es la encargada de almacenar los insumos dentro del departamento y ponerlos a disposición de los médicos según su necesidad.

g) Flujo de ropa.

El flujo de ropa se muestra a continuación en la figura 2.47.

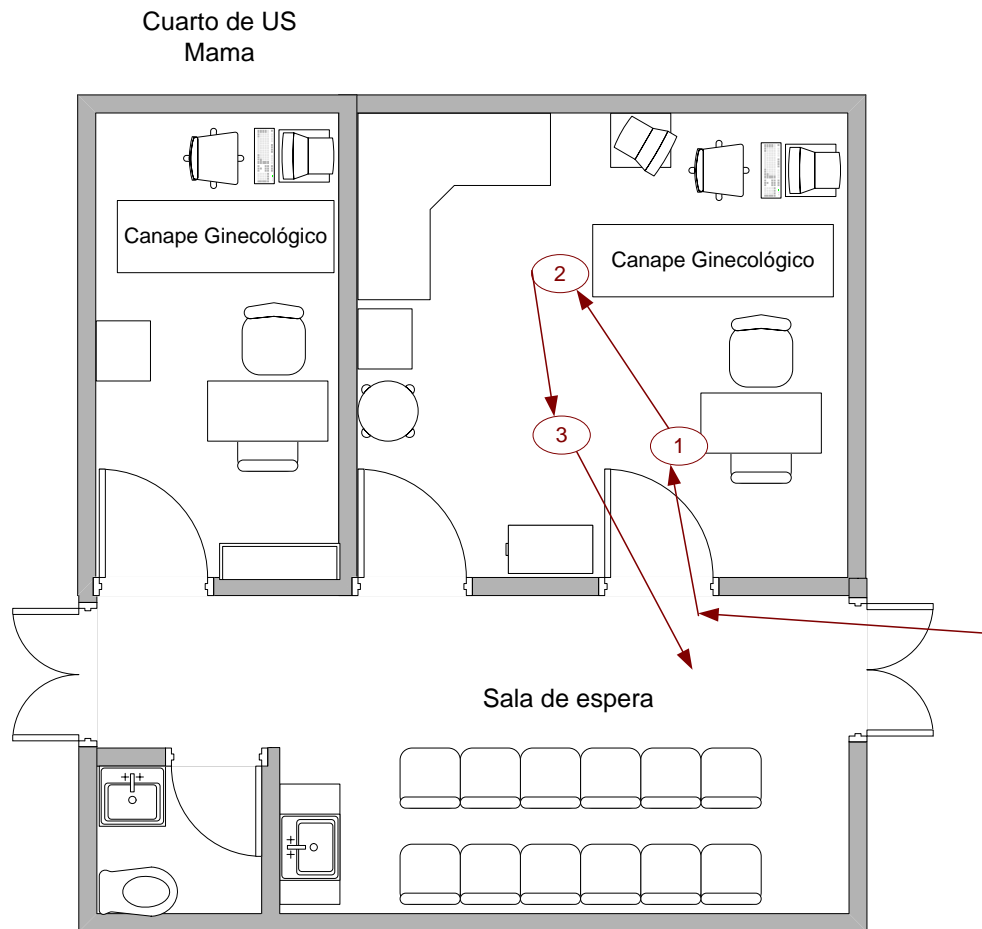


Figura 2.47. Flujo de ropa

Ropa limpia:

1. Una auxiliar de servicio es la encargada de suministrar ropa limpia, sábanas y batas, al departamento de Ultrasonografía provenientes de lavandería.
2. La auxiliar de servicio se encarga de cambiar las sábanas sucias por limpias de la cama y las recoger las batas sucias.
3. Esta ropa sucia es llevada a lavandería para su proceso de limpieza.

h) Flujo de personal de limpieza.

El flujo de personal de limpieza se muestra a continuación en la figura 2.48.

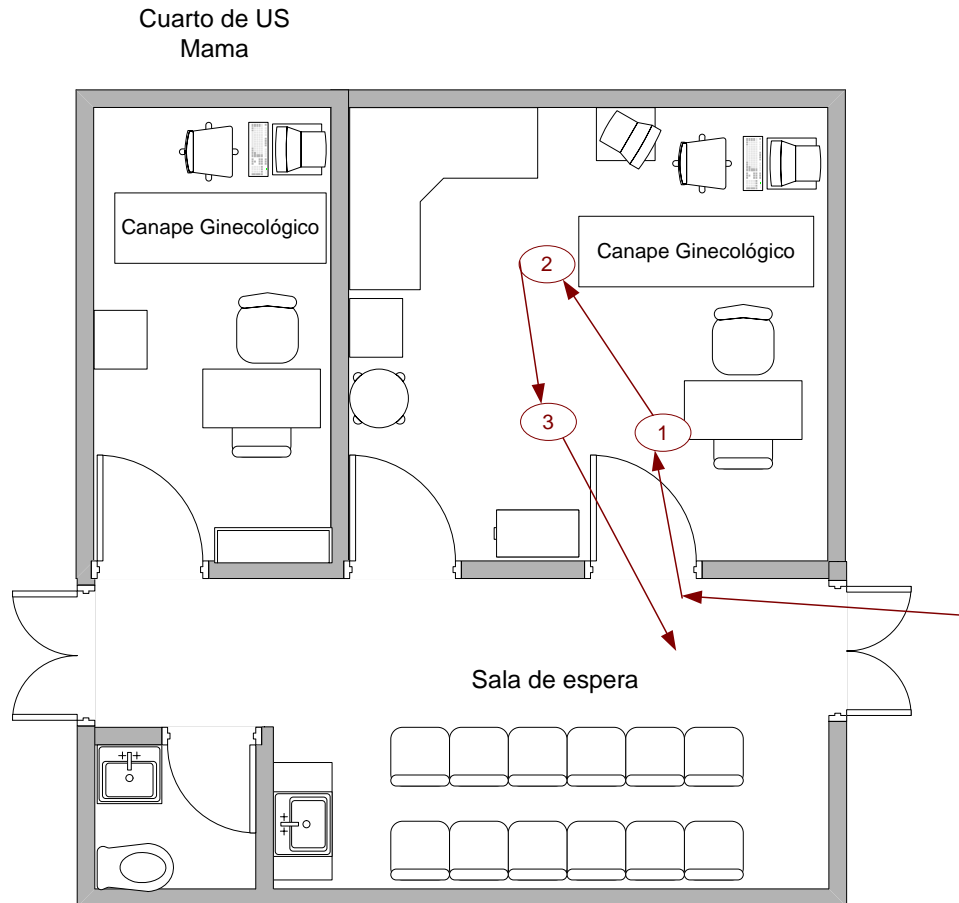


Figura 2.48. Flujo de ropa

1. La limpieza es realizada una vez al día a las 2:30 de la tarde o cuando hay necesidad.
2. Se realiza la limpieza en todo el departamento, que consiste en barrer, trapear, además de retirar la basura y se colocan bolsas nuevas en los basureros. La basura es clasificada en común y contaminada en bolsas negras y rojas respectivamente.
3. Una vez finalizada la limpieza, la basura se lleva al basurero del hospital.

2.6.3.5 Interrelaciones

El departamento de Ultrasonografía tiene relación con los departamentos de consulta externa, emergencia, hospitalización en cuanto a que los pacientes de estos departamentos son enviados o llevados a que se les realicen estudios de ultrasonografía. Otro departamento con el que se relaciona es archivo clínico, ya que el resultado de los exámenes de pacientes de consulta externa son llevados hacia archivo clínico.

2.6.3.6 Distribución Arquitectónica

El hospital de maternidad cuenta con 2 unidades de Ultrasonografía una ubicada en el edificio de la Clínica Ginecológica (No. 1), con su consultorio propio dentro de la zona de Consulta Externa; otra ubicada en la Unidad de Emergencia del Hospital (No. 2), con zonas adyacentes como Rayos X, Farmacia y la zona contiguo de Emergencia.

La distribución arquitectónica de cada una de estas se presenta a continuación:

a) Unidad de Ultrasonografía en la Clínica Ginecológica

El servicio de Ultrasonografía No.1 se encuentra en el edificio de la clínica ginecológica, en el área de consulta externa, se cuenta con dos cubículos para la toma de Ultrasonografías, uno es para la toma de Ultrasonografía vaginal y obstétrico, el otro cubículo es utilizado para Ultrasonografía de mamas. Su distribución es como se presente en la figura 2.49:

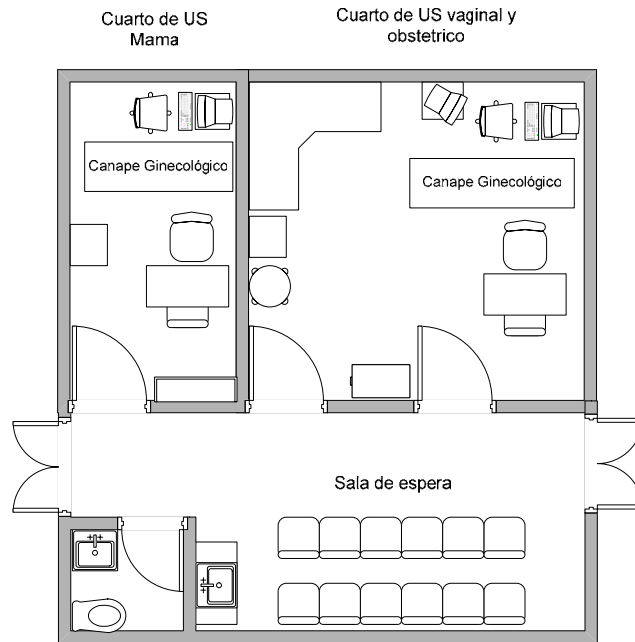


Figura 2.49. Unidad de Ultrasonografía en la Clínica Ginecológica del Hospital de Maternidad.

- Condiciones ambientales

Las luminarias que se encuentran en esta unidad están empotradas con cubierta de vidrio, compuesta por cuatro lámparas en cada uno de los cuartos, el cielo falso esta hecho de fibrolit. Posee aire acondicionado tipo mini split empotrado a la pared, que acondiciona toda la unidad.

En el cuarto de US vaginal y obstétrico hay 3 tomacorrientes: 2 a una distancia de 1.30 metros del piso; el toma al que se encuentra conectado el equipo a 26 cms del piso, este último se encuentra conectado a la red de emergencia del hospital.

b) Unidad de Ultrasonografía en la Unidad de Emergencia.

El servicio de Ultrasonografía No. 2 se encuentra ubicado en el edificio de emergencia, de acuerdo a la figura 2.50:

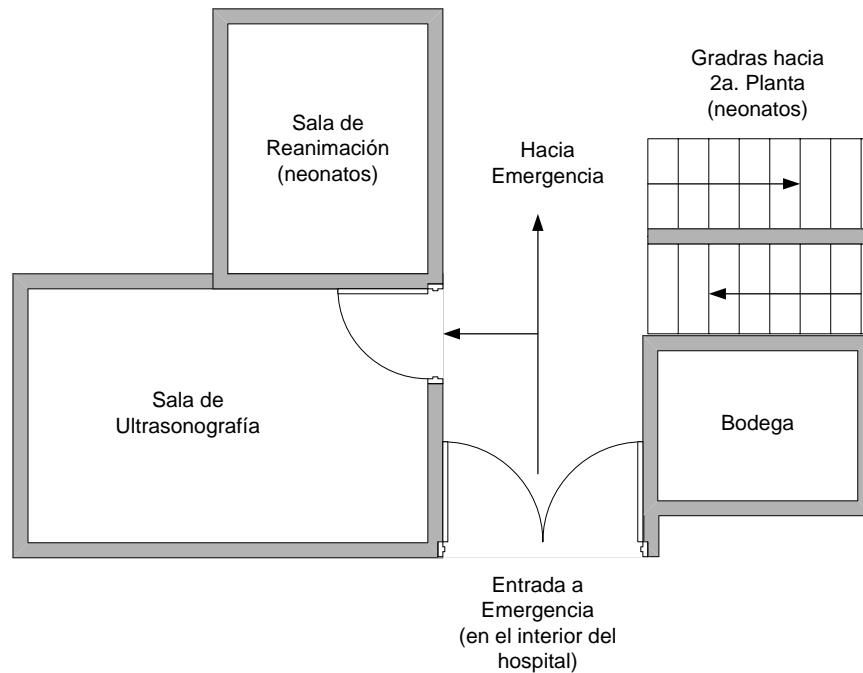


Figura 2.50. Ubicación de la Unidad de Ultrasonografía en Emergencia

Junto a la unidad de emergencia se encuentra ubicado Archivo Clínico y colinda con la sala de Ultrasonografía, también junto a la sala de Ultrasonografía se encuentra ubicado Patronato y ambos cuartos pueden comunicarse a través de una puerta que se encuentra entre ambos sin embargo, la puerta de oficina de patronato permanece con llave y con el visor de vidrio tapado con una sabana. La figura 2.51 muestra el interior de la Sala de Ultrasonografía ubicada en la Unidad de emergencia.

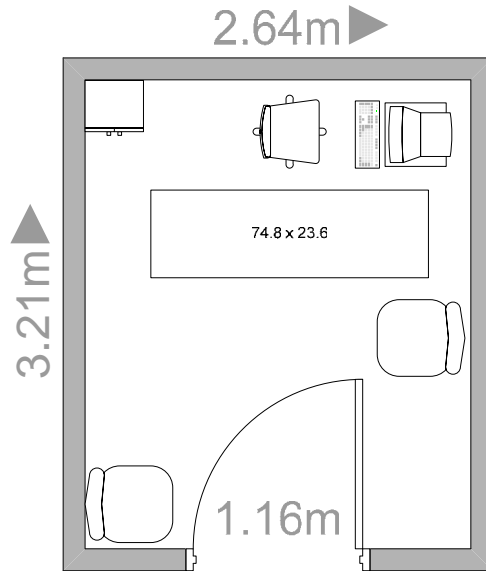


Figura 2.51 Vista de planta de la distribución interna de Sala de U.S. en Emergencia

- Condiciones Ambientales

Las luminarias que se encuentran en esta unidad están empotradas con cubierta de vidrio, compuesta por cuatro lámparas las cuales proporciona una cantidad de 200 lux a nivel de monitor del equipo. El cielo falso es de fibrolit y el cuarto esta acondicionado con un aire acondicionado tipo mini split empotrado a la pared. A pesar de que el ruido que hace el aire es mucha, la cantidad de ruido medido dentro del cuarto fue de 40dB con la puerta cerrada. El Piso es de cerámica.

Dentro del cuarto hay 3 tomacorrientes: uno a una distancia de 15 cm desde el piso, que es donde esta conectado el equipo, este tomacorriente esta conectado a la red de emergencia del hospital y los otros dos a una distancia de 30cms desde el piso. El tomacorriente donde se encuentra conectado el equipo, no estaba en la instalación eléctrica original, sino que ha sido adaptada ha esta cuando se instalo el equipo.

La vista de la ubicación de las luminarias y el aire acondicionado se muestra a continuación en la figura 2.52.

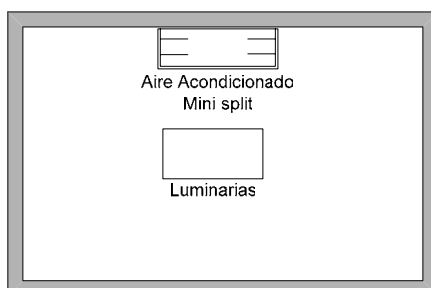


Figura 2.52. Vista de planta de la ubicación de las luminarias y el aire acondicionado en el techo de la Sala de Ultrasonografía

2.6.4. Hospital Nacional de Zacamil "Dr. Juan José Fernández"

2.6.4.1 Generalidades

El hospital Nacional de Zacamil, es considerado un Hospital General y debido a su capacidad resolutive dentro del departamento, se considera un Hospital Central. Tiene un sistema de referencia al Hospital especializado, a otro de igual categoría o a otro establecimiento según sea el caso.

El hospital enfrenta una creciente demanda de servicios médicos asistenciales y una limitada capacidad de recursos físicos, humanos y financieros, por lo que la institución realiza esfuerzos a fin de atender la demanda sin detrimento de la calidad de los servicios que se proporcionan.

El hospital Zacamil cuenta con un total de 245 camas, divididas como se muestra en la tabla 2.19:

Número Oficial de camas del Hospital Nacional de Zacamil						
Medicina	Cirugía	Pediatría	Maternidad	Sub-Total	Pensionados	Total
60	90	50	45	245	0	245

Tabla 2.19. Distribución de camas del Hospital de Zacamil

2.6.4.2 Organización

El personal administrativo está formado por secretarías recepcionistas, transcriptor y administrativa, además del archivista y están organizados de la siguiente manera.

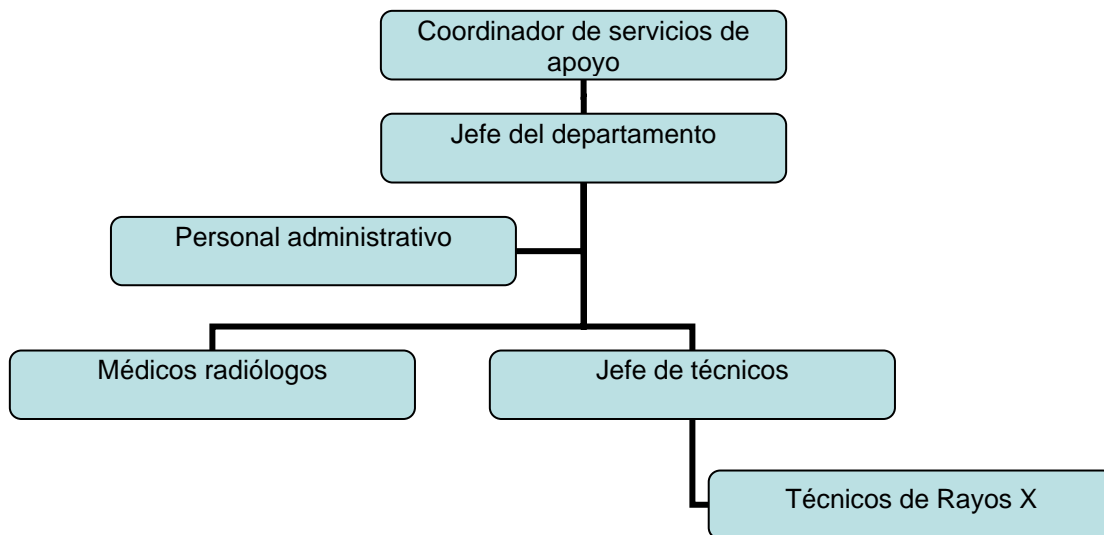


Figura 2.53 Organigrama del departamento de radiología

Según el organigrama de la figura 2.53, los médicos radiólogos son los encargados de la toma de las ultrasonografías, pero actualmente hay un déficit de personal y no hay médicos radiólogos que las tomen únicamente realiza esa labor el jefe del departamento.

En la tabla 2.20 se muestran los tipos de Ultrasonografía que se realizan.

Tipos de exámenes realizados
Abdominales
Pélvicas
Tejidos Blandos
Mamas
Testículos
Tiroides

Tabla 2.20 Tipos de examen que se realizan en el Hospital Zacamil

Se atienden adultos y niños de ambos sexos. No se realizan ultrasonografías a pacientes procedentes de clínicas privadas, únicamente pacientes pertenecientes al sistema de salud, es decir como el hospital es cabeza de SIBASI, según organización del MSPAS, se atienden paciente procedente de la 12 unidades de salud a cargo de hospital además de los pacientes propios del hospital, procedentes de hospitalización, consulta externa y emergencia.

El horario de toma de ultra depende del personal contratado, por ahora como solo el jefe toma los exámenes, este atiende de 10:30 a 12:30. Cuando hay otros médicos radiólogos se hacen estudios durante 6 horas dependiendo de las hora que cada medico puede atender. Las citas se dan de 8am a 4pm de lunes a viernes, el resto de los días y horas solo se asignan emergencias.

El paciente debe volver si es de consulta externa por el resultado del examen en dos días hábiles.

2.6.4.3 Tecnologías utilizadas

Hay cuatro equipos que están ubicados en Radiología, Sala de partos, ginecoobstetricia y pediatría, en este último solo se realizan transfontanelares.

El mantenimiento es subcontratado por licitación pública, el preventivo se realiza una vez al mes y el correctivo cuando sea necesario.

El equipo tiene 7 años de antigüedad y es considerado como un buen equipo porque no da problemas. Este se encuentra dentro de la unidad de Radiología, posee las características que se muestran en la tabla 2.21.

Marca	SIEMENS
Modelo	Sonoline Sienna
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • Convexo • Sectorial • Rectal
Modos de Funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Modo B • Modo M • Doppler • Doppler Color

Tabla 2.21 Características técnicas del Ultrasonógrafo del Hospital Zacamil.

2.6.4.4 Flujos

a) Flujo de pacientes de consulta externa o externos al hospital para sacar cita.

El flujo de pacientes de consulta externa y externos al hospital para sacar cita se muestra a continuación en la figura 2.54.

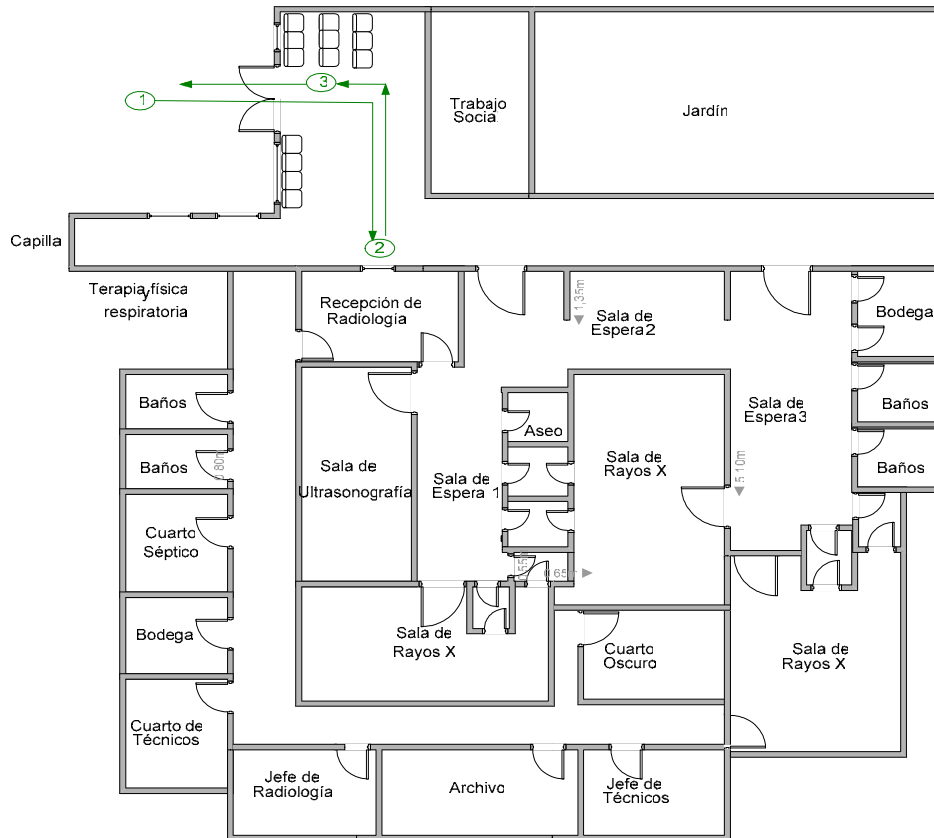


Figura 2.54. Flujo de paciente para sacar cita.

Este proceso no lo realizan los pacientes hospitalizados.

1. El médico debe indicar en boleta de rayos x que solicita una toma de Ultrasonografía. El paciente, con la orden del .médico que solicito la Ultrasonografía, pasa a colecturía a cancelar el valor del examen.
2. Con la hoja de referencia y el recibo de pago, pasa a la ventanilla de recepción del departamento de rayos x para que la secretaria le asigne el día y hora de su cita, esta se asigna de acuerdo a la urgencia del resultado y la fecha e su próxima cita. Si el paciente es referido de consulta externa la cita se asigna 15

días antes de su próxima cita con el médico que refirió. Si es de emergencia se da lo más rápido posible.

- Una vez fijada la fecha de su cita, se entrega una boleta al paciente donde están los siguientes datos: examen, registro de paciente, nombre del paciente, medico que realizara el examen, fecha de la cita, hora, día de la semana, medico que refiere e indicaciones especiales. Luego el paciente se retira del departamento.

b) Flujo de pacientes para la toma de Ultrasonografía

El flujo de pacientes para la toma de ultrasonografías se muestra a continuación en la figura 2.55.

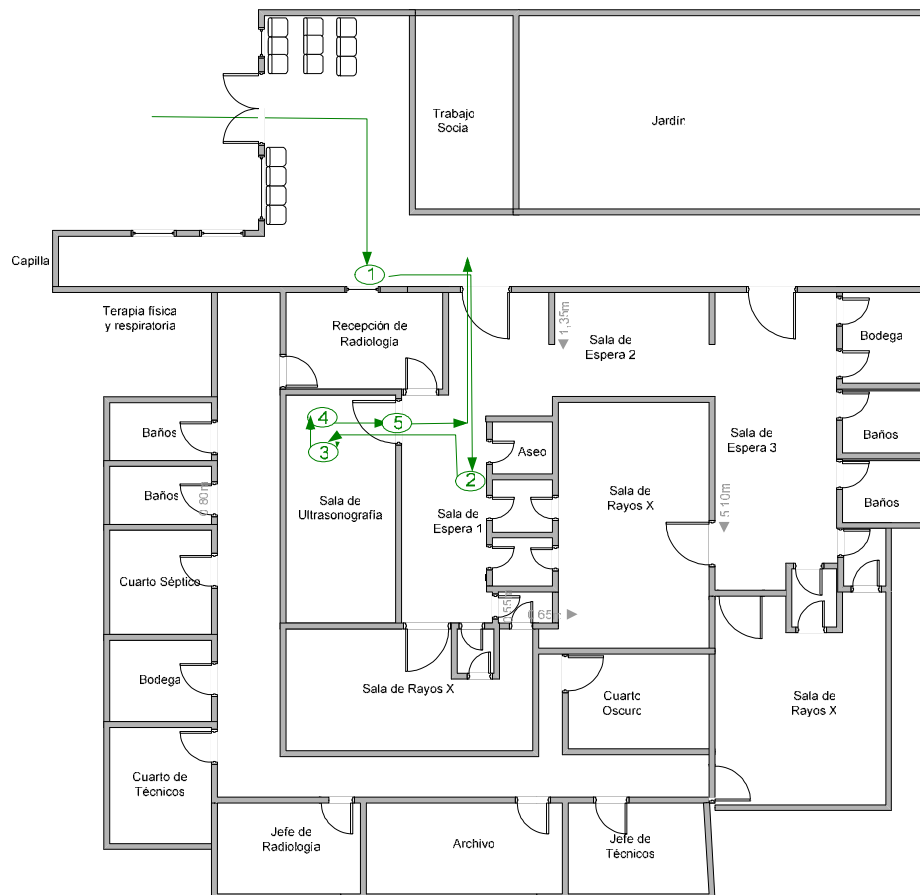


Figura 2.55. Flujo de pacientes para la toma de ultrasonografías.

1. El paciente se presenta el día de su cita, en la ventanilla de recepción del departamento de rayos x, presenta su boleta de cita. Es atendido por la secretaria quien revisa sus datos y emite una segunda boleta con los datos del paciente.
2. El paciente pasa a la sala de espera mientras es llamado por el médico para la toma del examen.
3. Si el paciente debe colocarse bata, según el tipo de examen, pasa al sanitario a cambiarse de ropa. Caso contrario este paso se omite.
4. Luego pasa al cuarto de Ultrasonografía para que el médico tome la Ultrasonografía. El paciente es acomodado por el médico en la cama y se realiza la toma de la Ultrasonografía.
5. Finalizado el examen el paciente pasa al sanitario, si antes se colocó bata, y realiza el cambio de ropa, el médico entrega la segunda boleta para que reclame su examen en recepción dos días después de la toma de la Ultrasonografía.

Si el paciente es referido de consulta externa, debe retirar el resultado del examen en la recepción dos días después de la toma del examen. En caso que el paciente proceda de emergencia u hospitalización, el médico realiza la lectura del examen en el expediente clínico.

c) Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

El flujo de personal médico y paramédico se muestra a continuación en la figura 2.56.

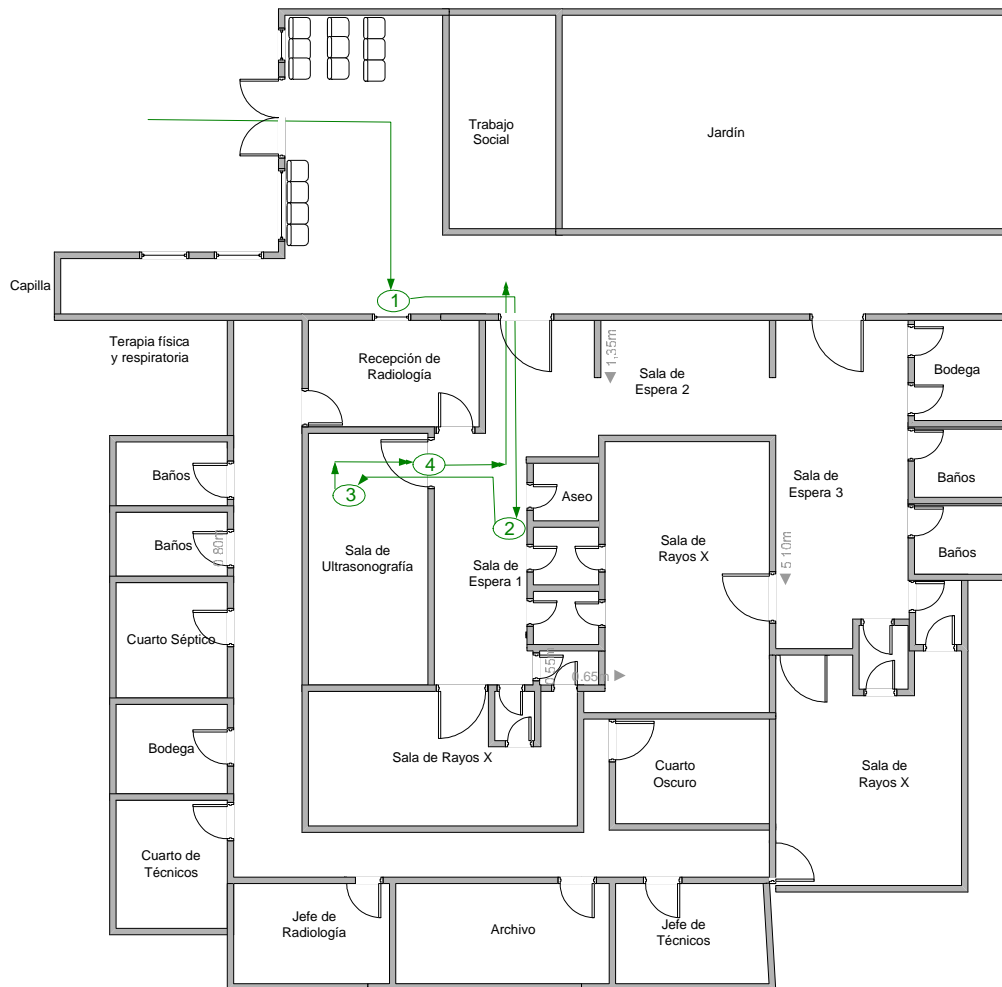


Figura 2.56. Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería acompañan a pacientes hospitalizados.

1. Entrega la orden para la toma de la Ultrasonografía en la ventanilla de recepción del departamento.
2. Espera a que el paciente sea llamado por el médico.
3. Cuando el paciente es llamado, es llevado al cuarto de Ultrasonografía para la toma del examen. Ayuda al paciente a acomodarse en la cama para la toma de la Ultrasonografía.

4. Lleva al paciente al servicio donde está hospitalizado.

d) Flujo de secretarias del departamento.

El flujo de secretarias del departamento se muestra a continuación en la figura 2.57.

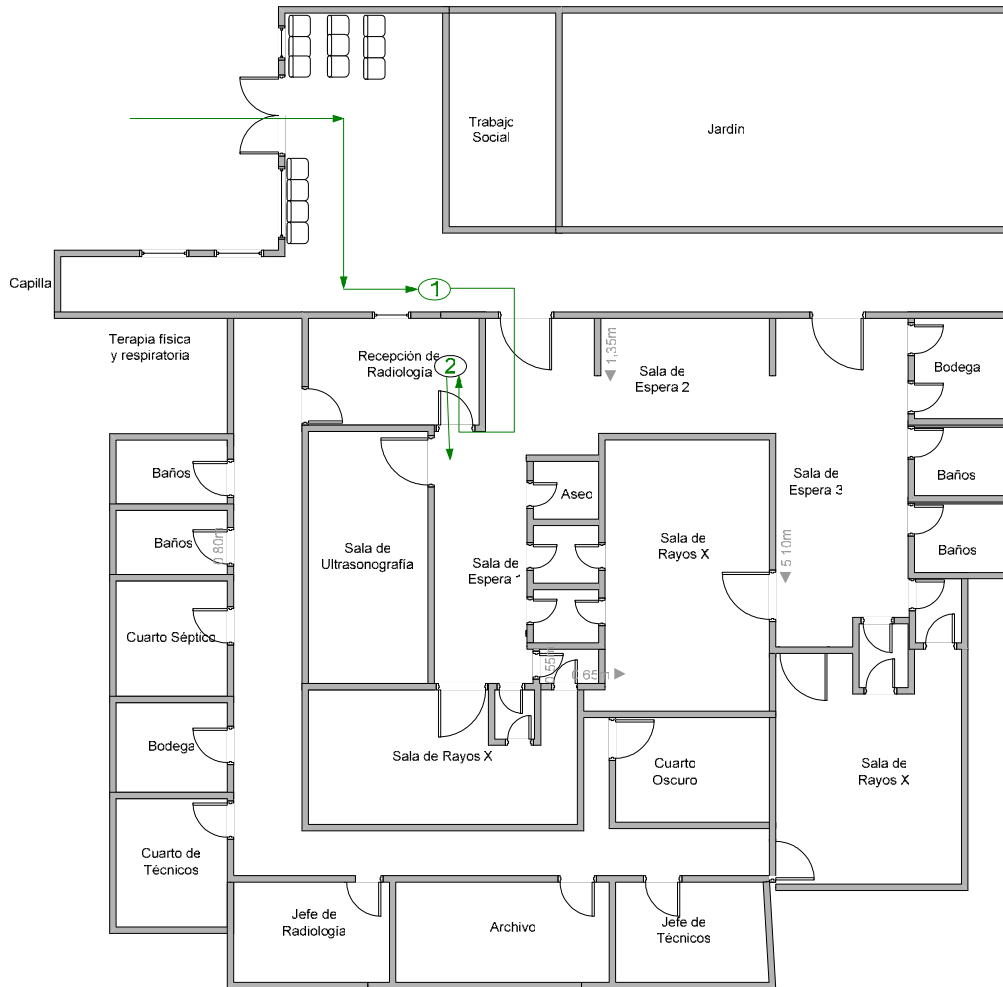


Figura 2.57. Flujo de secretarias del departamento.

1. La secretaria al iniciar su jornada laboral, llega al servicio de rayos x.
2. Cuando finaliza de transcribir alguna lectura de Ultrasonografía la lleva al médico que se la entregó para que este la firme.
3. Finalizada su jornada laboral se retira del departamento.

e) Flujo de médicos Ultrasonografistas.

El flujo de médicos ultrasonografistas se muestra a continuación en la figura 2.58.

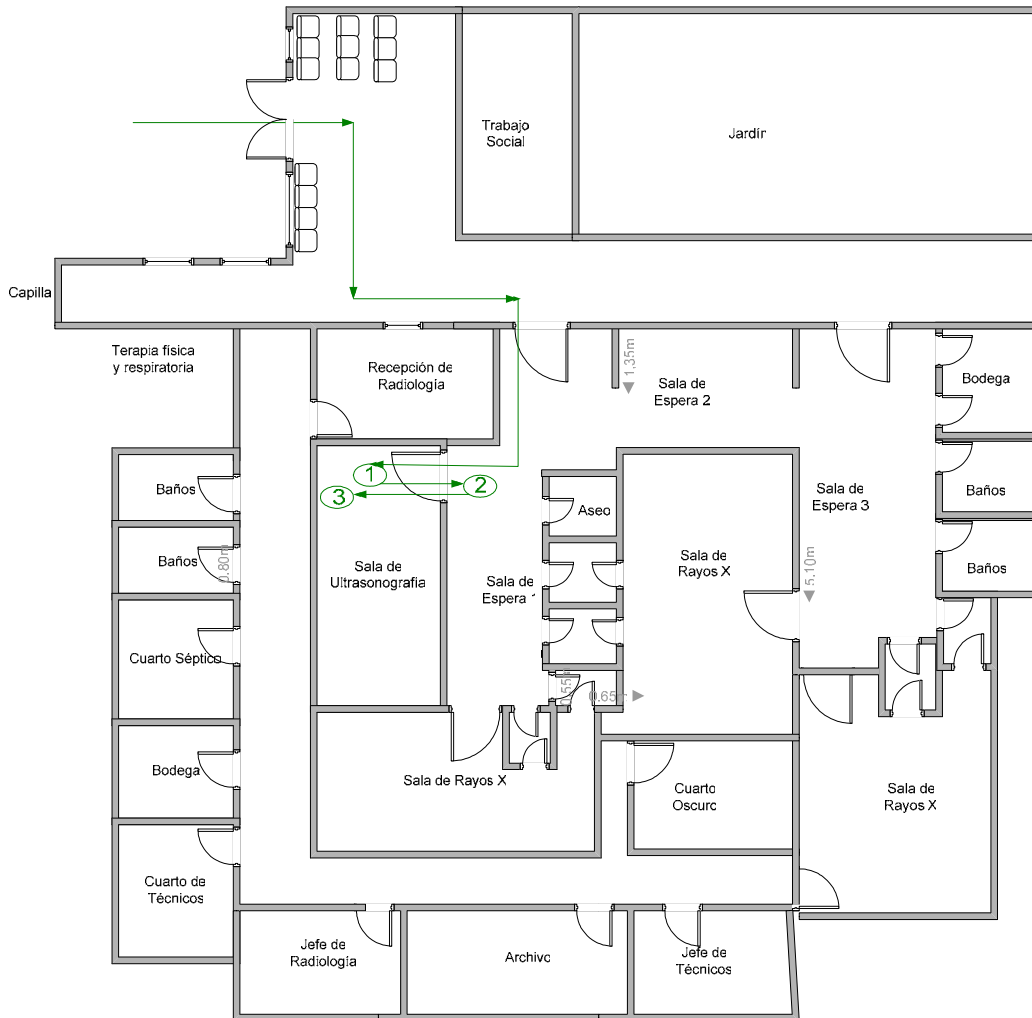


Figura 2.58. Flujo de médicos ultrasonografistas.

1. El médico llega según su horario de trabajo al departamento de rayos x hasta el cuarto de Ultrasonografía, donde realiza la toma y lectura de las exámenes.
2. Cuando ha finalizado una lectura de un examen, se la entrega a la secretaria para que lo transcriba y llama a otro paciente.
3. Vuelve nuevamente al cuarto de Ultrasonografía para continuar tomando y leyendo exámenes, hasta que finaliza su jornada laboral en el servicio.

f) Técnicos de mantenimiento.

El flujo de técnicos de mantenimiento se muestra a continuación en la figura 2.59.

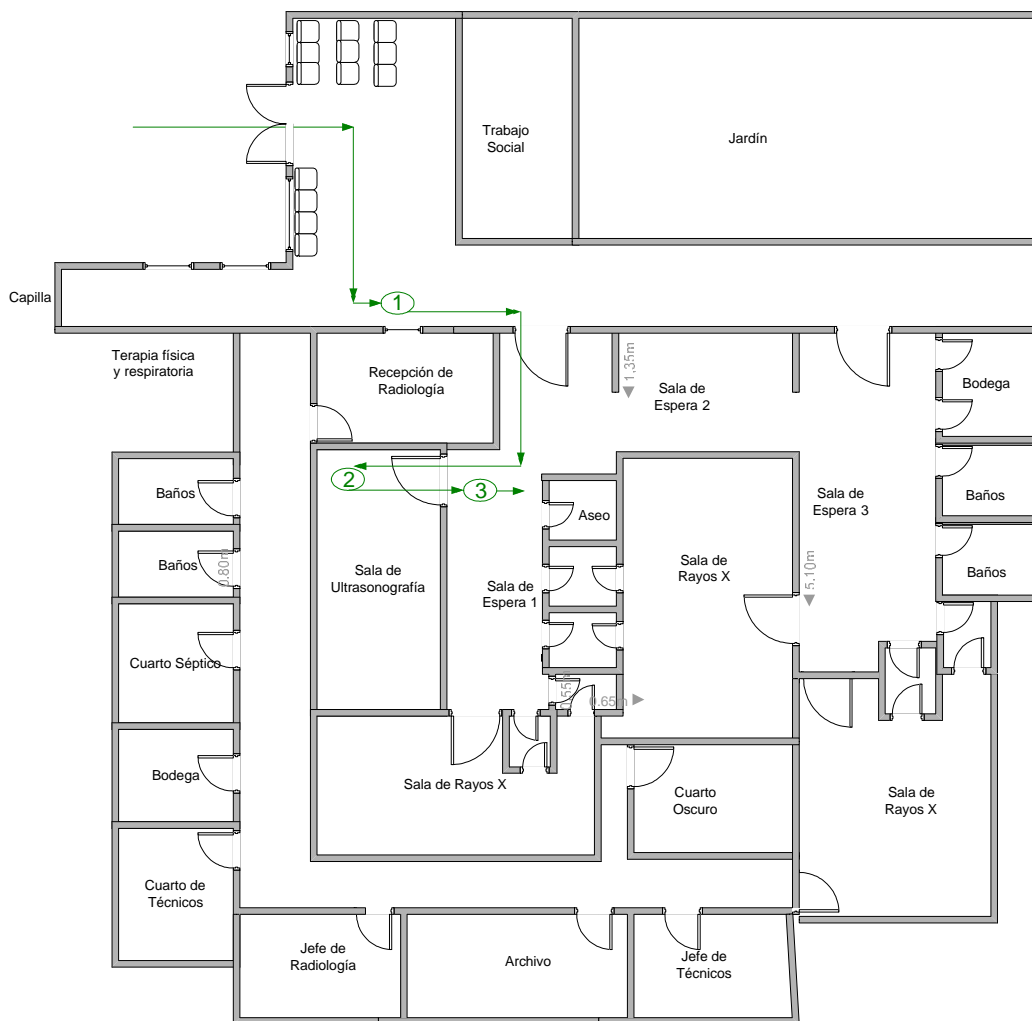


Figura 2.59. Flujo de Técnicos de mantenimiento.

1. Los técnicos de mantenimiento, se presentan en la ventanilla de recepción para verificar la disponibilidad del equipo para realizar el mantenimiento.
2. Si el equipo está disponible, se trasladan hasta el cuarto de Ultrasonografía y realizan el mantenimiento al equipo.
3. Al finalizar el mantenimiento del equipo solicitan la aprobación del trabajo y se retiran del departamento.

g) Flujo de insumos (papel toalla, papel fotográfico para impresión, gel, etc.)
 El flujo de insumos se muestra a continuación en la figura 2.60.

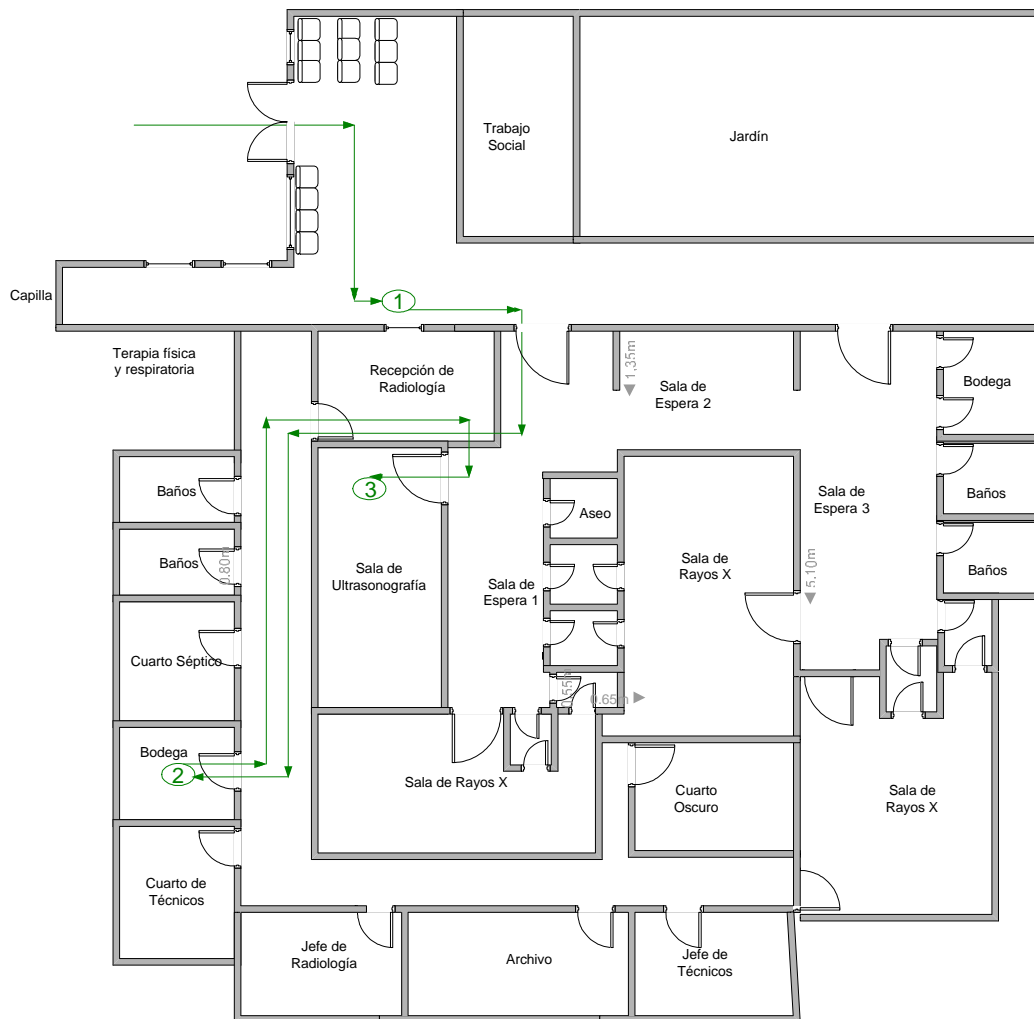


Figura 2.60. Flujo de insumos.

1. La secretaria administrativa en coordinación con el jefe de técnicos y el jefe del departamento es la encargada de llevar el control de los insumos en el departamento y de llenar la solicitud de los mismos, esta solicitud debe ser firmada por el jefe del servicio, el coordinador de servicios de apoyo y finalmente por el guardalmacén. Es llevada a almacén central para ser cumplida.

2. Lleva los insumos solicitados al departamento de Ultrasonografía y los almacena en la bodega. Generalmente se solicita cada mes o cada quince días según la demanda del departamento.
3. Los insumos son entregados al servicio de Ultrasonografía según su necesidad y descargados por medio de vales; llevando un inventario y control de los mismos.

h) Flujo de ropa

El flujo de ropa se muestra a continuación en la figura 2.61.

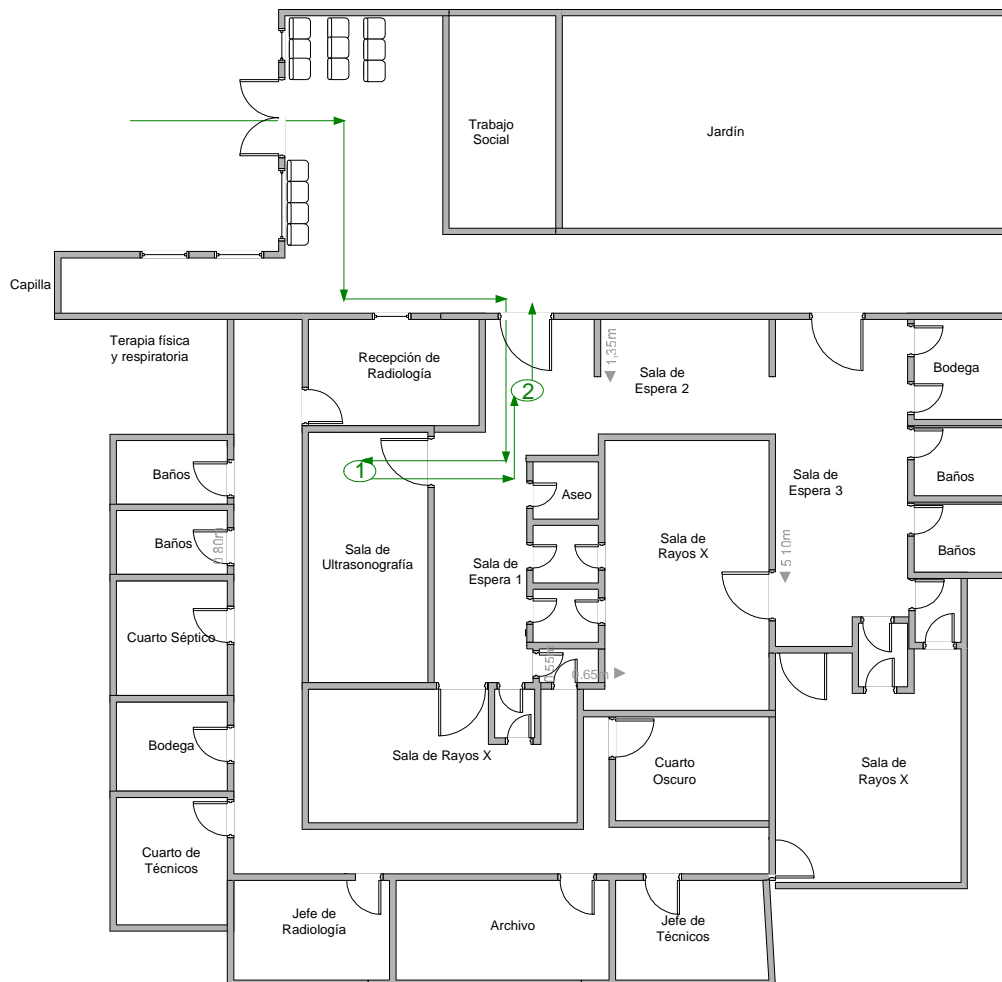


Figura 2.61. Flujo de ropa.

Ropa limpia:

1. Una auxiliar de servicio es la encargada de suministrar ropa limpia, sábanas y batas, al departamento de Ultrasonografía provenientes de lavandería. La ropa es almacenada en un estante colocado en el cuarto de Ultrasonografía. La auxiliar de servicio se encarga de cambiar las sábanas sucias por limpias de la cama y las recoger las batas sucias.
2. Esta ropa sucia es llevada a lavandería para su proceso de limpieza.

i) Flujo de personal de limpieza

El flujo de personal de limpieza se muestra a continuación en la figura 2.62.

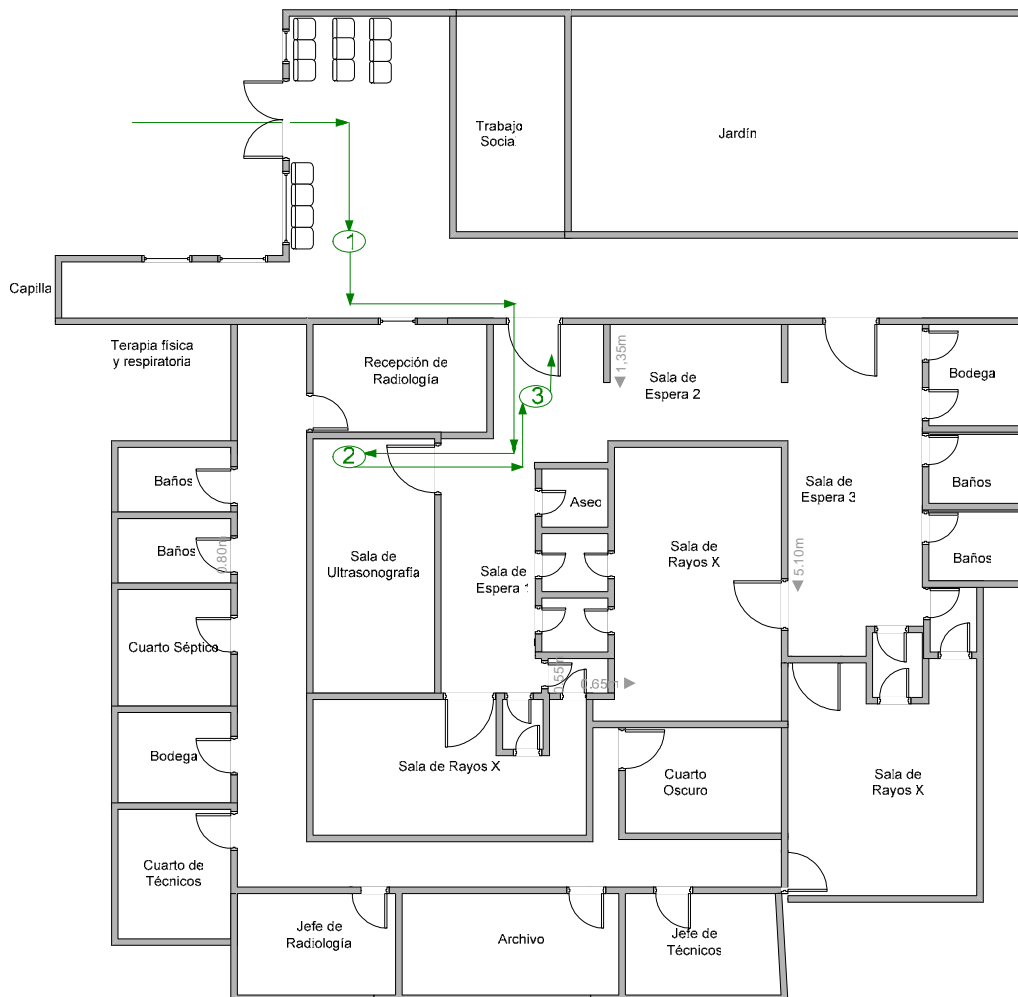


Figura 2.62. Flujo de personal de limpieza.

1. La limpieza es realizada tres veces al día antes de iniciar las labores, durante la sesión (si el paciente vomita, defeca, etc.) y al finalizar la jornada de cada médico, por personal de empresa privada, o cuando hay necesidad.
2. Se realiza la limpieza en todo el departamento, al mismo tiempo de retira la basura y se colocan bolsas nuevas en los basureros. La basura es clasificada en común y contaminada en bolsas negras y rojas respectivamente. La limpieza consiste en aplicar lejía primero en todas las superficies y luego se aplica desinfectante.
3. Una vez finalizada la limpieza, la basura se lleva al basurero del hospital.

2.6.4.5 Interrelaciones

El departamento de Ultrasonografía tiene relación con los departamentos de consulta externa, emergencia, hospitalización respecto a que los pacientes de estos departamentos son enviados o llevados a que se les realicen estudios de ultrasonografía. Otro departamento con el que se relaciona es archivo clínico, ya que el resultado de los exámenes de pacientes son llevados hacia archivo clínico.

2.6.4.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales

El servicio de Ultrasonografía en el Hospital Zacamil, esta ubicado en el departamento de Radiología, siendo el edificio del hospital de una sola planta, esta en las cercanías de los departamentos de Trabajo Social y terapia física y Respiratoria, al mismo tiempo que esta cercano a la capilla del hospital.

El cuarto de Ultrasonografía (ver figura 2.63) tiene 3 tomacorrientes, dos de ellos se encuentran conectados a la red de emergencia del hospital y en uno de estos se encuentra conectado el UPS del equipo.

La sala de estudio tiene un área de 5.9 x 2.8 mts, cuenta con aire acondicionado tipo Shiller. El equipo tiene aire acondicionado especialmente para el, ya que por la

cantidad de calor que genera, necesita encontrarse en condiciones climáticas frescas, por lo que el aire acondicionado es de tipo Mini Split y ha sido adaptado en el piso, específicamente atrás del equipo. Dentro de la sala de Ultrasonografía también se tiene un negatoscopio portátil el cual es utilizado por los médicos cuando al paciente también se le han realizado radiografías y poder verlas cuando se esta realizando el estudio de Ultrasonografía.

Tiene un interruptor a la entrada de la sala uno para apagar y encender las luminarias, además posee un dimer para regular la cantidad de luz de las luminarias. La cantidad de luz de luz cuando se toma un examen es de 25 lux utilizando solo la iluminación del dimer, y de 100 lux cuando esta iluminado con toda la intensidad. EL ruido de la habitación es de 50dB.

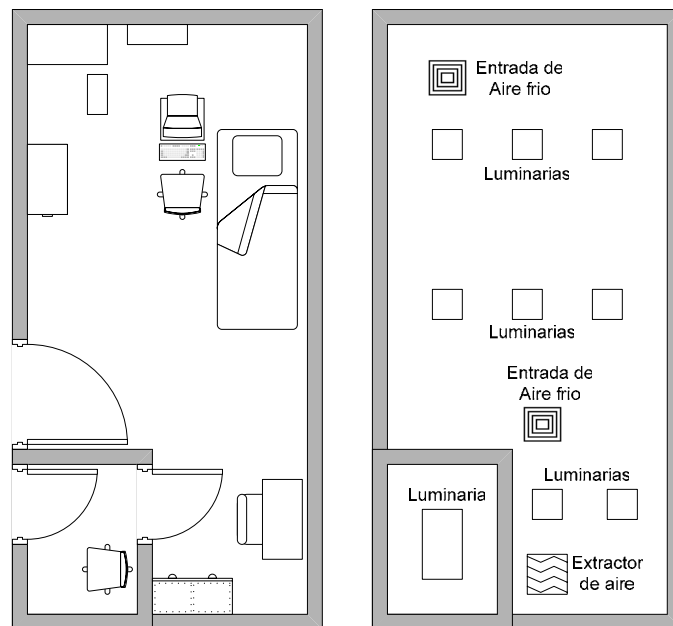


Figura 2.63. Vista de planta de la distribución arquitectónica del cuarto de Ultrasonografía del Hospital Nacional de Zacamil

2.6.4.7 Carga de Trabajo

A continuación se presenta en la tabla 2.22 el total de pacientes atendidos en la unidad de Ultrasonografía del Hospital Zacamil durante el año 2004.

Mes	HMI	HCx	HGO	HP	HBM	CEXT	Emerg	UCE	Referidos	Total
Enero	31	45	4	5	35	151	13	0	5	289
Febrero	21	43	1	7	8	120	22	0	3	225
Marzo	35	51	2	9	21	119	25	0	3	265
Abril	37	42	1	8	16	79	11	1	5	200
Mayo	30	56	2	13	24	166	13	0	9	313
Junio	29	51	0	19	21	174	10	0	15	319
Julio	41	54	0	8	18	180	11	0	10	322
Agosto	37	48	0	15	17	164	21	1	4	307
Septiembre	46	42	1	11	20	240	15	0	16	391
Octubre	74	68	3	16	29	226	19	1	15	451
Noviembre	51	47	1	11	30	212	23	1	14	390
Diciembre	26	48	1	10	39	208	20	1	8	361
Total	458	595	16	132	278	2039	203	5	107	3833

Tabla 2.22. Carga de Trabajo del Hospital Zacamil.

Tomado de Informe Mensual de Trabajo de la Unidad de Ultrasonografía durante el año 2004.

El flujo de pacientes en los últimos años, ha sido como se muestra en la tabla 2.23.

Año	2001	2002	2003	2004
Carga de Trabajo	3959	4427	4284	3833

Tabla 2.23. Flujo de pacientes en los últimos 4 años. Hospital Zacamil

Tomado del Sistema de Información Gerencial de la Unidad de Ultrasonografía durante el período de 2001 a 2004.

2.6.5. Hospital General del ISSS

2.6.5.1 Generalidades

Este hospital cuenta con 340 camas, divididas en Medicina y Cirugía, tiene la capacidad para atender a más de 200 mil pacientes al año y se espera que se puedan realizar unas nueve mil cirugías electivas anualmente.

El Hospital General es un hospital de tercer nivel que brinda atención al derechohabiente que sufre cualquier trauma en sus diferentes grados de severidad, así como patología quirúrgica o de causa no quirúrgica.

Los servicios a prestar son: emergencias, hospitalización, cirugía selectiva, cuidados críticos, gastroendoscopia, neurofisiología simple, tomografía computarizada, resonancia magnética nuclear, fluoroscopia, ultrasonografía, entre otros.

2.6.5.2 Organización

El servicio trabaja las 24 horas de día de la siguiente manera: de 7 a.m. a 7 p.m., el horario para pedir citas es de lunes a viernes de 7am a 6pm., se atienden pacientes citados. Los radiólogos o residentes toman los exámenes de 7 p.m. en adelante y fines de semana se atienden únicamente emergencias.

Se realizan ultrasonografías de todo tipo excepto pélvicas y embarazo. Casi no se realizan exámenes en niños. Se Atienden 80% de pacientes hospitalizados, 20% externos de unidades periféricas y hospitales del ISSS

El departamento se llama Departamento de radiología e imágenes y esta organizado como se muestra en la figura 2.64.

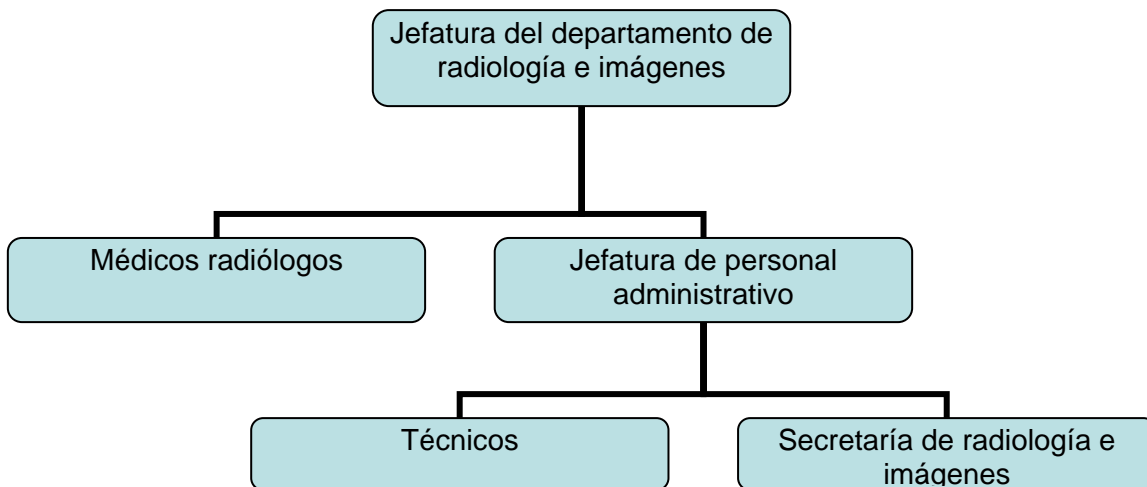


Figura 2.64. Organización del departamento de Radiología e Imágenes del Hospital General del ISSS

- a) El jefe de personal administrativo es el encargado de los técnicos de rayos x y del personal administrativo.
- b) Una secretaria recepcionista recibe boleta de referencia y toma datos de pacientes y los ubica dentro del área para la toma de ultra.
- c) Tres secretarias transcriptoras, una de ellas encargada únicamente de Ultrasonografía.

2.6.5.3 Tecnologías utilizadas

El mantenimiento de los equipos está a cargo de la empresa que los distribuyó ya que todavía están en periodo de garantía; ambos equipos han presentado fallas lo que ha obligado a la empresa a responder por ellos atrasando el mantenimiento preventivo.

Se tienen destinados 2 cubículos dentro del mismo cuarto, para la toma de los exámenes, estos están separados por una cortina. En el cubículo hay dos equipos idénticos con las características que se muestran en la tabla 2.24.

Marca	Philips
Modelo	HDI 1500
Transductores	<ul style="list-style-type: none"> • Linear array L12-15 38mm • Curved array L9-5 ILY • Curved array L5-2 4OR.
Modos de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Modo M • Modo M en colores • Modo B • Doppler Color • Doppler Pulsado • Armónicos • 3D
Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> • UPS con respaldo de batería • Impresor Color Sony UP895-MD

Tabla 2.24. Características del Ultrasonógrafo del Hospital General del ISSS.

2.6.5.4 Flujos

a) Flujo de pacientes para solicitar cita

El flujo de pacientes para solicitar cita se muestra a continuación en la figura 2.65.

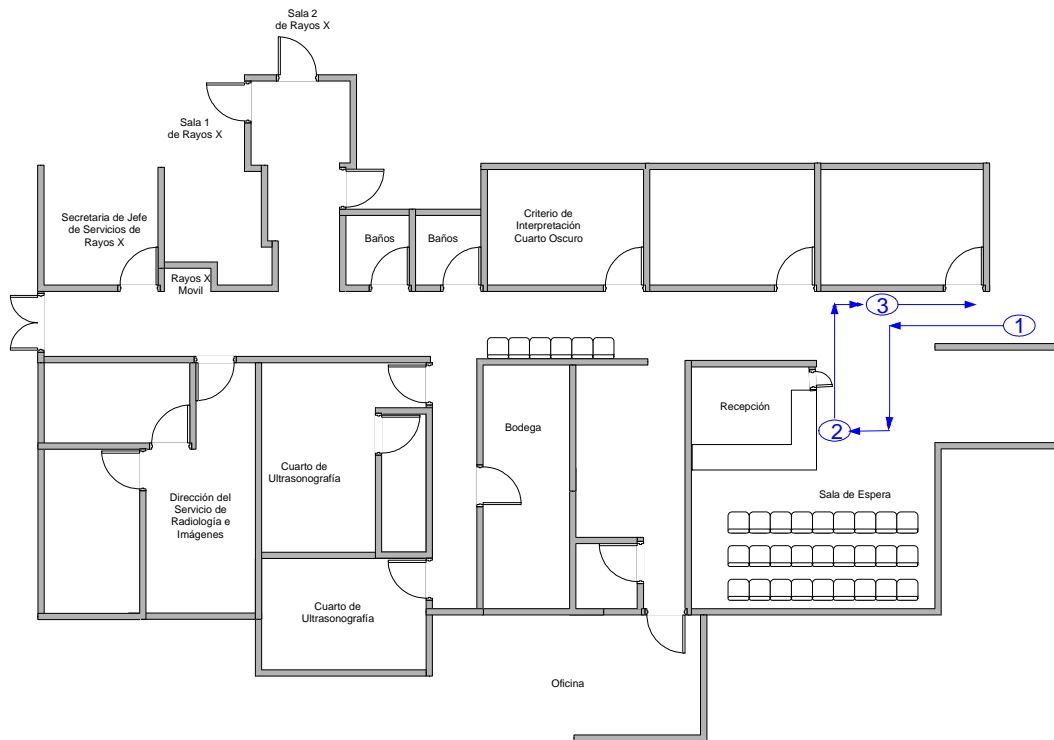


Figura 2.65. Flujo de pacientes para solicitar cita.

1. El médico debe elaborar la referencia para la Ultrasonografía, la cual debe incluir la información clínica pertinente.
2. El paciente entrega en recepción la hoja de referencia, la secretaria recepcionista corrobora que el paciente tenga derecho a la realización del examen. Cualquier duda debe ser consultada con el médico radiólogo residente. La secretaria asignará la fecha y hora en que se realizará la Ultrasonografía al paciente y le indicará la preparación que debe seguir según el tipo de examen. Si la solicitud de cita es de emergencia, se dará cupo en la agenda del día, de acuerdo a la prioridad del caso o se realizará de inmediato.
3. Una vez fijada la cita, el paciente se retira del departamento.

b) Flujo de pacientes para la toma de Ultrasonografías

El flujo de pacientes para la toma de ultrasonografías se muestra a continuación en la figura 2.66.

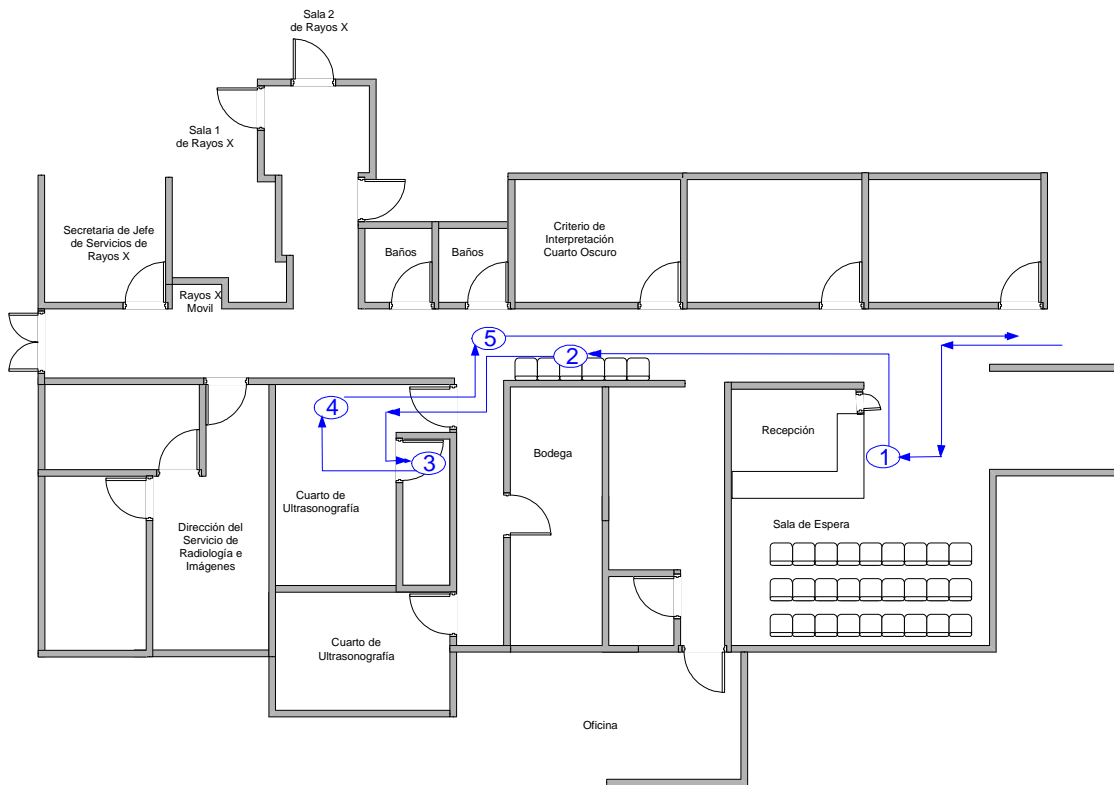


Figura 2.66. Flujo de pacientes para la toma de ultrasonografías.

1. El día de la cita, el paciente se presenta a recepción, donde la secretaria verifica sus datos.
2. La secretaria indica al paciente que pase a las sillas de espera de Ultrasonografía donde será llamado.
3. Si es necesario el paciente debe pasar al sanitario para colocarse una gabacha o bata.
4. Pasa al cuarto de Ultrasonografía para toma de la Ultrasonografía, el paciente es ubicado en una camilla para realizar el examen, si esto nos es posible podrá ser realizado en el carro donde ha sido llevado. El médico explica al paciente el examen a realizar y lo interroga sobre sus síntomas.

- Una vez finalizado el examen al paciente se le entrega un comprobante del estudio que le fue realizado y se retira del servicio.

La lectura del examen es digitado o grabado en cassett por el médico y pasado posteriormente a la secretaria transcriptor, quien lo digita y entrega a archivo si el paciente fue referido de consulta externa o emergencia. Si el paciente es externo al hospital debe volver otro día para retirar los resultados en recepción.

c) Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

El flujo de personal médico y paramédico externo al departamento se muestra a continuación en la figura 2.67.

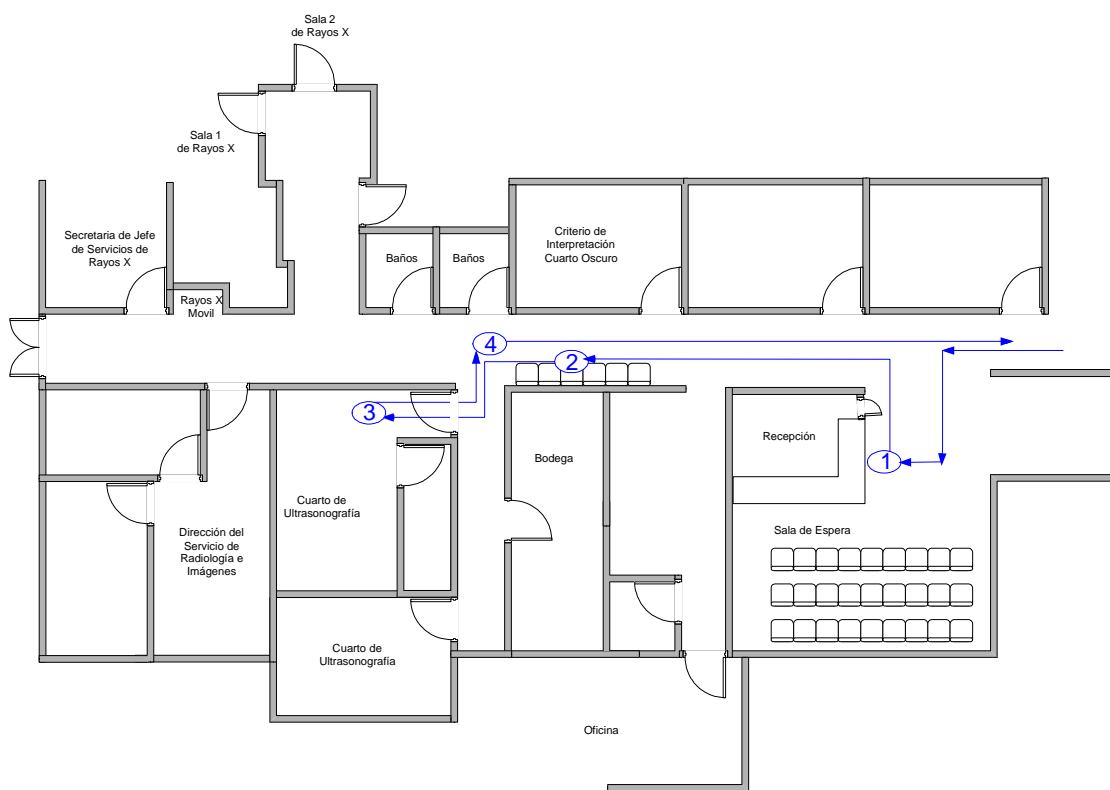


Figura 2.67. Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento.

Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería acompañan a pacientes hospitalizados.

1. Presenta en recepción los documentos del paciente para verificar sus datos.
2. Pasa con el paciente a espera mientras el paciente es llamado para la toma de la Ultrasonografía.
3. Traslada al paciente a la camilla si es posible, sino solo se mueve el carro donde se transporta el paciente cerca del cuarto para que se realice el examen.
4. Traslada al paciente al servicio donde está hospitalizado.

d) Flujo de médicos ultrasonografistas

El flujo de médicos ultrasonografías se muestra a continuación en la figura 2.68.

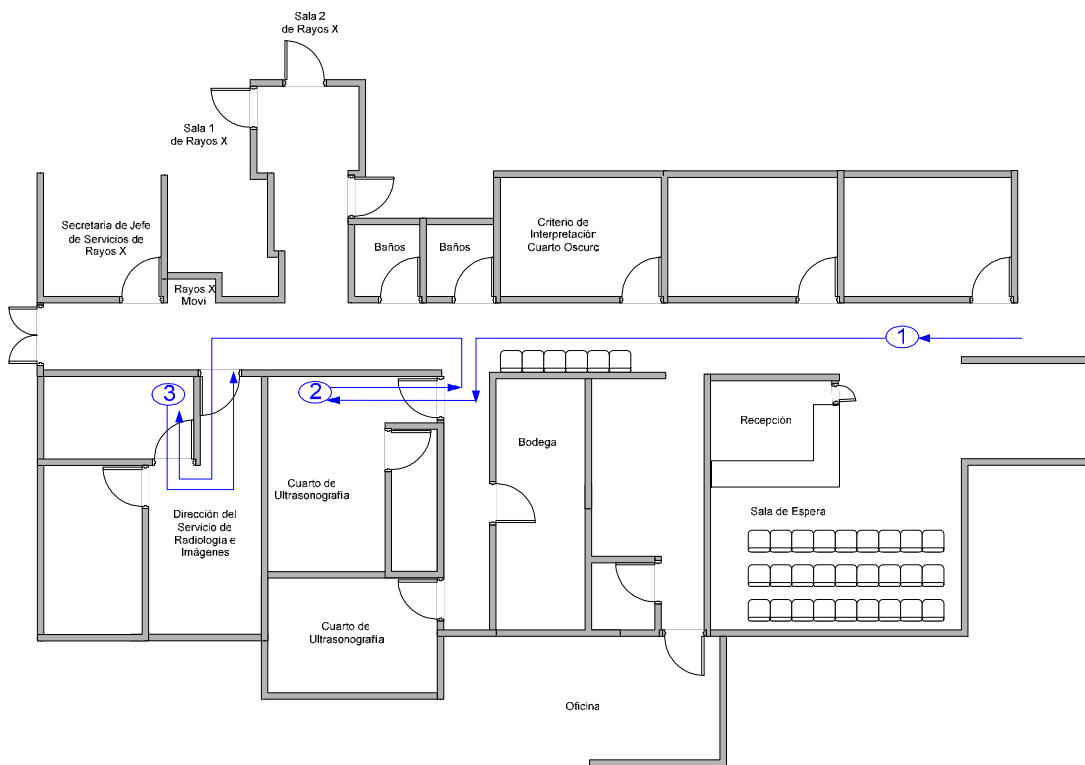


Figura 2.68. Flujo de médicos ultrasonografistas.

1. Los médicos llegan al departamento según su horario de trabajo establecido.
2. Realizan sus labores en el cuarto de Ultrasonografía.

Al terminar de tomar la ultrasonografías a los pacientes de su turno, pasa a la dirección del servicio de radiología e imágenes para realizar la lectura de los exámenes practicados. Una vez leídos, se los entrega a la secretaria transcriptor, los firma y se retira del departamento al finalizar su jornada laboral.

e) Flujo de secretarías del departamento

El flujo de secretarías del departamento se muestra a continuación en la figura 2.69.

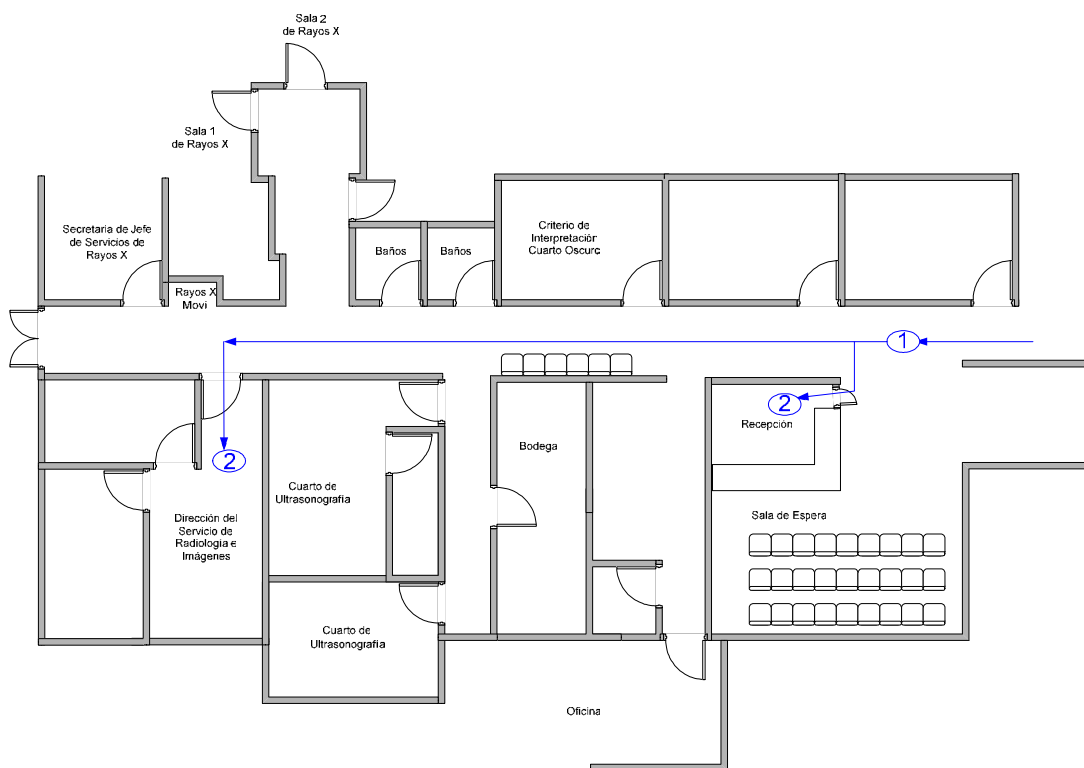


Figura 2.69. Flujo de secretarías del departamento

1. Las secretarías, recepcionista y transcriptor, ingresan al departamento al inicio de su jornada laboral.
2. Cada una de ellas permanece en su lugar de trabajo hasta el final de su jornada.

f) Técnicos de mantenimiento

El flujo de técnicos de mantenimiento se muestra a continuación en la figura 2.70.

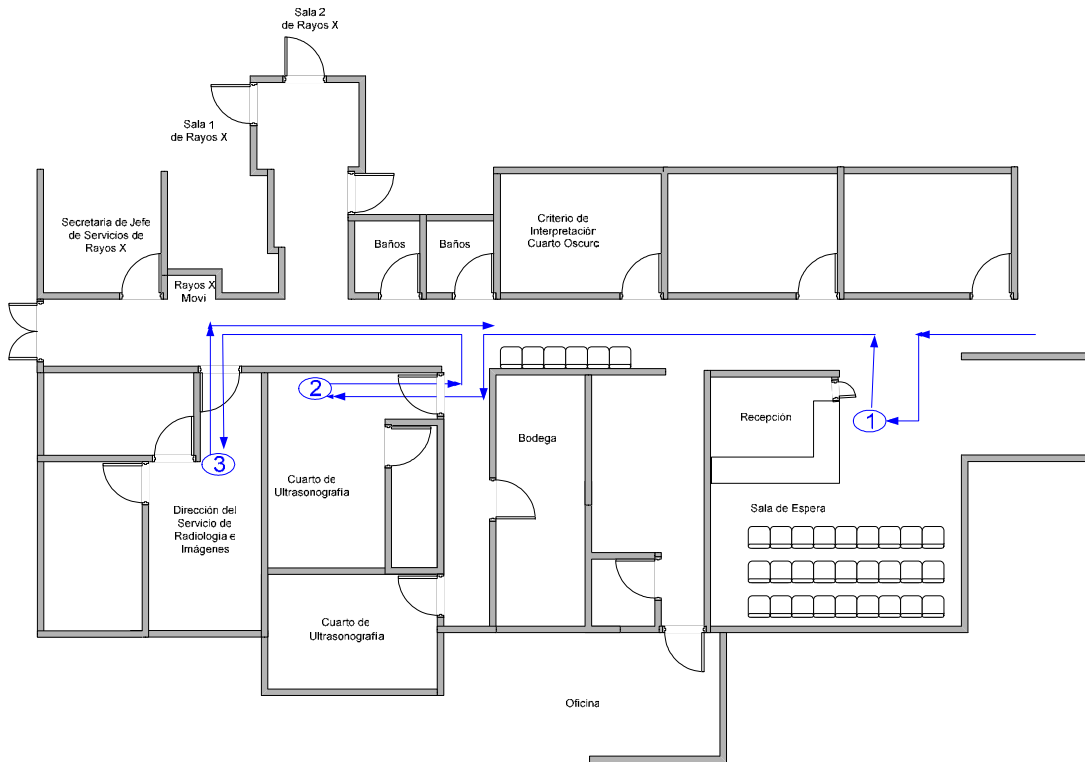


Figura 2.70. Flujo de Técnicos de mantenimiento.

1. Los técnicos de mantenimiento se presentan a la recepción del departamento para verificar la disponibilidad del equipo.
2. Cuando la secretaria les avisa, pasan al cuarto de Ultrasonografía para realizar el mantenimiento a los equipos.
3. Al finalizar el mantenimiento pasan a la dirección del departamento para que sea aprobado el trabajo realizado y posteriormente se retiran.

g) Flujo de insumos

El flujo de insumos se muestra a continuación en la figura 2.71.

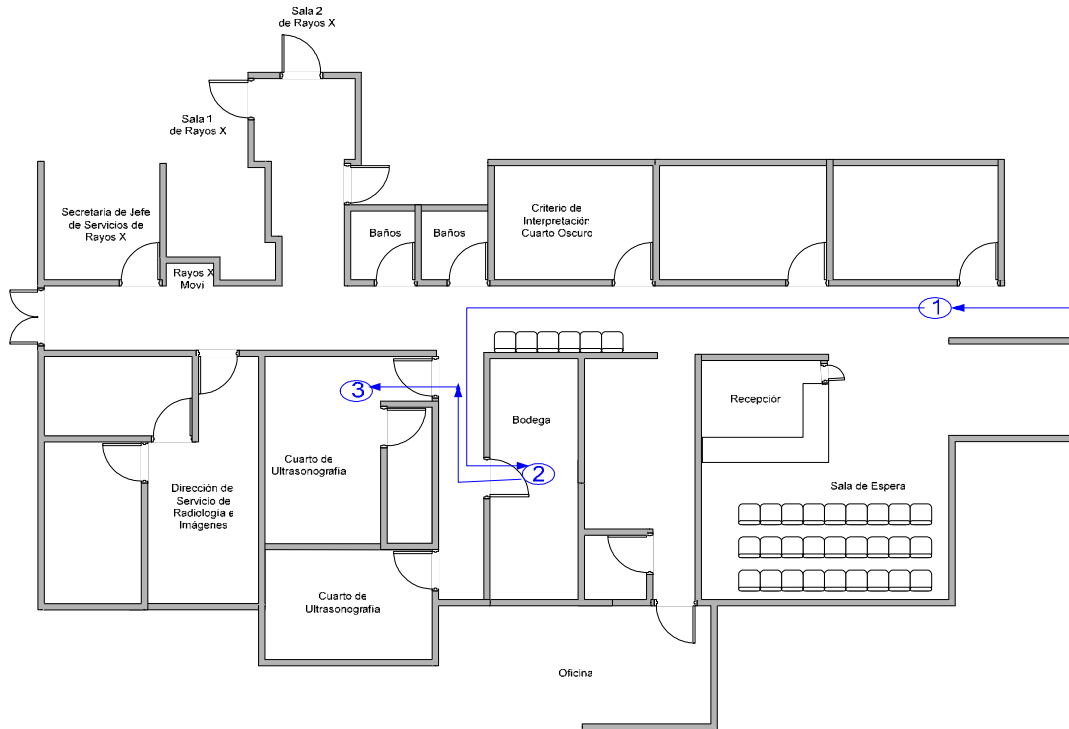


Figura 2.71. Flujo de insumos.

1. Los insumos son adquiridos por el hospital a través de licitaciones públicas o compras directas, según la necesidad del departamento. El encargado de llevar el control y solicitarlos es el jefe de técnicos y personal administrativo. Para solicitarlos se llena una solicitud a almacén central.
2. Los insumos proveídos por almacén central son almacenados en la bodega del departamento.
3. Cuando se ha terminado la existencia en el cuarto de Ultrasonografía, el jefe de técnicos lo descarga de la bodega del departamento a través de un vale.

h) Flujo de ropa

El flujo de ropa se muestra a continuación en la figura 2.72.

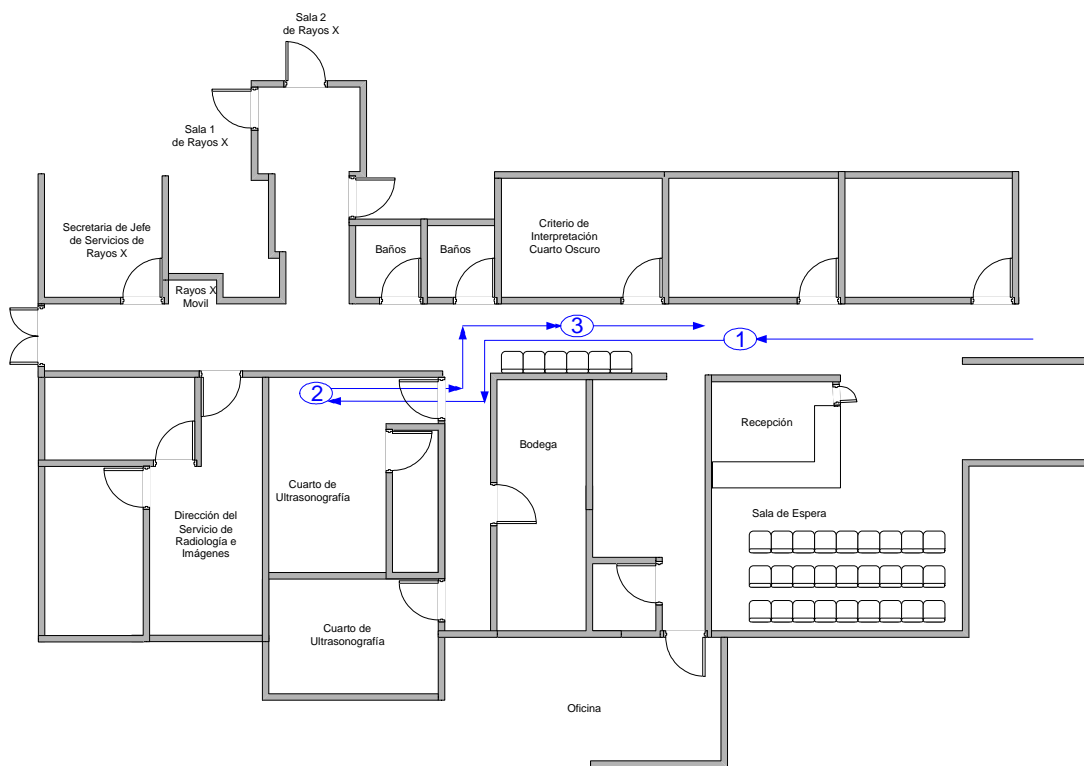


Figura 2.72. Flujo de ropa.

1. La auxiliar de servicio trae de lavandería la ropa limpia, sábanas y batas.
2. Realiza en cambio de ropa en el cuarto de Ultrasonografía, cambia las sucias por las limpias.
3. Traslada la ropa sucia a lavandería.

i) Flujos limpieza y basura

El flujo de limpieza y basura se muestra a continuación en la figura 2.73.

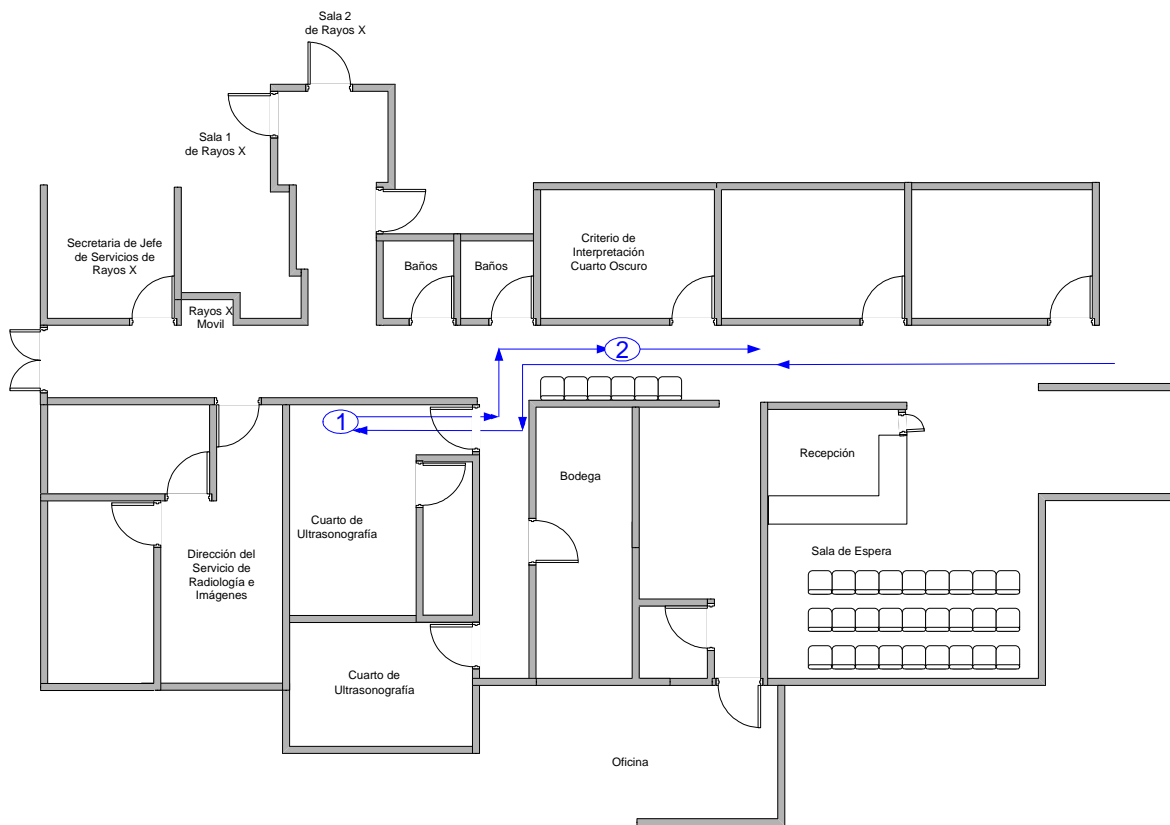


Figura 2.73. Flujo de limpieza y basura.

1. Se realiza limpieza tres veces al día por el personal de limpieza contratado. También se encargan de cambiar las bolsas de basura llenas por bolsas nuevas. La basura se separa en basura común, bolsa negra; y basura infectocontagiosa, bolsa roja.
2. al finalizar la limpieza el personal se retira del departamento llevando consigo las bolsas de basura para trasladarlas al tiradero correspondiente.

2.6.5.5 Interrelaciones

El departamento de Ultrasonografía tiene relación con los departamentos de consulta externa, emergencia, hospitalización en cuanto a que los pacientes de estos departamentos son enviados o llevados a que se les realicen estudios de ultrasonografía. Otro departamento con el que se relaciona es archivo clínico, ya que el resultado de los exámenes de pacientes de consulta externa son llevados hacia archivo clínico.

2.6.5.6 Distribución Arquitectónica y Condiciones Ambientales

El servicio se encuentra en la tercera planta del edificio del hospital, y esta cercano a los ascensores. En la misma planta se encuentra Laboratorio Clínico, exactamente frente a la Recepción de pacientes que se muestra en la figura 2.74.

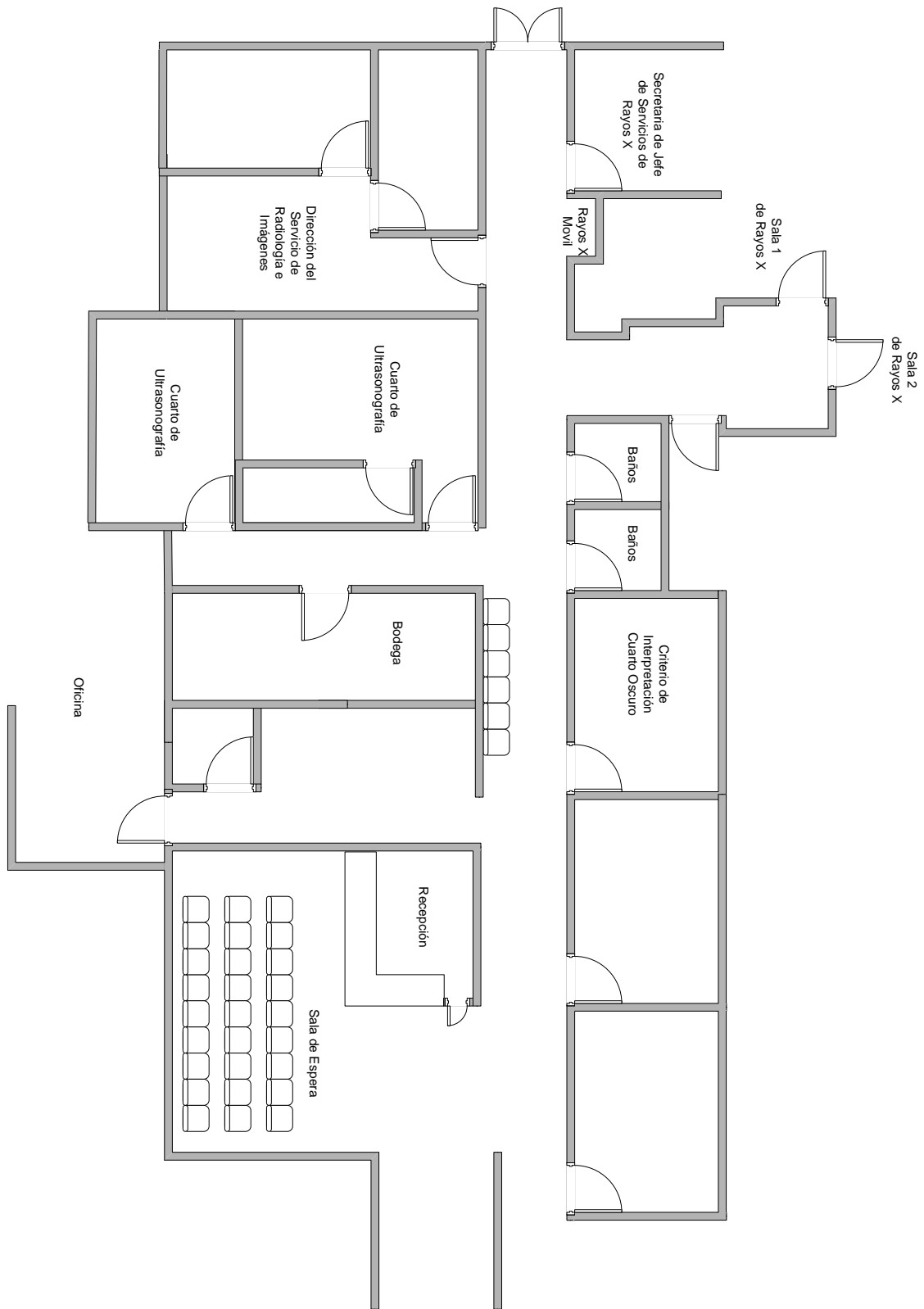


Figura 2.74. Ubicación de la Unidad de U.S. dentro del Servicio de Radiología e Imágenes

Sala de Ultrasonografía

El cubículo de ultrasonografía que se muestra en la figura 2.75, posee aire acondicionado central y Shiller, estos se utilizan independientemente, según las preferencias del medico. Próximamente se habilitará la segunda sala de Ultrasonografía que se encuentra adyacente a la actual, en donde se ubicará uno de los equipos para tener un equipo por cuarto de estudio. La habitación tiene una iluminación de 400 Lux y un nivel de ruido de 50dB con la puerta cerrada. La distribución de luminarias y aire acondicionado de esta sala se muestra en la figura 2.76.

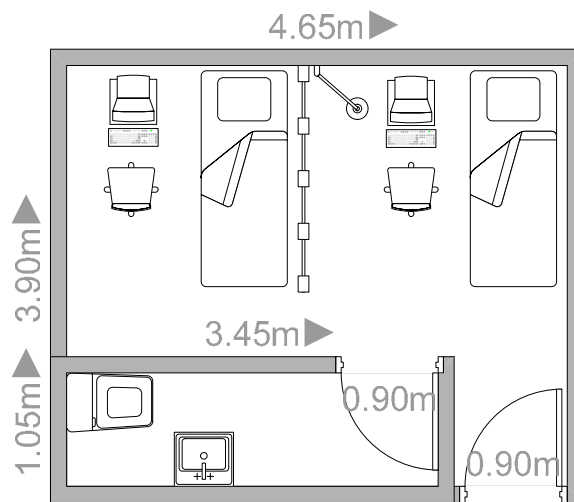


Figura 2.75. Distribución del Cuarto de US

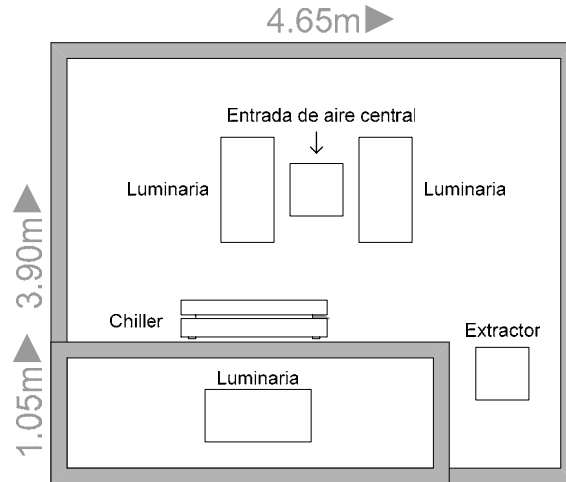


Figura 2.76. Distribución de luminarias y aire acondicionado

2.6.5.7 Carga de Trabajo

En la tabla 2.25 se presenta durante el año 2004, la carga de trabajo de la unidad, siendo los estudios realizados en igual número que los pacientes atendidos.

Mes	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Estudios Realizados	82	220	381	344	454	471	420	501	523	462	448	4306

Tabla 2.25. Carga de Trabajo del Hospital General del ISSS.

Tomado de Informe Mensual de Trabajo de la Unidad de Ultrasonografía durante el año 2004.

2.7 COMPARACIÓN DE SERVICIOS DE ULTRASONOGRAFÍA

2.7.1 Comparación de la Organización de los Servicios de Ultrasonografía

Institución	Clasificación	Nivel	Camas	Ubicación	Encargado	Unidad	Horario	Médico	Tipos de Pacientes	Promedio de estudios mensuales
Hospital de Sonsonate	Hospital General	2do Nivel	185	Departamento de Radiología y Ultrasonografía	Jefe de Departamento	Independiente (funcional)	7a.m. a 1p.m.	Radiólogo	Hospitalización, Emergencia, Pacientes con referencias y Particulares	438
Hospital Bloom	Especializado	3er Nivel	285	Servicio de Imágenes Médicas	Jefe de Departamento	Dentro de la unidad	7 a 11:30a.m. 3 a 5p.m. y Emergencias	Radiólogo	Niños de 0 a 14 años procedentes del hospital, servicios de consulta externa, emergencia, hospitalización y otros establecimientos	455
Hospital de Maternidad	Especializado	3er Nivel	283	Emergencia y Clínica Ginecológica	Jefe de Ultrasonografía	Independientes	7 a 3 ; Sábados de 7:30 a 9:30 y Emergencias	Radiólogo	Pacientes de sexo femenino del hospital, otros hospitales, unidades de salud públicas y pacientes privados.	

Hospital Zacamil	Hospital General	2do Nivel	245	Departamento de Radiología	Jefe de Departamento	Dentro de la unidad	10:30 a 12:30	Radiólogo	Paciente procedente de la 12 unidades de salud, hospitalización, C. Externa y Emergencia	344
Hospital General	Especializado	3er Nivel	340	Departamento de Radiología e Imágenes	Jefe de Departamento	Dentro de la unidad	7 am a 7 pm y Emergencias	Radiólogos o Residentes	Pacientes citados, Hospitalización y Emergencias	359

Tabla 2.26. Organización de los Servicios de Ultrasonografía.

Datos recopilados durante visitas a los Servicios de Ultrasonografía de cada Hospital.

2.7.2 Comparación de Equipos utilizados en los Servicios de Ultrasonografía

Institución	Numero de Equipos	Marca	Modelo	Transductores	Modos de Funcionamiento	Accesorios	Tiempo de Funcionamiento	Frecuencia de Mantenimiento	Encargado de Mantenimiento Actual
Hospital de Sonsonate	1	SIEMENS	Sonoline Prima	<ul style="list-style-type: none"> • Lineal: 7.5 MHz • Convexo multifrecuencia de 2.6, 3.5 y 5 MHz • Sectorial endocavitario de 5, 6.5, 7.5 MHz • Sectorial endocavitario, multifrecuencia, multiplanar de 5, 6, 7.5 MHz (uso endorectal) • Sectorial multifrecuencia de 3.5 y 5MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo A (no se utiliza) • Modo B • Modo M • Modo 2B • Modo 4B 	UPS con batería e Impresor B/N	8 Años	Cada 3 meses	SIEMENS
Hospital Bloom	1	ACUSON	Computed Sonography 128XP/10	<ul style="list-style-type: none"> • 4C1 Convexo multifrecuencia (4,3,2 MHz) • C7, Convexo • 4V2c, lineal, p/ecocardiografía, (4,3,2.5,2 MHz) • V7, 7 MHz, Neonatal • L7 5, 7MHz, Lineal 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo B • B Color • Doppler color • 2D only • Doppler CW • Doppler PW 	<ul style="list-style-type: none"> • Video Grabadora VH • Impresor B/N • UPS Liebert UPStation GXT 	3 Años	Cada 3 meses	SIEMENS
	1	General Electric	RT3200 Advantage-II	<ul style="list-style-type: none"> • LP Convexo de 5 MHz • CA Lineal de 7.5 MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo B • Modo B/M • Modo M 	<ul style="list-style-type: none"> • Impresor Mitsubishi B/N • UPS sin respaldo de batería 	10 Años	Cada 3 meses	TECNIMED

Hospital de Maternidad	1	SIEMENS	Sonoline Adara	<ul style="list-style-type: none"> • 3.5C40S Transversal • Transductor Endovaginal 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo A • Modo B • Modo M 	<ul style="list-style-type: none"> • Impresora B/N/Color • Disquetera • UPS Masterboard con soporte de batería 	10 Años	Cada 3 meses	SIEMENS
	1	SIEMENS	Sonoline SL-1	<ul style="list-style-type: none"> • Endo vaginal • Plano de 7.5 MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo A • Modo B • Modo M 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador de voltaje sin soporte de batería. • Impresor B/N 	15 Años	Cada 3 meses	SIEMENS
	1	SIEMENS	Sonoline SI-250	<p>Mecánicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de 3.5 MHz / Ø 15 • Convexo 5 MHz / Ø 10 <p>Electrónicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endo vaginal 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo M • Modo B • Modo B Duplex 		15 Años	Cada 3 meses	SIEMENS
Hospital Zacamil	1	SIEMENS	Sonoline Sierna	<ul style="list-style-type: none"> • Convexo • Sectorial • Rectal 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo B • Modo M • Doppler • Doppler Color 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador de voltaje con soporte de batería. • Impresor C/B/N 	7 Años	Cada mes	SIEMENS
Hospital General	2	PHILIPS	HDI 1500	<ul style="list-style-type: none"> • Linear array L12-15 38mm • Curved array L9-5 ILY • Curved array L5-2 4OR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo M • Modo M en colores • Modo B • Doppler Color • Doppler Pulsado • Armónicos • 3D 	<ul style="list-style-type: none"> • UPS con respaldo de batería • Impresor Color Sony UP895-MD 	2 Años	Cada 3 meses	EMSAL

Tabla 2.27. Equipos de Ultrasonografía utilizados.

Datos recopilados durante visitas a los Servicios de Ultrasonografía de cada Hospital.

2.7.3 Comparación de Ambientes de Servicios de Ultrasonografía

Institución	Interrelaciones	Área de la Sala	Iluminación	Ruido	Ancho de la puerta	Aire Acondicionado	Cielo Falso	Barreras	Piso	Altura de tomarcorrientes
Hospital de Sonsonate	<ul style="list-style-type: none"> • Emergencia • Partos • Labor de partos • Quirófanos para cesáreas (Nivel 1) 	10.08 m ² 3.6 x 2.8 mts (L x A)	100 Lux	42 dB	1.20 mts.	Shiller	Madera	Concreto	Cemento marmoleado	0.40 y 1.20 mts.
Hospital Bloom	Dentro del Departamento de Imágenes en primer nivel cerca de Emergencias	8.47 m ² 2.64 x 3.21 mts (L x A)	100 Lux	40 dB	1.20 mts.	Tipo de Ventana	Fibra de vidrio	Concreto	Loseta de vinil 0.30 x 0.30	0.30 mts.
		4.21 m ² 1.97 x 2.14 mts (L x A)	125 Lux	46 dB	0.90 mts.	No tiene	Fibra de vidrio	Concreto	Loseta de vinil 0.30 x 0.30	0.40 mts.
Hospital de Maternidad	Clínica Ginecológica	15.74 m ² 4.08 x 3.86 mts (L x A)	200 Lux	40 dB	0.90 mts.	Tipo Mini Split	Fibrolit	Concreto	Cemento coloreado	0.26 mts.
		7.79 m ² 2.02 x 3.86 mts (L x A)	200 Lux	40 dB	0.90 mts.		Fibrolit	Concreto	Cemento coloreado	1.30 mts.
	<ul style="list-style-type: none"> • Emergencia • Rayos X • Laboratorio clínico • Farmacia (Nivel 1) 	8.47 m ² 3.21 x 2.64 mts (L x A)	200 Lux	40 dB	1.20 mts.	Tipo Mini Split	Fibrolit	Concreto	Cerámica	0.15 mts.

Hospital Zacamil	<ul style="list-style-type: none"> • Terapia Respiratoria • Trabajo social (Nivel 1) 	16.52m ² 5.9 x 2.8 mts (L x A)	100 Lux 25 Lux en exámenes	50 dB	1.20 mts.	Shiller y Mini Split	Fibrolit	Concreto	Cemento Coloreado	0.40 mts.
Hospital General	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio Clínico • Emergencia (Nivel 3) 	18.13 m ² 3.90 x 4.65 mts (L x A)	400 Lux	50 dB	0.90 mts.	Shiller y Mini Split	Fibrolit	Concreto	Cemento Coloreado	1.20 mts.

Tabla 2.28. Ambientes de las salas de estudio de Ultrasonografía

Datos recopilados durante visitas a los Servicios de Ultrasonografía de cada Hospital

ÍNDICE

Contenido	Núm. de pág.
3.1 INTRODUCCIÓN	168
3.2 DESARROLLO HISTORICO DEL ULTRASONIDO	169
3.3. DEFINICIÓN Y RANGO DEL ULTRASONIDO	172
3.4 APLICACIONES DEL ULTRASONIDO	174
3.5 PRINCIPIO MATEMATICO Y FISICO DEL ULTRASONIDO	181
3.5.1 Sonido y su comportamiento físico	181
3.5.2 El Sonido como Onda.....	182
3.5.2.1 Propagación de Ondas	185
3.5.2.2 Atenuación.....	186
3.5.2.3 Intensidad	189
3.5.2.4 Impedancia Acústica.....	191
3.5.2.5 Reflexión y Refracción.....	192
3.5.2.6 Reflexión especular y Reflexión difusa.....	195
3.5.2.7 Difracción	196
3.5.3 El Efecto Doppler.....	198
3.6 IMÁGENES EN MEDICINA MEDIANTE ULTRASONIDOS	203
3.6.1 Efectos Biológicos de los Ultrasonidos	203
3.6.2 Generación y Detección del Ultrasonido.....	206
3.6.2.1 El Transductor Para Ultrasonografía Diagnóstica	216
3.6.2.2 Clasificación de los Transductores.....	219
3.6.2.3 Parámetros del Transductor	222
3.6.3 Métodos de Obtener Imagen	237
3.6.3.1 Modo A.....	237
3.6.3.2 Modo B.....	238
3.6.3.3 Modo M	240
3.6.3.4 Modo en Tiempo Real	242
3.6.3.5 Imagen Doppler	243
3.6.3.6 Imagen por armónicos.....	252
3.6.3.7 Ultrasonido en 3D y 4D.....	254
3.6.4 Aplicación Clínica de Tecnologías	256

CAPITULO 3. PRINCIPIOS DE ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

3.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo se ha dividido en cinco temas principales, iniciando con una reseña histórica del desarrollo del ultrasonido orientado principalmente a su aplicación en el diagnóstico médico, a continuación se define el ultrasonido desde el punto de vista del espectro sonoro.

Debido a que el ultrasonido es aplicado en más de una rama de la ciencia también se mencionan algunas de las aplicaciones más comunes e importantes del mismo. Una vez definido y conscientes de que el ultrasonido no es un invento, sino un evento físico natural que puede ser provocado por el hombre se explican los principios matemáticos y físicos del mismo.

Todo el conocimiento general expuesto en los temas de este capítulo permite entender la utilización del ultrasonido en medicina, como un medio para la adquisición de imágenes a partir del principio físico, químico y anatófisiológico, la generación y detección y los métodos de presentar las imágenes.

3.2 DESARROLLO HISTORICO DEL ULTRASONIDO

A partir del siglo XVIII se hace notar el ultrasonido como un fenómeno de la naturaleza, cuando el biólogo italiano, Lazzaro Spallanzani descubre en el año 1700 la existencia de estas ondas, observando cómo los murciélagos atrapaban sus presas.

En la primera mitad del siglo XIX (1803-1853), el físico y matemático austriaco Christian Andreas Doppler presenta su trabajo sobre el "Efecto Doppler" observando ciertas propiedades de la luz en movimiento, que eran aplicables a las ondas del ultrasonido. Sobre la base de este estudio los japoneses cien años más tarde desarrollarían lo que hoy conocemos como la aplicación del "Efecto Doppler" en ultrasonido.

En el año 1883, Galton investigó los límites de la audición humana, fijando la frecuencia máxima a la que podía oír una persona. Llegó a la conclusión de que los sonidos con frecuencias inaudibles por el ser humano, presentaban fenómenos de propagación similares al resto de las ondas sonoras, aunque con una absorción mucho mayor por parte del aire.

En la segunda mitad del siglo XIX los hermanos Pierre y Jacques Curie descubren las propiedades de algunos cristales conocidas como "Efecto piezoeléctrico", lo cual sirve de base para las diversas utilidades de las ondas de ultrasonido.

A comienzos del siglo XX, se realiza una de las primeras aplicaciones en el área de la marina, después de que el físico francés Paul Langevin inventara el Sonar, en el cual se basó el posterior desarrollo de los equipos usados en la aviación y luego en medicina terapéutica y diagnóstica.

Terminada la segunda Guerra Mundial, comienza el desarrollo de equipos diagnósticos en medicina, cuando grupos de investigadores japoneses, americanos y de algunos países europeos trabajan paralelamente para fabricar los primeros prototipos de equipos para diagnóstico médico en modo A (Analogue), y posteriormente en modo B (Bright) con imagen analógica (Ver figura 3.1).

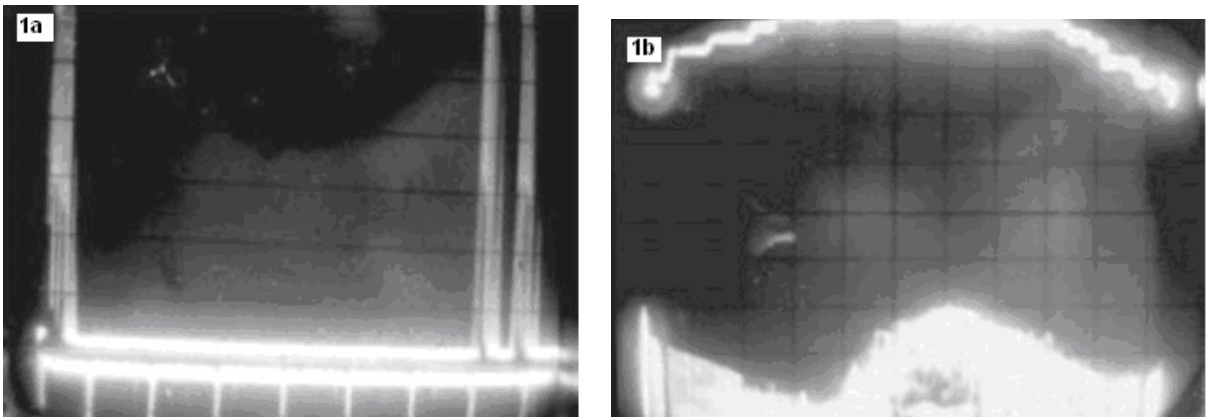


Figura 3.1. Primeras imágenes obtenidas con ultrasonidos de un quiste ovárico.
a: Imagen en modo A. b: imagen en modo B.

Fuente: Página de Internet de la Revista Chilena de Radiología Vol. 10, Historia del Ultrasonido

Luego de varios años de desarrollo, en la década de 1950, el ultrasonido es aceptado por las sociedades médicas como instrumento de diagnóstico en medicina, dando origen a una variedad de trabajos de investigación en distintas áreas de aplicación.

En esta época los equipos eran de gran tamaño y ocupaban espacios considerables. No existía aún el gel conductor y los pacientes eran sumergidos en un estanque lleno con una solución conductora como el agua y debían permanecer sin moverse durante la adquisición de las imágenes (ver figura 3.2).

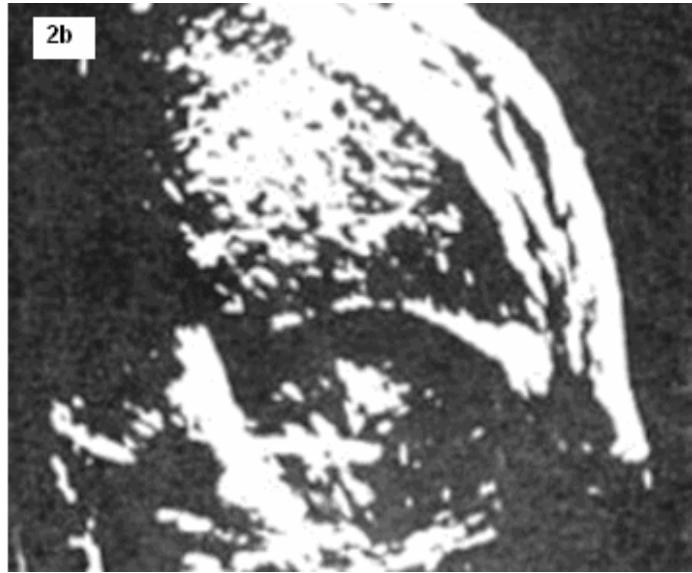


Figura 3.2. Año 1957.a: Uno de los primeros equipos utilizados en diagnóstico médico. b: Imagen del riñón derecho y parte del hígado obtenida con transductor que giraba alrededor del cuerpo sumergido en una batea con agua.

Fuente: Página de Internet de la Revista Chilena de Radiología Vol. 10, Historia del Ultrasonido

A comienzos de la década de los 70 se introduce el "scan converter" con el cual se logran las primeras imágenes de la anatomía en escala de grises. A fines de esta misma década, se agregan los microprocesadores controlados, logrando finalmente imágenes en tiempo real de alta resolución. Así, progresivamente quedan obsoletas las máquinas estáticas con brazos articulados y lenta adquisición de las imágenes. La aceptación clínica es mayor y más rápida ya que existe una perspectiva real para el uso masivo de esta técnica inocua, de bajo costo y portátil.

Hacia fines de los años 70 y comienzos de los 80, además de los equipos estáticos, se utilizaban los transductores mecánicos sectoriales.

Durante las tres últimas décadas, las técnicas ultrasónicas se han desarrollado de tal manera, que los ultrasonidos pueden actualmente considerarse una rama importante de la física, que tienen numerosas aplicaciones en la vida diaria.

Actualmente el ultrasonido se emplea para diagnosticar embarazos normales, complicados, etc. Se obtienen fotografías con impresoras de computadoras y se distinguen las partes principales de los fetos durante el embarazo.

3.3. DEFINICIÓN Y RANGO DEL ULTRASONIDO

La ultrasónica, es la rama de la física que se ocupa del estudio de las ondas de sonido de alta frecuencia, generalmente por encima de 20.000 hercios (Hz), es decir, más allá de las frecuencias audibles, esta, tiene muchas aplicaciones en diferentes campos de la física, la química, la tecnología y la medicina.

El ultrasonido es la única forma de onda longitudinal asociada con el sonido y que no es de la naturaleza electromagnética. Según el espectro sonoro (ver figura 3.3), el ultrasonido se puede definir como la vibración de las partículas cuya frecuencia esta por encima del umbral superior de audición humana (20 KHz).

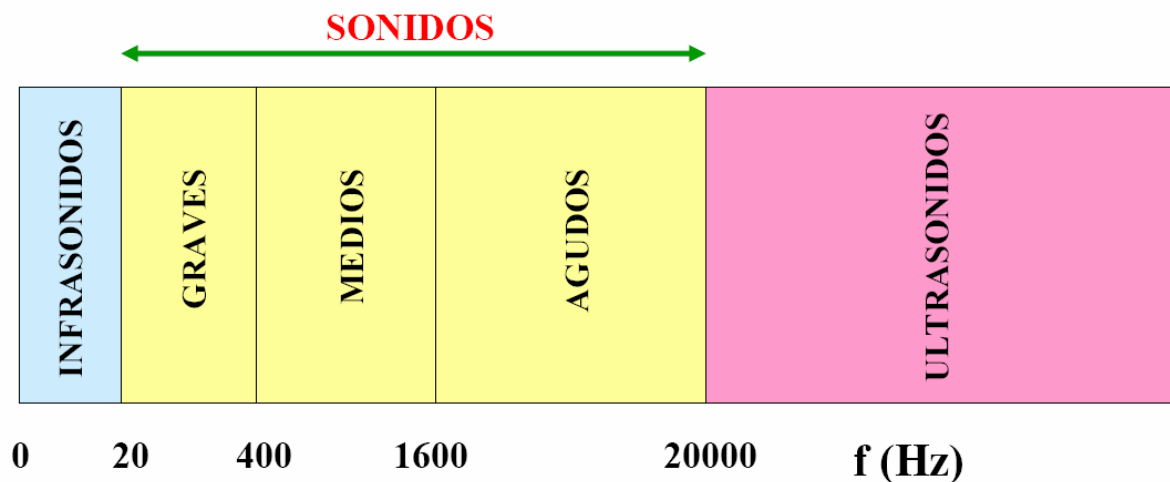


Figura 3.3. Espectro sonoro

Fuente: Ultrasonidos, A.P. CRACKNELL

A continuación, en la figura 3.4, se muestran las características más importantes de los tres grandes grupos más sobresalientes que conforman el espectro sonoro: infrasonidos, sonidos y ultrasonidos.

- a) Infrasonidos
Frecuencia inferior a 20 Hz
No audibles para humanos

- b) Sonido
Frecuencia comprendida entre
20 Hz y 20 KHz

- c) Ultrasonidos
Frecuencias superiores a 20 KHz
No audibles para humanos

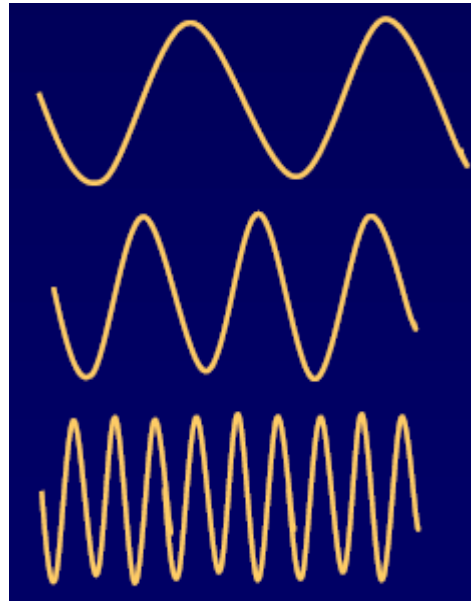


Figura 3.4. Ondas representativas de infrasonido, sonido y ultrasonido

El ultrasonido es un fenómeno físico que se estudia en la acústica. La acústica es la física del sonido. La teoría fundamental de la acústica trata de las vibraciones y de las propagaciones de las ondas.

Los ultrasonidos son aquellas ondas sonoras cuya frecuencia es superior al margen de audición humano, es decir, 20 KHz aproximadamente. Las frecuencias utilizadas en la práctica pueden llegar, incluso, a los gigahertzios. En cuanto a las longitudes de onda, éstas son del orden de centímetros para frecuencias bajas y del orden de micras para altas frecuencias.

Para la obtención de imágenes de diagnóstico, el rango de frecuencias típicamente usadas va de 1 a 10 MHz. Las ondas de ultrasonidos son vibraciones mecánicas que requieren de un medio de transmisión. Manifiestan las propiedades de las ondas normales, como son, la reflexión, refracción, y difracción, pudiendo ser intencionadamente dirigidas, enfocadas y reflejadas.

3.4 APLICACIONES DEL ULTRASONIDO

Numerosos son los factores que intervienen en los ultrasonidos y son claves para el estudio de sus aplicaciones: frecuencia, potencia radiada, duración de las radiaciones, pérdidas en el medio, etc. También hay que considerar los efectos que produce sobre el medio por el que se transporta la onda de ultrasonido: desplazamiento de las partículas, presión acústica, etc. Existen varios parámetros que clasifican tecnológicamente un equipo de ultrasonido. Entre ellos están:

- a) Potencia
- b) Frecuencia
- c) Longitud de la señal (Sistemas Continuo o Pulsado)

a) Potencia.

Los equipos de ultrasonidos se clasifican según la potencia que generan, dando lugar a una clasificación en dos grupos de alta y baja potencia. Estas dos áreas relativas deben su división al hecho de sí el ultrasonido cambia alguna propiedad del material (alta potencia) o sencillamente solo es utilizado para la medición o diagnóstico (baja potencia). Desde el punto de vista metrológico los equipos de alta potencia generan potencia del orden de los watts (y kwatts) y los equipos de baja, están en un intervalo de miliwatts. Esta división no es exacta, pero más o menos dan una idea de lo que es alta o baja potencia. Entre los equipos de alta potencia se pueden mencionar: limpiadores ultrasónicos, sistemas de soldaduras, lavadoras, eliminadores de burbujas, nebulizadores para asmáticos, equipos de terapia ultrasónica; entre los de baja potencia están: defectoscopía ultrasónica, medidores de nivel y de flujo.

b) Frecuencia.

Hay tres regiones no formales del uso de los ultrasonidos. Existe una zona de baja frecuencia que se puede ubicar en el intervalo de 25 KHz hasta cercano a 1 MHz.

Otro intervalo importante (medio) cubre de 1 MHz a 10 MHz, donde se ubican los equipos médicos de diagnóstico. Por encima de 10 MHz se clasifica como alta frecuencia.

c) Longitud de la señal.

Las aplicaciones médicas e industriales se dividen de acuerdo al tipo de señal que generan los transductores, continua o pulsada. En la señal pulsada, los pulsos pueden tener diferentes longitudes y existen dos variantes, de acuerdo al tipo de transmisor que se utilice, que puede ser del tipo escalón o del tipo RF (Radio Frecuencia); la frecuencia de oscilación obliga al sensor a trabajar en régimen forzado. Evidentemente la eficiencia aquí dependerá de cuan cercano esté a la resonancia. En la señal continua el transductor es excitado mediante una transición de voltaje, lo cual hace que este siga por inercia realizando una serie de ciclos de oscilación de acuerdo a las características físicas del sensor, donde la frecuencia obtenida estará determinada por las frecuencias propias del transductor.

A continuación se describen algunas de las aplicaciones del ultrasonido:

a) Guiado y sondeo

Una de las principales aplicaciones de los ultrasonidos es la que tiene que ver con los sensores para guiado y sondeo, por ejemplo sondeo del fondo del mar, navegación de submarinos, detección de bancos de pescado, guiado de robots con navegación autónoma, etc.

Este uso de los ultrasonidos, a modo de radar, es utilizado por animales, concretamente por los murciélagos, cuyo sentido del oído está muy desarrollado, llegando incluso a escuchar frecuencias cercanas a los 100 KHz. La idea es que estos animales emiten pulsos ultrasónicos que rebotan en los

objetos de alrededor. Los ecos son procesados y el murciélago puede llegar a tener una verdadera visión tridimensional del ambiente.

El funcionamiento genérico en este tipo de aplicación es bastante simple: se trata de emitir pulsos ultrasónicos y contar el tiempo que tardan en regresar. De este modo, conociendo la velocidad de propagación, se puede estimar la distancia recorrida por la onda (ida y vuelta al obstáculo).

Otro importante ejemplo es el sonar, utilizado desde hace tiempo en dispositivos de detección y comunicación llamados sonares, de gran importancia en la navegación actual y en la guerra submarina. Este aparato se basa en el principio del radar para poder estudiar el espacio marino y detectar obstáculos en la trayectoria de submarinos, bancos pesqueros, icebergs, etc.

b) Medicina y biología

El ultrasonido en la medicina es una técnica diagnóstica, en la que un sonido de frecuencia muy alta es dirigido hacia el organismo como herramienta de diagnóstico. Los ultrasonidos son frecuentemente más reveladores que los rayos X, que no son tan útiles para detectar las sutiles diferencias de densidad que aparecen en ciertas formas de cáncer.

Cuando las ondas ultrasónicas atraviesan un tejido, se ven más o menos reflejadas según la densidad y elasticidad del tejido. La idea, es inyectar ultrasonidos a través de la piel en el organismo del paciente (baja intensidad, en torno a unos pocos miliwatts). Estos se reflejan a medida que vayan pasando de unos medios a otros (interfases tisulares) y los ecos (reflexión del sonido) son procesados y digitalizados para producir una imagen móvil y mostrarlos finalmente en una pantalla o una fotografía. El sonido es producido por un cristal que oscila a una frecuencia superior a 1 MHz. Se utiliza un transductor para transmitir el sonido y recibir los ecos. Debe estar en contacto

íntimo con la piel, sobre la que se extiende una sustancia gelatinosa para mejorar la acústica. El aire, hueso y otros tejidos calcificados absorben casi todo el haz de ultrasonidos, por lo que esta técnica no es útil para determinar el estado de los huesos o pulmones. Sin embargo, los fluidos conducen bien los ultrasonidos, por lo que es una técnica muy empleada en el diagnóstico de quistes (que están llenos de líquido), para explorar estructuras que contienen líquido, como la vejiga, o el hígado y las vías biliares, y para visualizar el feto en el saco amniótico.

Lo más novedoso en esta materia es la creación de ecografías tridimensionales, que se caracterizan por ser imágenes con una calidad realmente impresionante y en color. Este tipo de ecografías ayudan a la detección precoz de malformaciones y defectos genéticos.

Los ultrasonidos se utilizan para explorar el sistema arterial, el corazón, el páncreas, la cavidad peritoneal, el tracto urinario, los ovarios, el sistema venoso y la médula espinal. Su aplicación más conocida es la exploración del feto durante el embarazo.

Cuando se utilizan para explorar el corazón, se denomina ecocardiografía. La ecocardiografía se emplea en el estudio de cardiopatías congénitas, enfermedades de las arterias coronarias, tumores del corazón y, de forma especial, para las alteraciones de las válvulas cardíacas.

Los ultrasonidos son también útiles para guiar intervenciones quirúrgicas, por ejemplo durante la amniocentesis[♦] o para introducir una aguja de biopsia en una región determinada.

El ultrasonido Doppler se emplea para medir el flujo de un líquido corporal, por ejemplo, el flujo sanguíneo.

Las ondas ultrasónicas se han empleado para tratar afecciones como bursitis[♦], diferentes tipos de artritis reumática, gota o lesiones musculares, y también para destruir cálculos renales.

Con un bisturí ultrasónico, un cirujano puede realizar una incisión más fina que con un escalpelo convencional[♦]. Este tipo de técnicas se ha empleado para operaciones delicadas en el cerebro y el oído.

En fisioterapia se han utilizado con éxito dispositivos diatérmicos en los que se emplean ondas ultrasónicas para producir calor interno como resultado de la resistencia de los tejidos a las ondas.

Científicos de universidades británicas sugieren que la energía de estas ondas se pueda usar para que aumente la cantidad de medicamento que puede entrar en las células. La base está en que los ultrasonidos crean poros en las membranas celulares que regulan de algún modo la entrada de fármacos en la célula. Otras investigaciones se centran en el control del flujo sanguíneo cerebral, lo cual sería de gran ayuda a los médicos para prevenir crisis en este órgano.

c) Tratamiento de productos alimenticios

Desde hace unos años, se han venido desarrollando numerosas técnicas para el tratamiento de los alimentos. Frente a los métodos tradicionales, como la refrigeración, el ahumado[♦], la pasteurización[♦], entre otros, se están imponiendo otros nuevos como las altas presiones o los ultrasonidos.

Lo primero que se puede decir, es que estas técnicas están en investigación. La aplicación de ultrasonidos se llama de procesado mínimo, puesto que la idea es destruir los microorganismos que dañan los alimentos pero sin cambiar la apariencia externa de los mismos. Lo que hacen las ondas ultrasónicas es

destruir la membrana celular de estos organismos, provocándoles la muerte como es lógico. De todas formas, esta técnica no es válida para cualquier producto puesto que algunos conducen muy bien los ultrasonidos y otros no.

Últimamente se está investigando también en la aplicación de ultrasonidos a la purificación del agua, concretamente para la limpieza de filtros. La clave está en el fenómeno de la cavitación: si se logra que produzcan burbujas y que estas colisionen limpiando la suciedad de los filtros se tendrá un excelente método para depurar el agua.

Las técnicas ultrasónicas también tienen su aplicación en el cálculo del porcentaje de grasa de un alimento. Esto se debe a que hueso, músculo y grasa poseen impedancias acústicas distintas, luego se puede medir el grosor del tejido graso y hacer una estimación del total de grasa contenido en el cuerpo.

d) Aplicaciones físicas

Las aplicaciones físicas de los ultrasonidos se centran, esencialmente en la medida de las propiedades elásticas y las condiciones de propagación en los sólidos. La idea aquí es, simplemente, el estudio de la propagación de un ultrasonido en el material.

Otras aplicaciones se centran en el estudio de explosiones, determinación de las propiedades físicas de líquidos y gases, localización de baches de aire (fundamental para la navegación aérea), etc.

e) Aplicaciones químicas

Los ultrasonidos también tienen aplicaciones en el campo de la química. Su principal función aquí es la de activar ciertos compuestos con el fin de acelerar las reacciones químicas en los procesos de fabricación de materiales organo-

metálicos. En los últimos años, se ha creado una nueva rama de la química: la Sonoquímica[♦], con un futuro interesante.

f) Aplicaciones técnicas

La utilización de los ultrasonidos en la industria es variada. Es posible encontrar detectores de defectos en piezas metálicas, medición de espesor de las mismas, apertura automática de puertas, etc.

Los ultrasonidos también se emplean para producir emulsiones, como la leche homogeneizada o las de las películas fotográficas, y para detectar fallos en materiales industriales.

Quizá una de las aplicaciones técnicas más importantes sea la soldadura de plásticos por ultrasonidos. Ventajas hay muchas: no es necesario un precalentamiento, es muy rápido, no genera contaminantes, la unión es en general mejor que con otros métodos, etc. Normalmente es necesaria una presión de los materiales a unir pero, en las soldadoras más modernas, no es fundamental. Las frecuencias de trabajo se sitúan entre los 20 y 40 KHz y la potencia es del orden de algunos miles de watios.

Los ultrasonidos con frecuencias de gigahercios pueden utilizarse en "microscopios acústicos" que pueden visualizar detalles de sólo 1 micrómetro (una millonésima de metro).

En la figura 3.5 se muestran algunas de las aplicaciones mencionadas anteriormente, ubicadas en el espectro de frecuencia del ultrasonido:

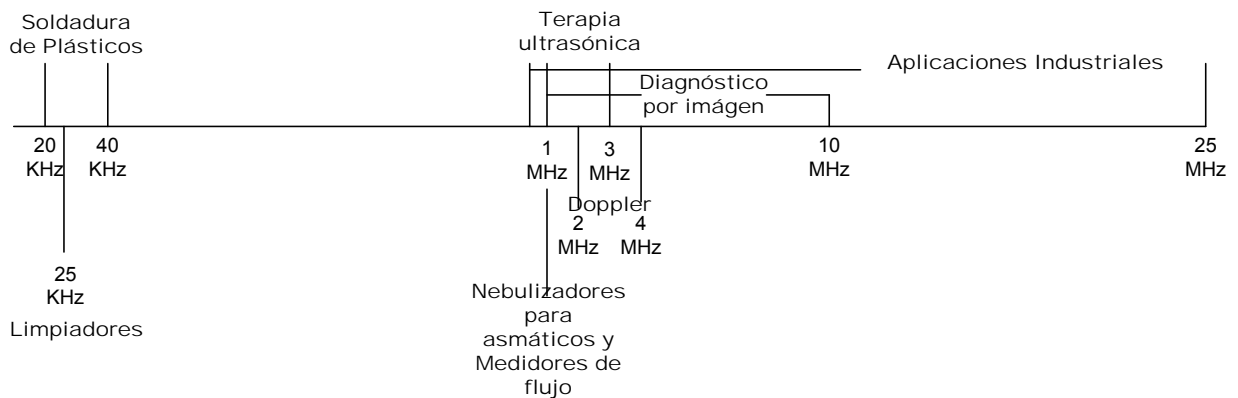


Figura 3.5. Espectro de frecuencia del ultrasonido

Fuente: Ultrasonidos, A.P.CRACKNELL

3.5 PRINCIPIO MATEMATICO Y FISICO DEL ULTRASONIDO

El fundamento de la Ultrasonografía reside en la visualización de las modificaciones de los rayos ultrasónicos al atravesar medios de diferente densidad e impedancia acústica, para ello se deben entender todos los efectos físicos que afectan las ondas sonoras cuando viajan por un medio.

3.5.1 Sonido y su comportamiento físico

El sonido es una vibración mecánica de la materia, y se propaga gracias a la elasticidad de los materiales, que permite que las partículas de los mismos vibren alrededor de su punto de reposo, no teniendo lugar, pues, un desplazamiento neto de dichas partículas.

Las ondas de Ultrasonido son vibraciones o distorsiones que consisten en zonas alternas de compresión en un medio físico ya sea un material gaseoso, líquido o sólido. Es decir, las ondas ultrasónicas son producidas por una fuente definida, que para el caso de interés, pueden ser cristales semiconductores que presentan en

forma destacada el llamado efecto piezo-eléctrico, cuyo fundamento consiste en someter el cristal a una presión, la cual cambia la distribución de sus electrones libres, lo que genera una diferencia de potencial eléctrico. Y a la inversa, si al mismo cristal se le aplica una diferencia de potencial eléctrico entre sus caras, genera una deformación estructural del cristal.

La llegada de una presión sonora a uno de estos cristales causa una diferencia de potencial que puede ser registrado (receptor o transductor de presión). Del mismo modo, al aplicar una diferencia de potencial a sus caras genera una compresión del aire, lo se conoce como sonido (emisor). Si la diferencia de potencial que se aplica a un cristal es alterna, se genera una onda sonora de compresión de igual frecuencia, esto puede apreciarse en las fases de compresión y descompresión, en la figura 3.6. De esta manera, el mismo cristal puede utilizarse como emisor y receptor de ondas ultrasónicas.

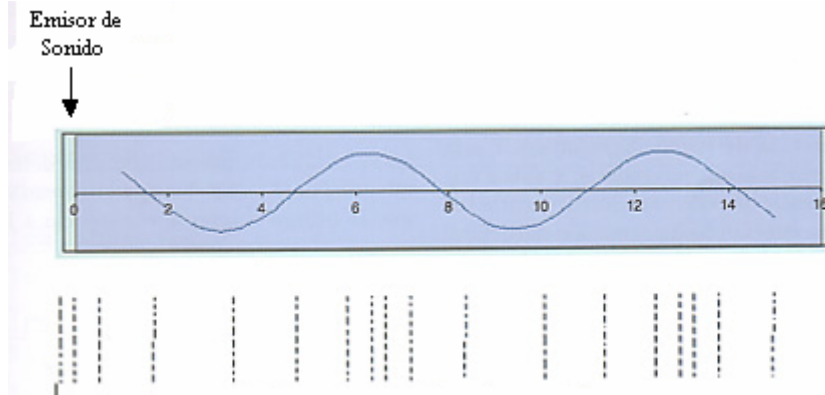


Figura 3.6 Fases de Compresión y descompresión

3.5.2 El Sonido como Onda

Los ultrasonidos son sonidos (vibraciones mecánicas) que tienen una frecuencia por encima del nivel audible. Al igual que el sonido, los ultrasonidos viajan a través de un medio con una velocidad definida y en forma de una onda, pero, a diferencia de las

electromagnéticas, la onda del sonido es un disturbio mecánico del medio mediante el cual se transporta la energía del sonido.

Como toda onda, las sonoras se caracterizan por ciertas características:

- a) Amplitud
- b) Frecuencia
- c) Longitud de Onda

a) Amplitud

La amplitud (A) de la onda, es la diferencia entre un cruce por cero y cualquiera de los picos, como se puede apreciar en la figura 3.7. La amplitud de una onda de sonido es el desplazamiento máximo de una partícula en un medio determinado por la presión aplicada por la energía del sonido.

La amplitud de la señal ultrasónica esta directamente relacionada a su potencia, la cuál es expresada en watts (W) o sus unidades como mili watts o micro watts, y está relacionada a la señal eléctrica aplicada al transductor, la eficiencia del transductor y la eficiencia del acoplamiento entre el transductor y el tejido. El nivel de energía de la señal es medido en Joules (J) o watt-segundo, en el cual $1 \text{ J} = 1 \text{ Watt-segundo}$.

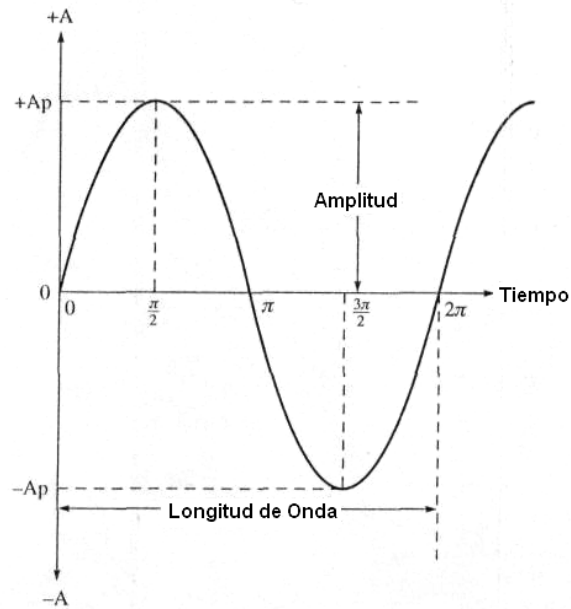


Figura 3.7. Amplitud de una onda

b) Frecuencia

El tiempo que transcurre entre dos instantes consecutivos en que las condiciones de perturbación del medio transmisor son iguales, se denomina Período (T). La frecuencia (f) es el número de períodos en la unidad de tiempo. Se mide en Hertz (símbolo Hz) o ciclos/segundo. Entonces matemáticamente la frecuencia es el valor inverso del período ($f=1/T$).

c) Longitud de Onda (λ)

Es la distancia entre dos puntos ubicados en la trayectoria de la onda que presentan igual vibración (o que vibran en igual fase).

En toda onda, su frecuencia y su longitud de onda son inversamente proporcionales. De esta manera mientras más elevada es la frecuencia de una onda, necesariamente su longitud de onda es más corta (pues el producto de ambas es constante para el mismo medio). Si C es la velocidad de transmisión de una onda ultrasónica en ese medio. Entonces, C esta relacionada con la longitud de onda λ y la frecuencia f .

$$C = \lambda f \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Como se ve en la ecuación (3.1), la velocidad de transmisión de una onda ultrasónica en un medio resulta ser independiente de la intensidad o cantidad de energía transmitida.

La velocidad del sonido en el aire y agua son respectivamente, 331 m/seg, 1430 m/seg. Por lo tanto a 5MHz un haz ultrasónico tiene una longitud de onda de 0.286 mm en el agua, con una velocidad de 1430 m/seg. Dado que la frecuencia se mantiene sin cambiar cuando una onda de sonido pasa de un medio a otro, el cambio resultante se experimenta en la longitud de onda y la dirección de la propagación se determina por el principio de refracción. Así como en las ondas de luz, las ondas de sonido siguen los principios de reflexión, refracción y superposición.

3.5.2.1 Propagación de Ondas

Las ondas de sonido propagan energía mecánica causando vibraciones periódicas en un medio continuo y elástico; estas no se pueden propagar en el vacío, dado que no hay partículas de materia en él. La energía inicial crea un movimiento mecánico de una partícula por medio de la compresión y la distorsión, la cual es propagada a través de partículas vecinas, dependiendo de la densidad y la elasticidad del material en el medio.

Para el ultrasonido las dos formas de onda son la propagación longitudinal y la propagación transversal:

a) Propagación Longitudinal:

En la propagación de forma longitudinal, las ondas se propagan en la misma dirección que se transmiten las zonas de compresión y de distorsión, es decir el movimiento local del medio alcanzado por la perturbación se efectúa en la dirección de avance de la onda.

b) Propagación Transversal:

En la propagación transversal, las ondas se propagan en dirección ortogonal (en ángulos rectos o perpendiculares) a la dirección de las zonas de compresión y de distorsión, es decir, en aquellas en que la vibración de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

La propagación transversal ocurre cuando la onda se propaga a lo largo de un medio como la superficie de un contenedor de agua o la superficie de un hueso. Mientras la principal forma es la propagación longitudinal, puede ocurrir una transformación en propagación transversal. La conversión esta asociada con una pérdida significativa del nivel de señal. En medios líquidos y tejidos se propagan bien las ondas longitudinales y, en cambio, las transversales son rápidamente amortiguadas.

3.5.2.2 Atenuación

Muchas propiedades mecánicas como la densidad, la elasticidad y la viscosidad, y las propiedades de dispersión causan la atenuación de las ondas de sonido en un medio. Así como con la radiación electromagnética, la pérdida de la energía de las ondas de sonido ocurre cuando las ondas se propagan en un medio. El coeficiente de atenuación se expresa en unidades de dB/cm y depende de la frecuencia de las ondas de sonido.

Al desplazarse los ultrasonidos por el cuerpo explorado se produce una pérdida de amplitud o atenuación, debida a las propiedades no elásticas de la materia, pudiéndose establecer para cada medio homogéneo un coeficiente de atenuación. La atenuación es la perdida de las ondas del ultrasonido al atravesar los tejidos según la absorción de estos. A mayor frecuencia mayor atenuación y menor penetración en el tejido de la onda ultrasónica. En la tabla 3.1 se muestra la absorción relativa de algunos tejidos.

MATERIAL	ABSORCIÓN (dB/cm)
Agua	0,002
Sangre	0,20
Grasa	0,63
Cerebro	0,85
Hígado	0,94
Riñón	1,00
Tejido Muscular	2,50
Aire	12,0
Tejido Óseo	20,0

Tabla 3.1. Absorción relativa de algunos tejidos

Fuente: Página Web Bases Físicas de Ultrasonido, Ginec obstetricia 2000, <http://español.geocities.com>

Las distintas clases de tejidos del cuerpo absorben y dispersan los ultrasonidos de diversas maneras. Las frecuencias más altas se absorben y dispersan (atenúan) más fácilmente que las más bajas. Por consiguiente, para alcanzar los tejidos más profundos es necesario utilizar estas últimas, ya que las ondas tienden menos a desviarse al atravesar las estructuras intermedias. Las frecuencias más altas proporcionan más detalles pero son menos penetrantes.

Cuando una onda de ultrasonido viaja a través de un medio. Su intensidad se reduce en función de la distancia. Ya que la intensidad es una medida de la energía en movimiento a través de un área, cualquier cosa que reduzca la energía por unidad de área del haz ultrasónico, atenúa el haz. Existen tres componentes importantes de la atenuación: dispersión, divergencia y absorción. La divergencia y la dispersión, de un haz que sea paralelo, reduce la intensidad del haz ultrasónico en función de la distancia.

Si una onda ultrasónica plana viaja a través de un medio, se entrega energía a este, en forma de energía inelástica y representa una pérdida debido a la transformación de la misma en un movimiento aleatorio de moléculas (calor). Distinto a la dispersión y a la divergencia, la absorción es función tanto de la distancia como de la frecuencia.

Considerando que la onda ultrasónica es descrita por una ecuación unidimensional para la propagación de una onda plana en una dirección x , la solución de la amplitud de la onda en función de la distancia, esta dado por:

$$A_x = A_0 e^{-\mu x} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Donde A_0 es la amplitud de la onda en $x= 0$, A_x es la amplitud en una distancia x , y μ es el coeficiente de atenuación.

La intensidad en cualquier punto x puede describirse como sigue:

$$I_x = I_0 e^{-2\mu x} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

Donde I_0 es la intensidad inicial del haz ultrasónico e I_x es la intensidad en cualquier punto definido como x . El coeficiente de atenuación varía proporcionalmente con la frecuencia. De manera que a más alta frecuencia, mayor atenuación del haz ultrasónico en una distancia dada.

De acuerdo a las ecuaciones 3.2 y 3.3 el coeficiente de atenuación se puede expresar en función de la amplitud como se ve en la ecuación 3.4:

$$\mu = -\frac{1}{2x} \ln \frac{A_x}{A_0} \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

Y en función de la intensidad como lo expresa la ecuación 3.5:

$$\mu = -\frac{1}{2x} \ln \frac{I_x}{I_0} \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

3.5.2.3 Intensidad

La intensidad acústica es una magnitud que da idea de la cantidad de energía que está fluyendo por el medio como consecuencia de la propagación de la onda. Se define como la energía que atraviesa por segundo una unidad de superficie dispuesta perpendicularmente a la dirección de propagación. Equivale a una potencia por unidad de área; la potencia es la energía transferida y se expresa en unidades de watts o joules por segundo. La intensidad de una onda sonora es proporcional al cuadrado de su frecuencia y al cuadrado de su amplitud y disminuye con la distancia al foco.

La energía viaja a través de un medio con una velocidad de onda c ; esta energía que pasa a través de una unidad de área en un determinado tiempo es igual a la energía total contenida en un área y una longitud L , igual a la velocidad de la propagación de la onda dividida por unidad de tiempo. Puede expresarse de la siguiente forma:

$$L = \frac{c}{\text{tiempo}} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

Para expresar intensidades sonoras se emplea una escala cuyas divisiones son potencias de diez y cuya unidad de medida es el decibelio (dB). Ello significa que una intensidad acústica de 10 decibelios corresponde a una energía diez veces mayor que una intensidad de cero decibelios; una intensidad de 20 dB representa una energía 100 veces mayor que la que corresponde a 0 decibelios y así sucesivamente.

La intensidad de una región I , es proporcional a la presión y se mide por la potencia por unidad de área. Por ejemplo, la intensidad de las ondas de sonido puede ser expresada en miliWatts/cm². Mediante, el decibel o dB, se puede expresar los niveles de intensidad relativa y esta dado por:

$$\text{Intensidad relativa en decibeles dB} = 10 \log_{10} \frac{I_1}{I_2} \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Donde I_1 e I_2 son los valores de la intensidad de la energía de sonido que están siendo comparados. Por ejemplo, una onda incidente de intensidad I_1 pierde su intensidad cuando viaja a través de una región. Si esta intensidad en esta región es entonces I_2 , la pérdida puede ser calculada por la ecuación 3.7 y puede ser expresada en dB. De tal manera que un pulso acústico de 100mW/cm^2 puede convertirse en 1mW/cm^2 después de una pérdida de 30dB. Algunos ejemplos de intensidades comunes pueden apreciarse en la tabla 3.2

Nivel de sonido	Nivel de intensidad (dB)	Ruidos Típicos
Muy Fuerte	130	
	120	Motor de propulsión
	110	Martilleo violento de una plancha de acero
	100	Proximidades de un tren expreso
Fuerte	90	Martillo neumático
	80	Música radiofónica alta
	70	Interior de un tren con ventanas abiertas
Moderado	60	Calle de mucho tráfico, conversación en voz alta
	50	Oficina media
	40	Interior de un restaurante
Débil	30	Calle suburbana en una tarde tranquila
	20	Susurro débil
	10	Sonidos débiles audibles
Silencio	0	Umbral de Audición

Tabla 3.2. Niveles aproximados de intensidad de algunos ruidos típicos.

Fuente: Ultrasonidos, A.P.CRACKNELL.

3.5.2.4 Impedancia Acústica

La impedancia acústica Z_a de un material es una medición de la oposición a la propagación de las ondas de sonido. Esta se define como el producto de la densidad y la velocidad de propagación del sonido en un medio. Se caracteriza como la medida de la eficiencia con la cual una señal se propaga en el material. La unidad de la impedancia acústica, es el Rayl, en la cuál $1 \text{ Rayl} = 1 \text{ Kg/m}^2\text{s}$ o $1 \text{ Rayl} = 0.1 \text{ g/cm}^2\text{s}$. La impedancia acústica es descrita por la ecuación 3.8:

$$Z_a = \zeta V \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

Donde

Z_a es la impedancia acústica en Rayls

ζ es la densidad del medio en gramos por centímetros cúbicos (g/cm^3)

V es la velocidad del sonido en el medio en centímetros por segundo (cm/s)

La impedancia acústica, Z_a , es una propiedad del medio y es independiente del grosor del medio. Es una cantidad real, ya que la componente imaginaria no es significativa en el material biológico. En la tabla 3.3 se muestra la gran diferencia de impedancia que existe entre el aire y agua o aire y tejido; por tal motivo, cuando se explora un paciente es necesario interponer entre la sonda emisora y la piel un gel que elimine la capa de aire.

Material o tejido	Z ($\text{g/cm}^2 \text{ segundos}$) $\times 10^{-3}$
Aire	0.0001
Agua	1.5
Grasa	1.4
Sangre	0.0161
Riñón	1.6
Hígado	1.6
Músculo	1.7
Hueso Craneal	8.0

Tabla 3.3. Impedancia (Z) acústica característica de algunos materiales y tejidos corporales.

Fuente: Tratado de Radiología Clínica, Diagnóstico por Imagen Vol. I

Las ondas de ultrasonido pueden ser reflejadas, refractadas y atenuadas, dependiendo de los cambios en la impedancia acústica de los medios. La densidad y las propiedades elásticas de un medio juegan un papel significativo en la propagación del sonido. Como sea, las propiedades comunes de la propagación de las ondas de sonido en términos de reflexión, refracción, dispersión y atenuación son similares a las experimentadas con las ondas de luz.

3.5.2.5 Reflexión y Refracción

Cuando una onda alcanza la superficie de separación de dos medios de distinta naturaleza se producen, en general, dos nuevas ondas, una que retrocede hacia el medio de partida y otra que atraviesa la superficie límite y se propaga en el segundo medio. El primer fenómeno se denomina reflexión y el segundo recibe el nombre de refracción.

La reflexión lleva consigo una inversión del sentido del movimiento ondulatorio cuando la incidencia es normal, es decir, cuando la dirección, en la que avanza la onda es perpendicular a la superficie reflectante. Si la incidencia es oblicua se produce una especie de rebote, de modo que el movimiento ondulatorio reflejado cambia de dirección, pero conservando el valor del ángulo que forma con la superficie límite.

El fenómeno de la refracción supone un cambio en la velocidad de propagación de la onda, cambio asociado al paso de un medio a otro de diferente naturaleza o de diferentes propiedades. Esta variación de velocidad da lugar a un cambio en la dirección del movimiento ondulatorio. Como consecuencia, la onda refractada o transmitida se desvía un cierto ángulo respecto del incidente.

La refracción se presenta con cierta frecuencia debido a que los medios no son perfectamente homogéneos, sino que sus propiedades y, por lo tanto, la velocidad de propagación de las ondas en ellos, cambian de un punto a otro. La propagación del

sonido en el aire sufre refracciones, dado que su temperatura no es uniforme. En un día soleado las capas de aire próximas a la superficie terrestre están más calientes que las altas y la velocidad del sonido, que aumenta con la temperatura, es mayor en las capas bajas que en las altas. Ello da lugar a que el sonido, como consecuencia de la refracción, se desvíe hacia arriba. En esta situación la comunicación entre dos personas suficientemente separadas se vería dificultada. El fenómeno contrario ocurre durante las noches, ya que la tierra se enfría más rápidamente que el aire.

Por definición, los ángulos de reflexión (r) y refracción (R) son medidos con ángulos agudos a una línea normal (Figura 3.8), esta línea normal es una recta imaginaria perpendicular a la superficie de separación de los dos medios en el punto de contacto de la onda.

En la reflexión el ángulo de incidencia (θ_i) y el ángulo de reflexión (θ_r) son iguales.

$$\theta_i = \theta_r \quad (\text{Ecuación 3.9})$$

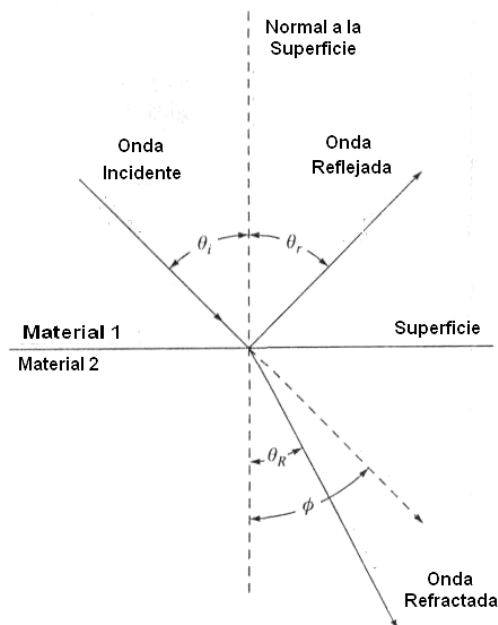


Figura 3.8 Reflexión y Refracción

El índice de refracción (n) está definido como la relación de la velocidad de la onda en el aire (o en el vacío para ondas electromagnéticas) con la velocidad de la onda en el medio, la cual es:

$$n = \frac{V_{\text{aire}}}{V_{\text{medio}}} \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

Para la refracción en el plano de separación entre dos medios, material 1 y material 2 de la figura 3.8; la onda incidente, la onda refractada y la normal se encuentran en un mismo plano; según la ley de Snell y teniendo en cuenta los valores de los índices de refracción resulta:

$$n_1 \text{sen} \theta_i = n_2 \text{sen} \theta_R \quad (\text{Ecuación 3.11})$$

Donde θ_i es el ángulo de incidencia, θ_R es el ángulo de refracción y n_1 y n_2 reciben los nombres de índices de refracción de los dos medios respectivamente. De acuerdo con la teoría de ondas:

$$n_1 = \frac{c}{c_1} \quad n_2 = \frac{c}{c_2} \quad (\text{Ecuación 3.12})$$

Donde c_1 y c_2 son las velocidades de las ondas ultrasónicas en los dos medios y c es la velocidad del sonido en el aire.

El índice relativo de refracción es además igual a la relación de la velocidad media.

$$N_{2-1} = \frac{c_1}{c_2} \quad (\text{Ecuación 3.13})$$

El índice relativo de refracción entre dos medios (N_{2-1}) se encuentra midiendo el ángulo de incidencia θ_i y el ángulo de refracción θ_R en los dos medios.

$$N_{2-1} = \frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_R} \quad (\text{Ecuación 3.14})$$

Donde

N_{2-1} es el índice relativo de refracción

θ_i es el ángulo de incidencia

θ_R es el ángulo de refracción

c_1 es la velocidad de la onda en el primer medio

c_2 es la velocidad de la onda en el segundo medio

Considerando las ecuaciones anteriores, (3.13) y (3.14) se deduce una nueva ecuación que relaciona los ángulos de incidencia y de refracción con las dos velocidades.

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_R} = \frac{c_1}{c_2} \quad (\text{Ecuación 3.15})$$

De la ecuación anterior se puede concluir algo acerca del comportamiento de las ondas de ultrasonido. En general, y con pocas excepciones las ondas tienden a tener una velocidad más alta en materiales densos que en materiales menos densos. Por lo tanto de esta ecuación se puede concluir que:

- a) θ_R es menor que θ_i , cuando las ondas incidentes cruzan un material denso
- b) θ_i es mayor que el θ_R cuando la onda incidente cruza materiales menos densos

3.5.2.6 Reflexión especular y Reflexión difusa.

La Reflexión especular es un único rayo incidente que resulta de un solo rayo reflejado. En los sistemas de ultrasonido médico, esto ocurre muy pocas veces porque se requiere de una superficie plana que sea grande comparada con la longitud de onda de la señal (como cuando una onda de ultrasonido golpea un material muy denso y grande, especialmente en un ángulo elevado). En la mayoría

de las situaciones, la superficie es rugosa y por lo tanto esto produce una reflexión difusa en lugar de una reflexión especular.

La reflexión difusa le da realce a la dispersión; la señal de ultrasonido reflejada es enviada en varias direcciones en lugar de enviarse a una sola. La dispersión también ocurre cuando la onda incide en pequeñas áreas que tienen una gran densidad y que no poseen tejido. Aunque tanto la dispersión como la difracción pueden ocurrir en esa situación, la dispersión predomina cuando el objeto es pequeño en comparación a la longitud de onda de la señal. La reflexión especular y la reflexión difusa se pueden apreciar en la Figura 3.9.

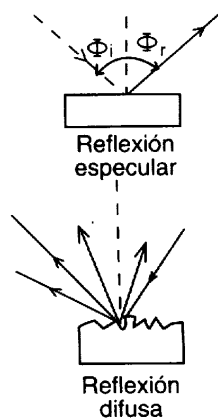


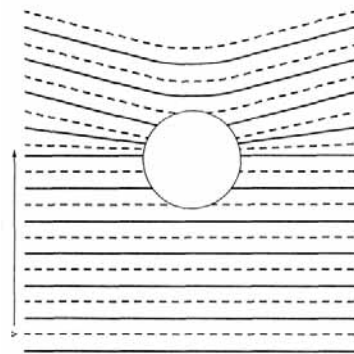
Figura 3.9. Reflexión especular y Reflexión difusa

3.5.2.7 Difracción

Las ondas son capaces de traspasar orificios y bordear obstáculos interpuestos en su camino. Así, cuando una fuente de ondas alcanza una placa con un orificio o rendija central, cada punto de la porción del frente de ondas limitado por la rendija se convierte en foco emisor de ondas secundarias todas de idéntica frecuencia. Los focos secundarios que corresponden a los extremos de la abertura generan ondas que son las responsables de que el haz se abra tras la rendija y bordee sus esquinas. En los puntos intermedios se producen superposiciones de las ondas secundarias que

dan lugar a zonas de intensidad máxima y de intensidad mínima típicas de los fenómenos de interferencias. La difracción puede distorsionar la información de la señal, una representación gráfica, se muestra en la figura 3.10.

Estos fenómenos que caracterizan la difracción de las ondas dependen de la relación existente entre el tamaño de la rendija o del obstáculo y la longitud de onda. Así, una rendija cuya anchura sea del orden de la longitud de la onda considerada, será completamente bordeada por la onda incidente y, además, el patrón de interferencias se reducirá a una zona de máxima amplitud idéntica a un foco. Cuando una rendija es ancha en comparación con la longitud de onda del movimiento, la difracción es insignificante y difícil de detectar.



Difracción de la onda

Figura 3.10. Difracción de la onda

Conforme se aleja de la fuente emisora, el haz sónico se hace más amplio, fenómeno que se conoce como *difracción* y que afecta a la resolución lateral. Por otra parte, cuando las ondas son emitidas en fases ordenadas, pueden sumarse sus efectos en forma útil, pero si en cambio se emite fuera de fase van a causar interferencias nocivas para fines de diagnóstico.

3.5.3 El Efecto Doppler

La frecuencia de un sonido está determinada por la frecuencia de la vibración que lo origina siempre que la fuente que lo emite y quien lo percibe estén ambos en reposo. Cuando, ya sea la fuente o el receptor, están en movimiento, el sonido percibido presenta una frecuencia que depende de la velocidad.

El efecto Doppler establece el cambio de frecuencia de un sonido de acuerdo al movimiento relativo entre la fuente del sonido y el observador. Este movimiento puede ser de la fuente, del observador o de ambos.

Cuando se acerca el emisor resulta que las ondas se comprimen aumentando la frecuencia de las ondas por delante de él y disminuyendo por detrás. Y cuando el receptor es que se acerca al emisor se tiene que el receptor va alcanzando las ondas que se le acercan antes de lo previsto. En ambos casos el acercamiento provoca un aumento de la frecuencia percibida y el alejamiento una disminución.

En la figura 3.11, un observador O está en reposo y una fuente emisora F de ondas de sonido está en movimiento, sucede que debido al avance de la fuente, los frentes de ondas se comprimen en el sentido del movimiento. Es como si cada frente de ondas tendiera a alcanzar al emitido en un instante anterior. Lo contrario sucede en el sentido opuesto al movimiento y los frentes de ondas se separan. El movimiento de la fuente da lugar, en definitiva, a frentes de ondas excéntricos, es decir, que giran alrededor de un punto que no es su centro.

El cambio en la distancia entre los frentes de ondas equivale a una modificación en la longitud de onda λ , correspondiente y consiguientemente en la frecuencia observada. La nueva frecuencia (f') puede expresarse en términos matemáticos en la forma:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{(\lambda \pm v_f \cdot T)} \quad (\text{Ecuación 3.16})$$

Donde v es la velocidad del sonido y v_f la velocidad de la fuente. El término $v_f \cdot T$ representa el espacio que recorre la fuente en un intervalo de tiempo igual a un periodo T y, por tanto, la corrección que hay que aplicar a la longitud de onda λ (espacio recorrido por el sonido en un periodo T) medida en ausencia de movimiento. Dicha corrección es positiva cuando la fuente se acerca al observador y negativa cuando se aleja de él.

En la figura 3.11 se puede comprender mejor este cambio de frecuencia, puede considerarse primero la propagación por un medio que se encuentra en reposo. Asumiendo que una fuente de ultrasonidos, de frecuencia ν , se mueve hacia un observador estático con velocidad v_s . Inicialmente se encuentran la fuente en S_1 y el observador en O , con $S_1O = ct$. En un tiempo t la fuente recorrerá una distancia $v_s t$ hacia el punto S_2 y las ondas ultrasónicas que ocuparían normalmente, si surgiesen de una fuente estacionaria, la distancia $S_1O (= ct)$, se apretarán en el espacio S_2O . De esta manera. La longitud de onda del ultrasonido se reducirá de λ a λ' donde:

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{S_2O}{S_1O} = \frac{ct - v_s t}{ct} = \frac{c - v_s}{c} \quad (\text{Ecuación 3.17})$$

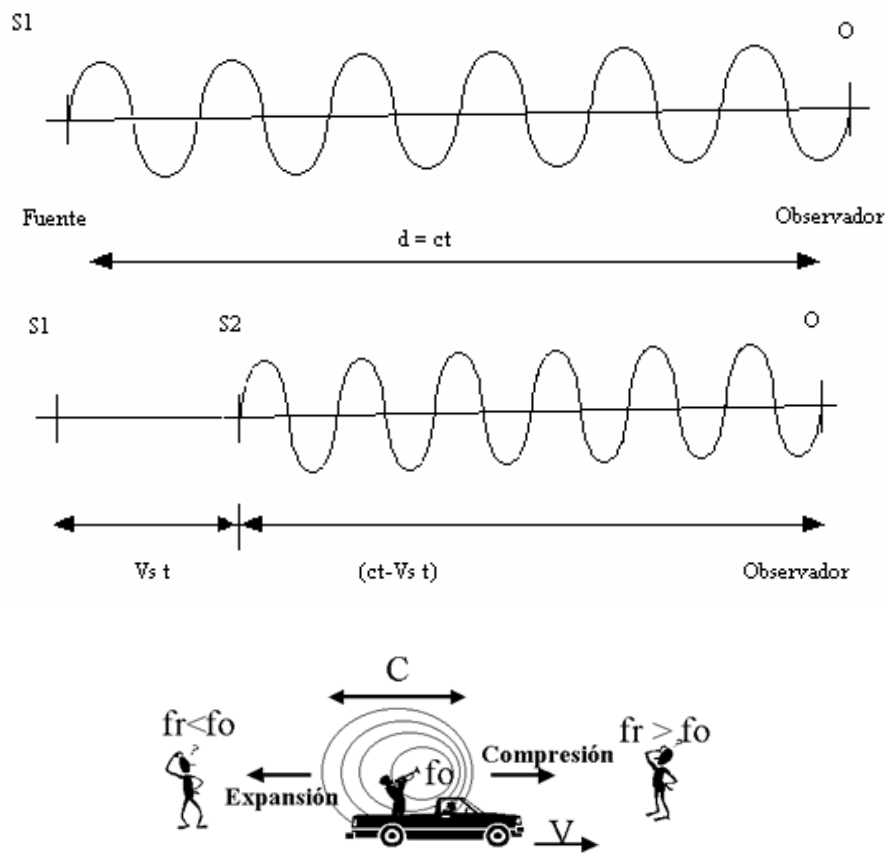


Figura 3.11 Diagrama que ilustra el efecto Doppler consistente en la variación de la longitud de onda de una fuente en movimiento.

Igualmente la frecuencia observada viene dada por:

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{c}{c - v_s} \quad (\text{Ecuación 3.18})$$

Esto es, la frecuencia de la fuente que se aproxima resulta ser más elevada que la de la misma fuente en reposo. Si la fuente se aleja del observador, se tendrá un cambio de signo en el denominador del lado derecho de la ecuación 3.16. Se puede evitar el empleo de dos ecuaciones distintas usando esta misma ecuación 3.16 y adoptando un convenio de signo, ver figura 3.12. También se puede demostrar que si un observador se aleja de una fuente estacionaria, con velocidad v_o , la frecuencia observada será:

$$v' = \frac{c - v_0}{c} v \quad (\text{Ecuación 3.19})$$

La cual es más pequeña que v . Empleando el convenio de signos que define a v_0 positivo si tiene el mismo sentido que c y negativo si tiene sentido opuesto (ver figura 3.13), tanto si la fuente como el observador están en movimiento.

$$v' = \frac{c - v_0}{c - v_s} v \quad (\text{Ecuación 3.20})$$

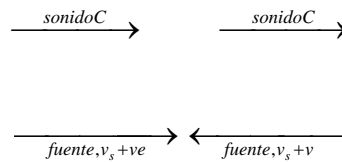


Figura 3.12. Fuente en movimiento; convenio de signos para la fórmula del efecto Doppler.

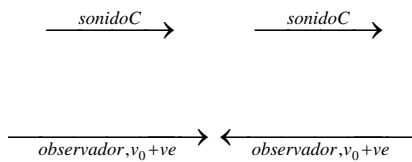


Figura.3.13. Observador en movimiento; convenio de signos para la fórmula del efecto Doppler

Se puede comparar esto al caso de un medio en movimiento, para el cual la frecuencia permanezca inalterada y cambien únicamente la velocidad y longitud de onda. Aquí, para una fuente o un observador en movimiento (figura 3.12 y 3.13), la velocidad es lo que no varía y la frecuencia y longitud de onda las que cambian.

La variación de frecuencia en el caso de la ecuación 3.21 es

$$\Delta v = v' - v = \left(\frac{c - v_0}{c} \right) v - v = \frac{v_0}{c} v \quad (\text{Ecuación 3.21})$$

Una formula similar, puede obtenerse de la ecuación 3.20. En todos estos casos simplificados, se ha supuesto que c , v_s y v_o son las velocidades según la línea que une la fuente con el observador (o las componentes respectivas sobre esta línea).

En el caso de un observador estacionario que recibe ultrasonidos de una fuente estacionara, después de la reflexión del ultrasonido en un espejo que se mueve con una velocidad v_r (ver figura 3.14), puede considerarse que la imagen de la fuente retrocede con una velocidad $2v_r$, de manera que la ecuación 3.21 da como resultado:

$$\Delta v = -\frac{2v_r}{c} v \quad (\text{Ecuación 3.22})$$

Así el efecto Doppler ultrasónico proporciona un método directo para determinar la velocidad de un objeto en movimiento.

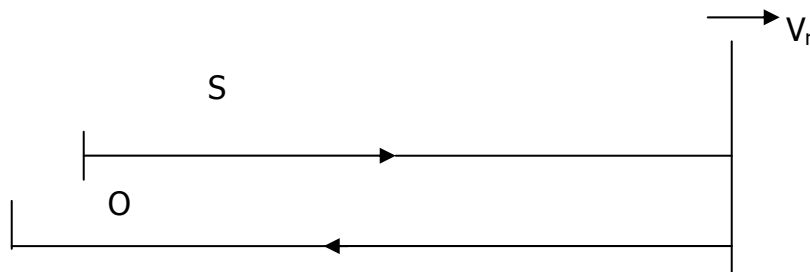


Figura 3.14. Efecto Doppler para un reflector en movimiento.

El cambio en la frecuencia percibida u observada es llamada frecuencia Doppler, $f_{doppler}$, y esta dada por:

$$\Delta f = \frac{2fv \cos \theta}{c} \quad (\text{Ecuación 3.23})$$

Donde

v es la velocidad de el objeto o la fuente en movimiento

f es la frecuencia original

c es la velocidad de el sonido en el medio

θ es el ángulo incidente de el objeto

El principio que se expresa en esta formula, predice que el ultrasonido que puede reflejar una partícula, cambiara de frecuencia de acuerdo con la velocidad y la dirección del movimiento.

Dicha ecuación expresa algunos factores importantes:

1. La relación entre el cambio de frecuencia y velocidad es directa.
2. Al aumentar la velocidad de las partículas, aumenta el cambio de frecuencia Doppler en igual proporción.

3.6 IMÁGENES EN MEDICINA MEDIANTE ULTRASONIDOS

3.6.1 Efectos Biológicos de los Ultrasonidos

En la Ultrasonografía, los impulsos ultrasónicos tienen una frecuencia entre 1 y 10MHz. La duración del impulso es aproximadamente de un microsegundo y los impulsos se repiten unas 1000 veces por segundo. Los distintos tejidos alteran las ondas de diferentes maneras: mientras que algunos las reflejan directamente, otros las dispersan en forma de ecos antes de que vuelvan al transductor. Las ondas atraviesan los tejidos a diferentes velocidades (por ejemplo, a 1540 metros por segundo en los tejidos blandos).

En un ecógrafo, se permite que el transductor alterne las fases de emisión (y que dure unos pocos microsegundos), con las de recepción (de unos pocos milisegundos).

Los impulsos ultrasónicos reflejados que detecta el transductor han de ser amplificados en el escáner. Los ecos de las profundidades del cuerpo están más atenuados que los procedentes de partes más superficiales, por lo que necesitan más amplificación. Los escáneres de ultrasonografía cuentan con reguladores que permiten alterar la sensibilidad global (umbral) del instrumento, así como amplificar más o menos los ecos procedentes de distintas profundidades.

Cuando los ecos vuelven al transductor, es posible reconstruir un mapa bidimensional de todos los tejidos que se han interpuesto en los haces. La información se almacena en un ordenador y se expone en un monitor. Los ultrasonidos pueden modificar de alguna manera la materia, mediante dos mecanismos:

- a) Mecanismo térmico
- b) Mecanismo de cavitación

a) Mecanismo térmico

Por el calor que produce la absorción de la energía del ultrasonido. Este efecto es totalmente despreciable, pues el calor se disipa rápidamente por convección, conducción y radiación, sin que se aprecie un aumento significativo de la temperatura.

El aumento de la temperatura del tejido producida por la absorción del ultrasonido varía de acuerdo al tejido al cual el ultrasonido es aplicado tanto como de la frecuencia, intensidad, y duración del ultrasonido. La tasa promedio de calentamiento es proporcional al coeficiente de absorción del tejido en el que se aplica una frecuencia de ultrasonido. El coeficiente de absorción aumenta cuando aumenta la cantidad de colágeno del tejido en proporción a la frecuencia del ultrasonido. De este modo altas temperaturas son logradas en tejidos con alto contenido de colágeno y con la aplicación de ultrasonido de alta frecuencia. Cuando el coeficiente de absorción es alto, el aumento de la temperatura es distribuido en un pequeño volumen en

tejidos más superficiales que cuando el coeficiente de absorción es bajo, cuando se cambia el coeficiente de absorción se altera la distribución del calor pero no cambia la cantidad total de calor que esta siendo entregada.

Durante la aplicación del ultrasonido el cambio en la temperatura del tejido es también afectado por otros factores como la absorción. Esto incluye el enfriamiento debido a la circulación sanguínea a través del tejido; calentamiento por las ondas de ultrasonido reflejadas, particularmente en regiones de la interfase tejido blando - hueso; y el calentamiento por conducción de un área tibia o calentada a otra.

Como promedio la temperatura del tejido blando ha demostrado aumentos de 0,2 °C por minuto, con ultrasonido entregado a 1 W/cm² a 1 MHz. El número de las variables desconocidas incluyendo la tensión de cada tejido, la cantidad de circulación, y la distancia de reflexión de las interfases tejido blando - hueso, hacen difícil predecir de manera exacta el aumento de temperatura que se producirá clínicamente cuando el ultrasonido es aplicado al paciente.

b) Mecanismo de cavitación

Este es un fenómeno poco conocido que se caracteriza por el aumento de la presión y la temperatura de las burbujas o cavidades con gas y líquido, debido a *resonancia*, con alteración de la tensión superficial. Según sea dicha resonancia, se habla de *cavitación transitoria* o de *cavitación estable*.

Es un fenómeno que se produce debido a la desintegración de las partículas de un líquido dando la apariencia de una evaporación del mismo por la acción de las presiones que ejerce el haz ultrasónico.

Este fenómeno se produce en los líquidos y su causa no es únicamente el ultrasonido. La idea es que la onda, si tiene amplitudes grandes, provoca variaciones de presión. Todo líquido tiene un punto llamado tensión de vapor; cuando se sitúan por debajo

de dicho valor de presión, el líquido pasa a estado gaseoso, lo que genera bolsas de vapor (cavidades). Las burbujas viajan hacia una región de mayor presión y chocan entre sí. Cuando esto ocurre, la presión aumenta grandemente y también la temperatura. La cavitación depende de muchos aspectos:

- a) Frecuencia. A mayores frecuencias, el tiempo dado a la burbuja para que crezca y afecte al sistema es pequeño, por lo que el efecto de la cavitación es menor.
- b) Viscosidad. Cuanto más viscoso es un líquido, menor es el efecto de la cavitación.
- c) Temperatura. Cuanto mayor es la temperatura, la cavitación tiene lugar para intensidades acústicas menores.
- d) Presión externa. El aumento de este factor provoca una mayor violencia en la colisión de las burbujas.
- e) Intensidad. En general, a mayor intensidad ultrasónica, mayor es el efecto de este fenómeno.

3.6.2 Generación y Detección del Ultrasonido

Las mediciones de variables fisiológicas requieren de instrumentos y equipo técnico especializado para obtener la información que se necesita o desea, así como adiestramiento para la interpretación de los resultados.

Los aparatos y equipos utilizados en la medición de uno o más atributos del paciente y para presentar los datos obtenidos con la finalidad de que puedan ser interpretados, constituyen lo que se denomina sistema de Instrumentación. Los sistemas instrumentales constan de hasta seis componentes o etapas:

- a) Sujeto (paciente)
- b) Estímulo

- c) Etapa sensorial (sensores)
- d) Etapa de condicionamiento de señales
- e) Etapa de lectura y
- f) Etapa de procesamiento y transmisión de datos.

El equipo sensorial consta de transductores que transforman un tipo de energía en otra. Hay transductores de temperatura, de desplazamiento. Algunos transforman el potencial bioeléctrico en electrónico. Sin transductores no sería posible medir las variables fisiológicas.

El sensor tiene como función básica adquirir señales provenientes de sistemas físicos para ser analizadas, por lo tanto se podrán encontrar en el medio tanto sensores como señales físicas que requieran ser procesadas, en la tabla 3.4 se muestra una clasificación de los sensores de acuerdo al tipo de señal generada y a la naturaleza de la señal eléctrica entregada.

Sensores	Sensores análogos	Generadores de señal	Piezoeléctricos
			Fotovoltaicos
			Termoeléctricos
			Magnetoeléctricos
			Electrocinéticos
			Electroquímicos
		De parámetro variable	Resistencia variables
			Capacidad variable
			De inductancia variable
			De transformador variable
	Mixtos	Fotoeléctricos	
		De geometría variable	
		De efecto Hall	
	Sensores digitales	Codificadores de posición	Bioelectrónicos
			Codificadores incrementales
			Codificadores absolutos

		Sensores autoresonantes	Sensores basados en resonancia de cuarzo
			Galgas acústicas
			Sensores basados en cilindros vibrantes
			Sensores basados en dispositivos de ondas
			Superficiales
		Caudalímetros de vértices digitales	
		Sensores inteligentes	

Tabla 3.4. Clasificación de los sensores.

Fuente: The Electrical Engineering Handbook

En base al principio de conversión de energía el sensor tomará una señal física (fuerza, presión, sonido, temperatura, etc.) y la convertirá en otra señal (eléctrica, mecánica óptica, química, etc.) de acuerdo con el tipo de sistema de instrumentación o control implementado.

El sensor es por lo tanto un convertidor de energía de un tipo en otro. Los más comunes de las conversiones son a energía eléctrica, mecánica o hidráulica. Los sensores que convierten una señal física cualquiera a una eléctrica son generalmente llamados sensores. Los que convierten una señal eléctrica en otro tipo de señal son denominados actuadores. Algunos autores llaman a los primeros transductores de entrada y a los segundos transductores de salida. Sin embargo la Sociedad Americana de Instrumentación (ISA), define el sensor como sinónimo de transductor.

La señal eléctrica del transductor es modificada o amplificada por el equipo de procesamiento de señales, preparándolas además para poner en marcha el equipo de lectura y registro. Otra función es filtrar señales de interferencia y amplificar la señal

fisiológica a medir. El equipo de lectura son dispositivos que convierten las señales provenientes del equipo de procesamiento de señales en salidas visuales o auditivas.

Dentro de los sensores generadores de señal, de acuerdo a la tabla 3.4, se encuentran los sensores piezoeléctricos. La palabra "piezo" se deriva del griego que significa "pensar" y el efecto piezoeléctrico es la producción de electricidad mediante la presión. Solamente ocurre en ciertos materiales cristalinos y cerámicos que tienen como propiedad el presentar el efecto piezoeléctrico cuyo principio de funcionamiento consiste en la aparición de una polarización eléctrica bajo la acción de un esfuerzo, la generación del ultrasonido diagnóstico se basa en esta propiedad.

Es un efecto reversible ya que al aplicar una diferencia de potencial eléctrico entre dos caras de un material piezoeléctrico, aparece una deformación. Estos efectos fueron descubiertos por Jacques y Pierre Curie en 1880-81, pero solo hasta 1950 con la invención de las válvulas de vacío tuvo una aplicación práctica como sensor, ya que los cristales contaban con una alta impedancia de salida.

El efecto piezoeléctrico inverso, es el que verdaderamente se utiliza en la práctica para la generación de ondas ultrasónicas. El efecto piezoeléctrico se muestra en el esquema de la figura 3.15.

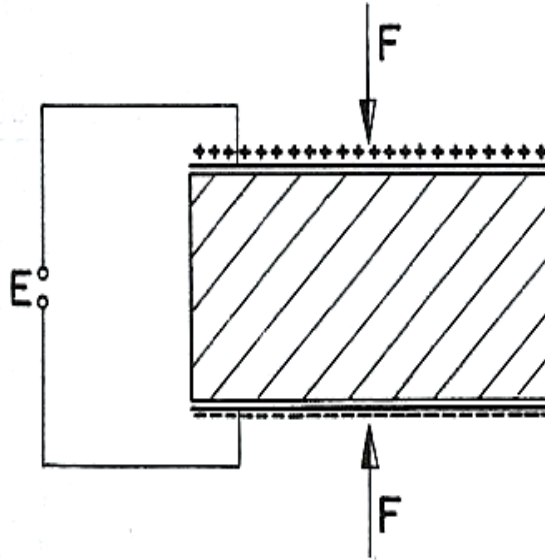


Figura 3.15. Efecto piezoeléctrico inverso.

Los materiales piezoeléctricos se pueden clasificar en naturales y sintéticos, dentro de los naturales se encuentran los cristales de cuarzo y turmalina y dentro de los sintéticos se encuentran la sal de Rochelle, el titanato de Bario y algunos componentes cerámicos como PZT (titanatos —circonatos de plomo-), metaniobato de plomo, el fluoruro de polivinilideno (PVF2 o PVDF), trifluoroetileno TrFE P(VDF/TRFE), el nylon y la polyurea.

Todos estos cristales se caracterizan por tener ciertos ejes fundamentales: óptico, eléctrico y mecánico, como se observa en la figura 3.16, careciendo todos ellos de centro de simetría.

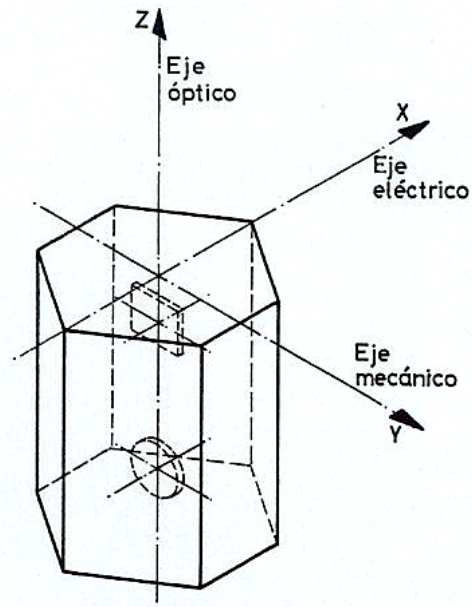


Figura 3.16. Cristal de cuarzo, corte en x.

Dentro de la naturaleza, los cristales completos de cuarzo tienen un corte hexagonal con terminaciones en punta, como se muestra en la figura 3.17. Se asocian tres conjuntos de ejes con un cristal, como se menciono anteriormente: óptico, eléctrico y mecánico. El eje longitudinal que une las puntas al final de los cristales se llama el eje Z u óptico. Las tensiones eléctricas aplicadas al eje óptico no producen el efecto piezoeléctrico. El eje X o eléctrico pasa diagonalmente a través de las esquinas opuestas del hexágono. El eje que es perpendicular a las caras del cristal es el eje Y o mecánico.

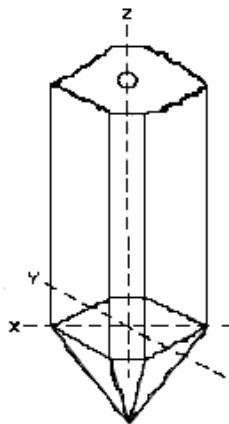


Figura 3.17. Estructura básica del cristal de cuarzo.

La figura 3.18 muestra los ejes y el comportamiento básico de un cristal de cuarzo.

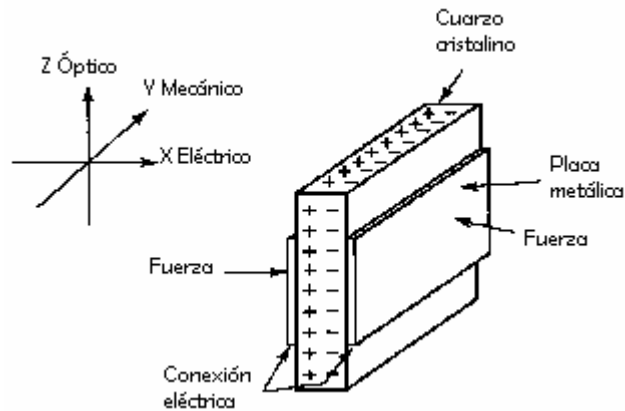


Figura 3.18. Ejes del cristal de cuarzo

Los cortes de placas pueden hacerse en cualquiera de estos ejes, y dependiendo de ello, estos pueden tener ciertas características. Las placas pueden ser cortadas para vibración fundamental de hasta 15 MHz. Arriba de esta frecuencia, se hacen tan delgados que pueden fallar mecánicamente de una manera muy fácil. De igual manera pueden cortarse para más altas frecuencias.

Si se corta del cristal una sección delgada y plana de tal forma que los lados planos sean perpendiculares a un eje eléctrico, los esfuerzos mecánicos a lo largo del eje Y producirán cargas eléctricas en los lados planos, como se muestra en la figura 3.18. Como la tensión cambia de la compresión a la tensión, y viceversa, se invierte la polaridad de la carga. De forma contraria, si una carga eléctrica alterna se coloca en los lados planos, se produce una vibración mecánica a lo largo del eje Y. Esto es el efecto piezoeléctrico y también se exhibe cuando se aplican fuerzas mecánicas a lo largo de las caras de un cristal cortado con sus lados planos perpendiculares al eje Y.

Cuando se corta una sección delgada del cristal paralela al eje Z con sus caras perpendiculares al eje X, se llama un cristal con corte X. Cuando las caras son perpendiculares al eje Y, se llama un cristal con corte Y. Se pueden obtener una

variedad de cortes al rotar el plano de corte alrededor de uno o más ejes. Si el corte *Y* se hace a un ángulo de $35^{\circ}20'$ del eje vertical, se obtiene un corte *AT*. Otros tipos de cortes para los cristales incluyen el *BT*, *CT*, *DT*, *ET*, *GT*, *MT*, *NT* y *JT*, como se muestra en la figura 3.19. La letra *T* es común en la identificación de los cortes, esta, indica que los cortes están relacionados con la compensación de temperatura, es decir, poseen una buena estabilidad de frecuencia frente a las variaciones de la temperatura. El corte *AT*, fue el primero en ser identificado y es el más popular para los resonadores de cristal de alta y muy alta frecuencia.

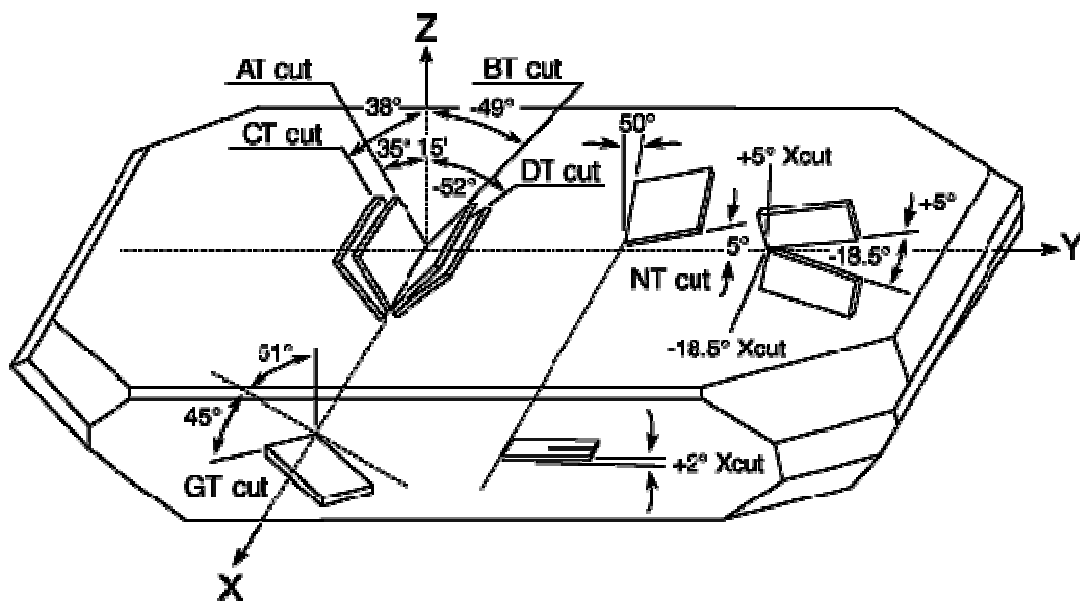


Figura 3.19. Tipos de cortes del cristal de cuarzo

El tipo, largo y grosor de un corte y el modo de vibración determinan la frecuencia de resonancia natural del cristal. Las frecuencias de resonancia para cristales con corte *AT* varían desde aproximadamente 800 kHz hasta aproximadamente 30 MHz. Los cortes *CT* y *DT* exhiben un corte de baja frecuencia y son más útiles en el campo de 100 a 500 kHz. El corte *MT* vibra longitudinalmente y es útil en el campo de 50 a 100 kHz mientras que el corte *NT* tiene un campo útil abajo de 50 kHz.

Existe una relación directa entre el esfuerzo mecánico ejercido y la carga aparecida, generando un valor máximo cuando el cristal es cortado perpendicularmente al eje polar. Según las dimensiones y forma de un cristal poseedor de este efecto, existe una llamada frecuencia de resonancia, que es aquella para la cual un esfuerzo mecánico provoca la mayor aparición de cargas posibles (en picos de amplitud). Los esfuerzos mecánicos que se aplican sobre el cristal pueden ser de tracción o de compresión; la diferencia entre los efectos de ambos está en el signo de la carga aparecida únicamente.

La relación entre la frecuencia de operación del cristal y su grosor se expresa matemáticamente como

$$h = 65.5 / f_n \text{ (Ecuación 3.24)}$$

Donde:

h = grosor del cristal en pulgadas

f_n = frecuencia de resonancia natural del cristal en Hertz.

La vibración del cristal puede ser de dos tipos esencialmente:

- a) Vibración longitudinal: En este caso, el campo eléctrico y la fuerza vibratoria aparecida tienen lugar en el mismo eje.

La frecuencia de resonancia para este tipo de vibración es:

$$f = \frac{1}{4l_y} \sqrt{\frac{1}{\rho S_{22}}} \text{ (Ecuación 3.25)}$$

Donde, ρ es la densidad del material,

S_{22} es el inverso del módulo de Young del cristal medido paralelamente al eje Y,

l_y es la dimensión del cristal en el eje Y.

La potencia radiada es proporcional al cuadrado del potencial aplicado. Este método se emplea cuando los ultrasonidos deseados son de frecuencias inferiores a los 100 KHz.

- b) Vibración transversal: El campo eléctrico y la fuerza vibratoria aparecida se producen en ejes perpendiculares.

La Potencia acústica radiada a un medio con resistencia R para la vibración transversal es:

$$P = \left(\frac{2e_{11}l_y l_z}{l_x} \right)^2 \frac{E_x^2}{R} \quad (\text{Ecuación 3.26})$$

Frecuencia de resonancia:

$$f = \frac{1}{2l_x} \sqrt{\frac{c_{11}}{\rho}} \quad (\text{Ecuación 3.27})$$

Donde, e_{11} es el coeficiente de esfuerzo piezoeléctrico,

c_{11} es el coeficiente de rigidez elástico del cristal,

R la resistencia del medio,

E_x es la diferencia de potencial entre las superficies del material.

Este tipo de vibraciones se suelen utilizar para generar ultrasonidos a altas frecuencias.

Otra forma de producir ultrasonido es a través del fenómeno de MAGNETO CONSTRICCIÓN, este es el cambio reversible de longitud que se produce en una varilla o tubo cuando se introduce en un campo magnético paralelo a su longitud, haciendo que la varilla vibre longitudinalmente, entonces las ondas sonoras se emitirán por los extremos de las varillas, como se muestra en la figura 3.20. Este

método no se utiliza en medicina actualmente debido a que las propiedades físicas de la varilla limitan la frecuencia.

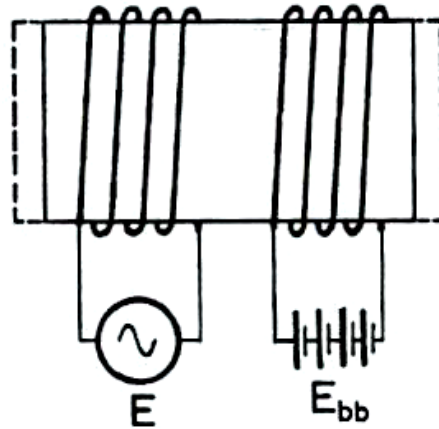


Figura 3.20. Efecto magneto resistivo

3.6.2.1 El Transductor Para Ultrasonografía Diagnóstica

Un transductor convencional esta constituido por una única fila de elementos piezoeléctricos, generalmente cristales de Zirconato de Titanio, dispuestos en forma contigua como se muestra en la figura 3.21.

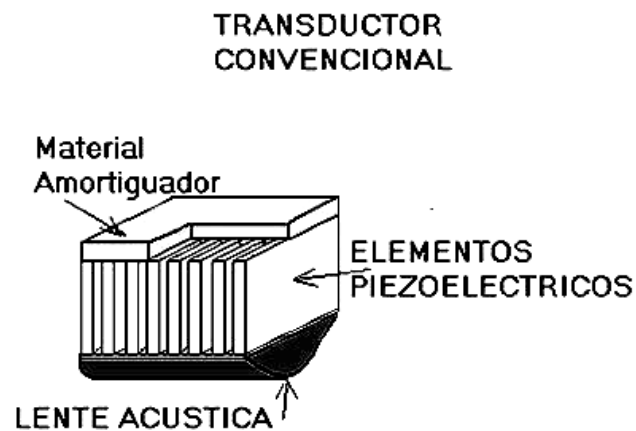


Figura 3.21. Composición del transductor convencional

A todos los cristales no se les aplica el voltaje al mismo tiempo, sino por segmentos lineales, para mejorar la calidad de la onda. Las ondas ultrasónicas, al regresar de su paso por los tejidos, chocan con la cara anterior de los cristales y de nuevo los deforman, transformando ésta energía mecánica en una señal eléctrica (voltaje) proporcional a la intensidad (o fuerza) del eco reflejado. Esto se observa en la figura 3.22.

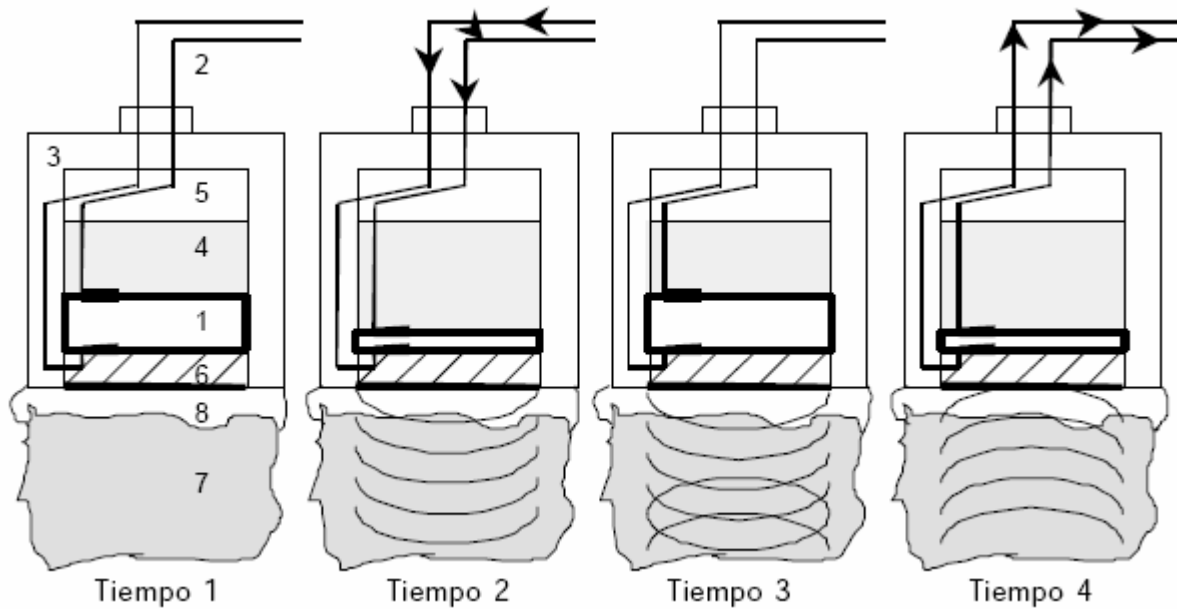


Figura 3.22. Partes del Transductor: (1) Cristal, 2) Conexión eléctrica, 3) Carcasa, 4) Material amortiguante, 5) Material trasero, 6) Material conductor, 7) Tejido, 8) Gel conductor). Tiempo 1: Estado de reposo, Tiempo 2: Voltaje eléctrico que comprime el cristal logrando el envío de ondas, Tiempo 3: Ondas viajando a través del tejido y produciendo ecos, Tiempo 4: Retorno de los ecos comprimen el cristal y se convierten en voltaje.

Fuente: Formación en Ultrasonografía Diagnóstica, OMS

Como ya se mencionó, el transductor actúa como emisor y receptor de la siguiente forma:

- a) El modo receptor tiene efecto cuando una presión comprime la superficie del cristal en el transductor y lo hace liberar un voltaje en su superficie.
- b) El modo emisor ocurre cuando se aplica un voltaje a la superficie del cristal del transductor, produciendo una expansión del cristal.

La intensidad del pulso de corriente eléctrica que actúa sobre el cristal es de 1V a 300V aproximadamente y dura menos de 1 milisegundo, que es el tiempo necesario para emitir el equivalente de 2 a 3 longitudes de onda, lo que equivale de 5 a 6 milisegundos aproximadamente, quedando en silencio el tiempo suficiente para recibir los ecos superficiales así como los provenientes de tejidos profundos para seguidamente emitir el siguiente pulso.

La mayoría de equipos de ultrasonido emiten entre 500 y 3000 pulsos/s, con un promedio de 1000/s, lo cual se conoce como frecuencia del pulso de recepción.

Un pulso está formado por tres componentes o fases:

- a) Fase emisora
- b) Fase de equilibrio y
- c) Fase receptora.

La fase emisora corresponde a la utilizada para la generación del haz acústico; la fase receptora corresponde a la usada para la recepción de los ecos provenientes de las interfases, tanto de las superficiales y medias, como profundas; y la fase de equilibrio corresponde al tiempo del pulso durante el cual no hay emisión ni recepción de ondas sonoras (cristal en equilibrio).

En un transductor que actúa con una frecuencia de 1000 pulsos/seg., la duración de cada pulso será de 1 milisegundo, en el cual, como ya se menciono, la fase emisora durará de 5 a 6 segundos. El tiempo restante: 994 segundos, o sea 99.4% del tiempo queda para las fases de equilibrio y receptora.

Las fases de equilibrio separan en el tiempo las fases activas y permiten el procesamiento de los ecos sin interferencias de los pulsos precedentes y siguientes.

Como el tiempo empleado en el recorrido de las ondas depende de la velocidad del sonido, cuando existen grandes diferencias en las propiedades acústicas de los tejidos, por ejemplo al pasar de líquido a sólido, la relación tiempo distancia deja de ser lineal y se producen alteraciones en las medidas.

La frecuencia de resonancia del transductor es fijada por el fabricante y se relaciona con el grosor (normalmente inferior a 1 mm). Los transductores lineales tienen entre 64 – 256 cristales alineados a lo largo del eje mayor de la sonda. Hay una capa amortiguante detrás de los cristales (resina epóxica con polvo de tungsteno y caucho) que reduce la duración del pulso y mejora la resolución axial. Además tienen un recubrimiento lacrado para prevenir la entrada de humedad y evitar accidentes de tipo eléctrico. Los transductores son costosos y muy frágiles.

3.6.2.2 Clasificación de los Transductores

Son muchas las características que se consideran para la clasificación de los transductores, entre ellas están:

a) Por la tecnología empleada:

- Mecánicos:
 - Rotatorios
 - Oscilatorios
- Combinados:
 - Anulares
- Electrónicos:
 - Arreglos:
 - ✓ Lineal
 - ✓ Convexo

✓ Fase

b) Por el formato del sector:

- Lineales
- Trapezoidales
- Sectoriales
- Curvilíneos

c) Por su invasividad:

- Transtorácicos
- Intracavitarios
- Intravasculares

d) Por sus frecuencias:

- Monofrecuencia
- Multifrecuencia
- Ultrabanda
- Fusión

Como se observa, se han desarrollado diversos tipos de transductores para variados usos, como los tradicionales para su aplicación sobre la piel, otros diseñados especialmente para punción y otros procedimientos invasivos, para uso intravaginal, intrarrectal e incluso intraoperatorio.

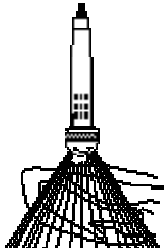
A continuación se describen algunos de estos transductores:

El transductor de tiempo real, realiza la sección del plano explorado en su totalidad varias veces por segundo, mostrando así al ojo humano una imagen en movimiento como ocurre en el cine. Este a su vez puede ser:

- a) De tipo *lineal* en que el transductor emite una serie de haces paralelos, resultando un corte en forma de rectángulo.
- b) *Sectorial*, que efectúa el barrido mediante haces radiados, lo que da al corte una forma de abanico.
- c) *Convexo o curvilíneo*, de introducción más reciente, tiene una superficie curva y emite haces radiados pero con una base más amplia que el anterior. Combina las principales ventajas de ambos pues tiene buena resolución en el campo cercano (propio del lineal), y ampliación del campo de observación hacia la profundidad (propio del sectorial).

Los transductores de ordenamiento lineal necesitan una mayor área de contacto con la superficie, mientras que los sectoriales (de forma convexa) sólo requieren un área pequeña y facilitan la visualización de estructuras inaccesibles mediante los lineales (Ej., visualización intercostal). Un transductor lineal tiene los cristales ubicados en línea recta, produciendo una imagen rectangular en la pantalla del monitor. Un transductor sectorial produce una imagen triangular. Los transductores Doppler de pulso sólo poseen un cristal, y los Doppler de onda continua tienen dos; uno de transmisión y otro de recepción.

En la tabla 3.5 se resumen algunas características de los transductores descritos anteriormente:

<p>Sectorial mecánico: amplio recorrido del cristal para una mejor resolución. Ventana pequeña para visualización entre las costillas. Angulo de escaneo ancho. Mejor para transductores rectales o vaginales.</p>	
--	---

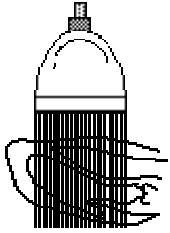
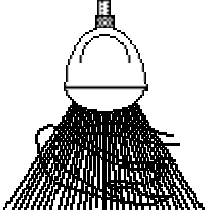
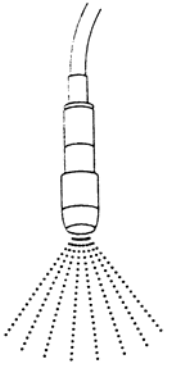
<p>Lineal: amplio plano de contacto, ideal para pequeñas estructuras con 7.5 MHz. Las imágenes de este tipo de transductor son rectangulares. Son sumamente útiles en obstetricia y el estudio de la mama y tiroides.</p>	
<p>Convexo: Amplio campo a distancia con un tamaño de ventana idóneo. Foco electrónico para una mejor resolución a profundidad. Produce una imagen situada a medio camino entre la del transductor lineal y la del sectorial, por lo que resulta útil para examinar todas las partes del cuerpo pero no para la ecografía especializada.</p>	
<p>Sectorial: estas imágenes son en abanico, casi triangulares, se forman a través de una ventana acústica muy pequeña. Este tipo de transductor debe utilizarse cuando solo se dispone de un espacio muy pequeño para la exploración. Resultan sumamente útiles en los exámenes de la mitad superior del abdomen, así como en los ginecológicos y cardiológicos.</p>	

Tabla 3.5 Características de transductores

3.6.2.3 Parámetros del Transductor

Entre los parámetros de importancia en un transductor se pueden considerar:

- a) Frecuencia
- b) Resolución
- c) Diagrama de radiación

- d) Zona focal y Focalización
- e) Sensibilidad
- f) Atenuación
- g) Amplificación

a) Frecuencia

En los equipos ecográficos utilizados en el diagnóstico médico, la gama de frecuencias más utilizadas oscila entre 1 y 10 MHz.

Las frecuencias más elevadas van ligadas a una atenuación más rápida del haz sónico por absorción por el medio, lo que condiciona un alcance limitado a zonas superficiales. Si el diámetro del haz es menor, su poder de definición es mayor. Por el contrario, a frecuencias más bajas la atenuación es menor, en virtud de su menor absorción, permitiendo exploración a planos más profundos. Si el diámetro del haz es mayor, su definición es menor y se tiene mayor influencia de los fenómenos de dispersión, refracción y difracción.

A mayor frecuencia de un ecógrafo, mejor es la resolución, pero menor será su poder de penetración. Por ejemplo, exámenes ecográficos que requieran poca penetración (inferior a 4 cm) se pueden utilizar transductores de 10 MHz (obteniéndose la mejor resolución). Diferente situación es aquella exploración que requiera una profundidad de 10 cm, en el cual se recomienda un transductor de 5 MHz (sacrificando parcialmente su resolución). En la figura 3.23 se muestra la relación entre la frecuencia y la resolución.

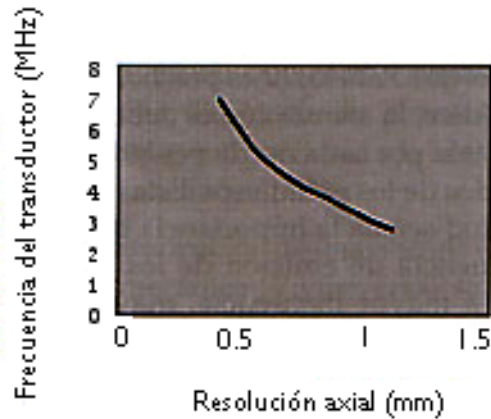


Figura 3.23. Relación entre la frecuencia del transductor con la resolución axial.

Fuente: Ultrasonidos, A.P. CRACKNELL

La frecuencia en que son emitidas y la longitud de las ondas, son inversamente proporcionales. A medida que aumenta la frecuencia de emisión, la capacidad de diferenciar objetos a lo largo del camino recorrido por la onda (resolución axial) aumenta, pero la onda se atenúa más rápido (disminuye su fuerza).

Al elegir un transductor lo más importante a considerar es su frecuencia. La resolución mejora al aumentar la frecuencia pero la penetración disminuye, por lo tanto, para planos superficiales debe usarse frecuencias altas y para planos profundos frecuencias más bajas, que si bien sacrifican algo la resolución obtienen la penetración adecuada.

b) Resolución

Una buena imagen es aquella que permite identificar dos puntos separados como diferentes. Esta característica es conocida como poder separador o de resolución.

Según sea la dirección con respecto al haz ultrasónico se distinguen dos variantes:

- Resolución axial o longitudinal.

Es la distancia mínima entre dos puntos ubicados en el eje de los rayos emitidos por el transductor y que el sistema puede discriminar como diferentes y por ende graficar como distintos, como se observa en la figura 3.24.

La resolución axial es una característica que depende directamente de la frecuencia del rayo.

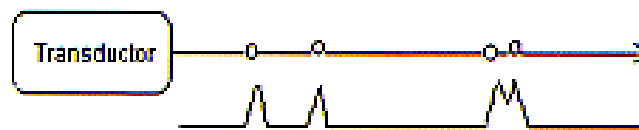
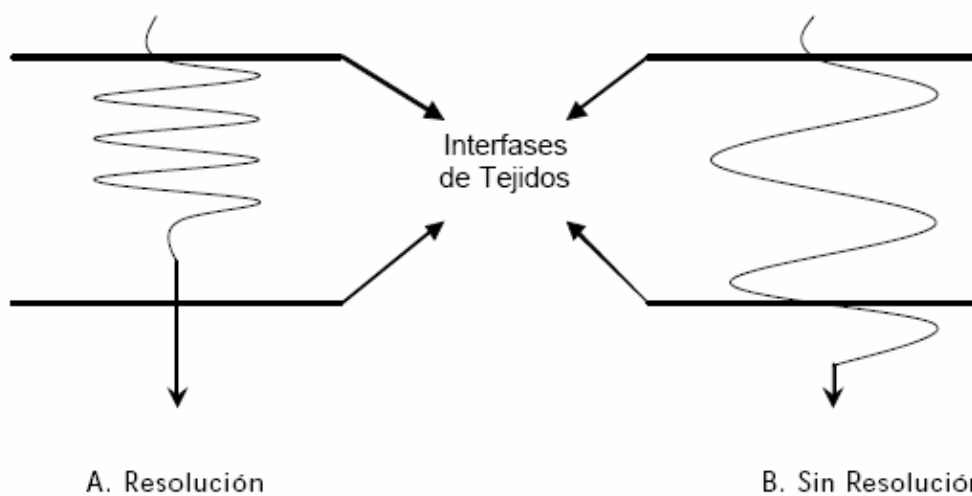


Figura 3.24. Resolución axial de dos puntos

También se puede definir como la capacidad del sistema para diferenciar dos estructuras a lo largo de la longitud de la onda. Mejora en pulsos de corta duración. El número de ciclos por pulso los fija el fabricante, por lo tanto, para mejorarla, se aumenta la frecuencia, como se observa en la figura 3.25.



A. Resolución

B. Sin Resolución

Figura 3.25. Resolución Axial. A: Pulso corto, transductor de alta frecuencia, B: Pulso largo, transductor de baja frecuencia.

La resolución axial está considerada en la dirección de propagación. Viene determinada por la duración del pulso de emisión, que a su vez depende de la frecuencia y amortiguamiento del transductor. Para equipos avanzados se alcanza una resolución axial de 0.5λ a 1λ .

- Resolución transversal o lateral.

Es la capacidad de distinguir como distintos dos puntos situados sobre un eje perpendicular al eje de los rayos ultrasónicos emitido por el transductor, como se muestra en la figura 3.26.

Es conocido que el poder de resolución depende de la relación entre el ancho del rayo. Así, en la medida que disminuye el ancho del rayo aumenta la resolución; pero como al disminuir el ancho del rayo también disminuye la cantidad de energía que se envía, el débil retorno podría hacer dificultoso determinar la imagen.



Figura 3.26. Resolución transversal de dos puntos

También se puede definir como la capacidad para diferenciar dos estructuras situadas perpendicularmente. Está relacionada con el tamaño de los cristales del transductor y con la frecuencia de emisión (ver figura 3.27). Mejora cuando aumenta la frecuencia, pero se reduce la ganancia.

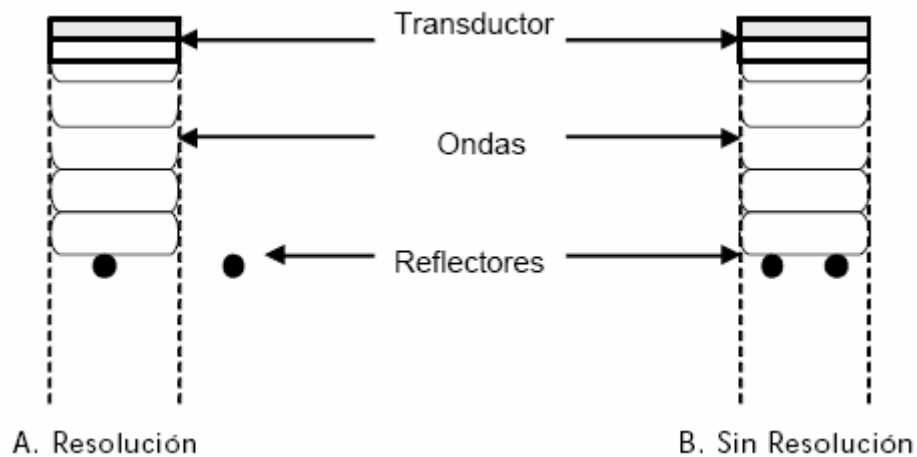


Figura 3.27. Resolución Lateral. A: Los reflectores están a una longitud mayor que el espesor del cristal, B: Los reflectores están a una longitud menor que el espesor del cristal.

La resolución lateral esta medida en el plano transversal a la dirección de propagación; para una cerámica circular plana sin enfocar puede ser expresada como FWHM (*focal width at half maximum*) y viene dada por:

$$FWHM \approx 0.3.D \text{ (Ecuación 3.28)}$$

Para un transductor monoelemento de diámetro D .

Esta resolución se puede mejorar mediante enfoque, aunque se debe notar que es a costa de la disminución de la profundidad de la zona focal (*DOF-depth of focus*). Para equipos avanzados, la resolución lateral suele ser del orden de 2λ en la región focal.

En los arreglos lineales donde el emisor no presenta simetría de revolución alrededor de su eje de propagación, se deben considerar las resoluciones en sus planos principales.

La resolución lateral azimutal está dada en el plano formado por los elementos y la dirección de propagación, y es el que se presenta en pantalla.

Para un arreglo de dimensión D se tiene que dicha resolución azimutal en el foco viene dada aproximadamente por la ecuación 3.29:

$$Ra \approx Lo \cdot \arcsen\left(\frac{\lambda}{D}\right) \text{ (Ecuación 3.29)}$$

Donde:

$$Lo = \frac{D^2}{4 \cdot \lambda} \text{ (Ecuación 3.30)}$$

La resolución lateral en elevación del arreglo está definida en el plano perpendicular al de barrido. Para mejorarla se utilizan lentes mecánicas situados delante de las cerámicas. Viene dada en función de la dimensión mayor de las cerámicas L por la ecuación 3.31:

$$Rlat \approx \lambda \cdot \frac{F}{L} \text{ (Ecuación 3.31)}$$

Donde:

F= distancia focal

c) Diagrama de radiación

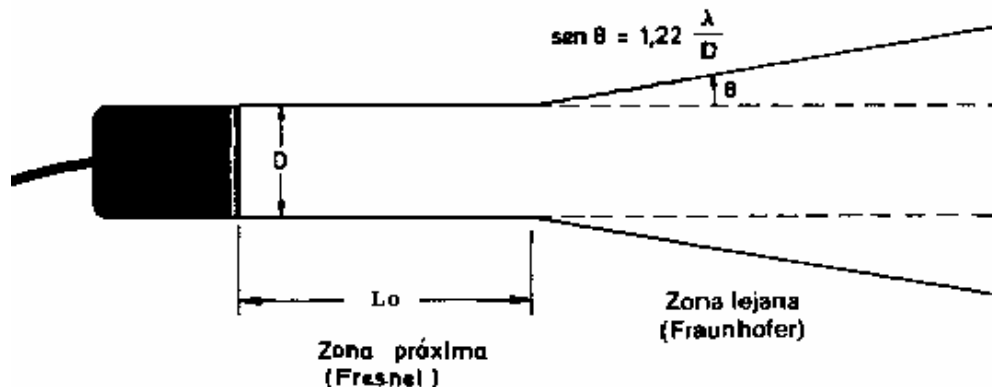


Figura 3.28. Zonas de radiación de un transductor

El diagrama de radiación de un transductor viene dado por la distribución de presiones acústicas a una determinada distancia de la superficie radiante, (ver figura 3.28).

En el diagrama de radiación de un monoelemento circular de diámetro D se pueden distinguir dos regiones: la próxima o de Fresnel, y la lejana o de Fraunhofer, como se ve en la figura anterior. La transición entre las dos regiones está a la distancia L_0 dada por:

$$L_0 = \frac{D^2}{4\lambda} \text{ (Ecuación 3.32)}$$

Donde,

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ (Ecuación 3.33), siendo } c = \text{velocidad en el medio biológico}$$

Para distancias menores a esta, el haz queda confinado dentro de un cilindro que, a partir de ahí, se abre al penetrar en la región de Fraunhofer, formando un cono cuyo ángulo generatriz está dado por:

$$\theta = \arcsen\left(\frac{1.22\lambda}{D}\right) \text{ (Ecuación 3.34)}$$

El foco es el punto del eje principal donde se tiene un máximo de presión acústica. Para un transductor no enfocado este punto está situado en la distancia de transición L_0 .

d) Zona focal y Focalización

Otro parámetro importante es la zona focal que está formada por el margen de distancias cuya amplitud de la presión acústica es mayor a la mitad (- 6dB) de la que se tiene en el foco.

El diagrama de radiación tiene un haz principal y otros secundarios (figura 3.29) en ángulos dados por:

$$\theta_m \approx \arcsen\left(m \cdot \frac{\lambda}{d}\right) \text{ (Ecuación 3.35)}$$

$$m = 1, 2, \dots$$

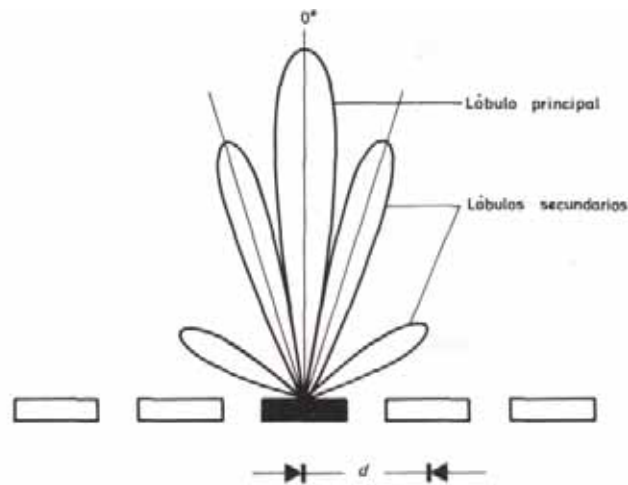


Figura 3.29. Diagrama de radiación

Interesa que estos lóbulos secundarios estén por debajo del margen dinámico del receptor para evitar así ecos fantasmas. La focalización tiene por objeto mejorar la resolución lateral del transductor (ver figura 3.30).

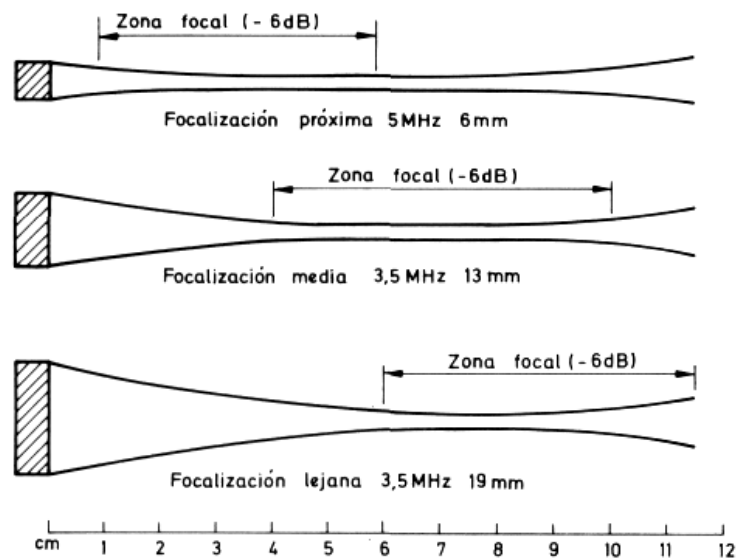


Figura 3.30. Transductores focalizados con distinta distancia y zona focal, en función de su diámetro y frecuencia

Las ondas ultrasónicas se pueden enfocar por medio de lentes y espejos o electrónicamente, utilizando transductores compuestos. Del mismo modo que un haz de luz concentrado muestra con más claridad un objeto que un haz disperso y desenfocado, un haz ultrasónico estrecho y enfocado da una imagen más detallada de un corte fino del tejido (ver figura 3.31). Los mejores resultados se obtienen enfocando a la profundidad del cuerpo más apropiada para el problema clínico de que se trate.

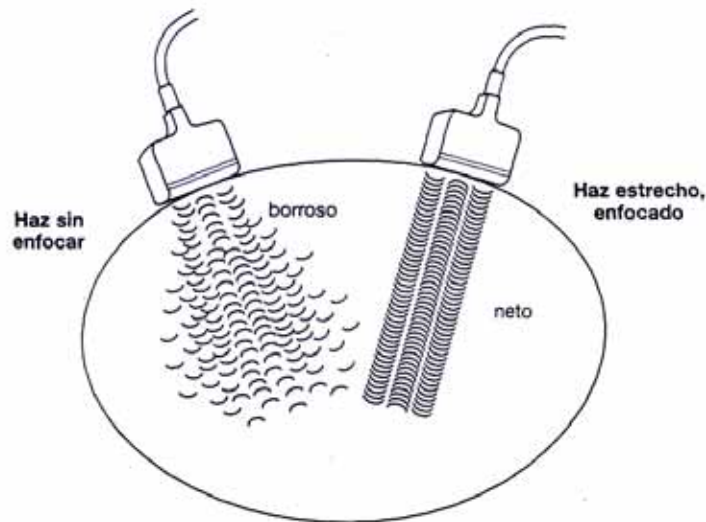


Figura 3.31. Haz sin enfocar y haz enfocado

Para monoelementos se usan lentes mecánicos (enfoque externo) que siguen las leyes de la óptica geométrica y, por tanto, se caracterizarán por su índice de refracción. La distancia focal F debe ser siempre menor a la distancia de transición L_0 . Los materiales con que se fabrican las lentes deben tener impedancia próxima al medio y baja atenuación.

Un problema tecnológico importante es la construcción de estas lentes, pegándolas sobre el elemento, o bien, mecanizando un material del tipo resina epóxica depositado encima.

Otro método de enfocar es mediante el uso de cerámicas curvas (enfoque interno, ver figura 3.32).

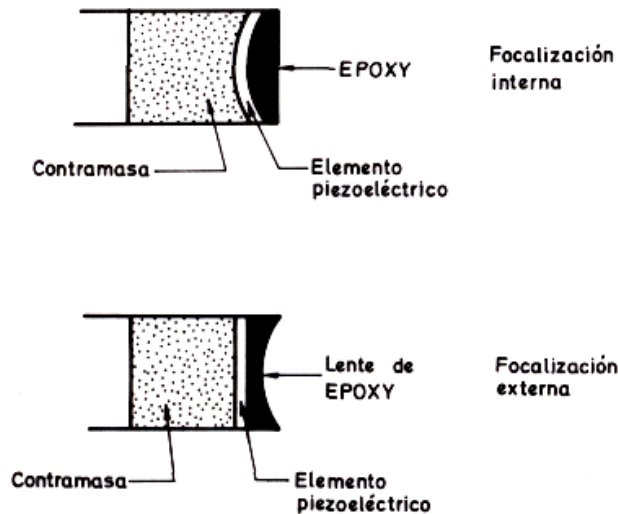


Figura 3.32. Transductores monoelemento con focalizaciones externa e interna.

El enfoque no debe hacerse muy fuerte, pues el haz después diverge mucho más; existe entonces un compromiso resolución-zona focal (DOF). Debe, pues, tomarse un enfoque que de buenas resoluciones en la zona de interés, tomando en cuenta la ecuación 3.36

$$\left[DOF \approx 7.1\lambda \left(\frac{F}{D} \right)^2 \right] \text{ (Ecuación 3.36).}$$

Los arreglos de fase pueden enfocar electrónicamente en emisión con una deflexión θ a una distancia F tomando retardos para cada elemento, según se observa en la figura 3.33.

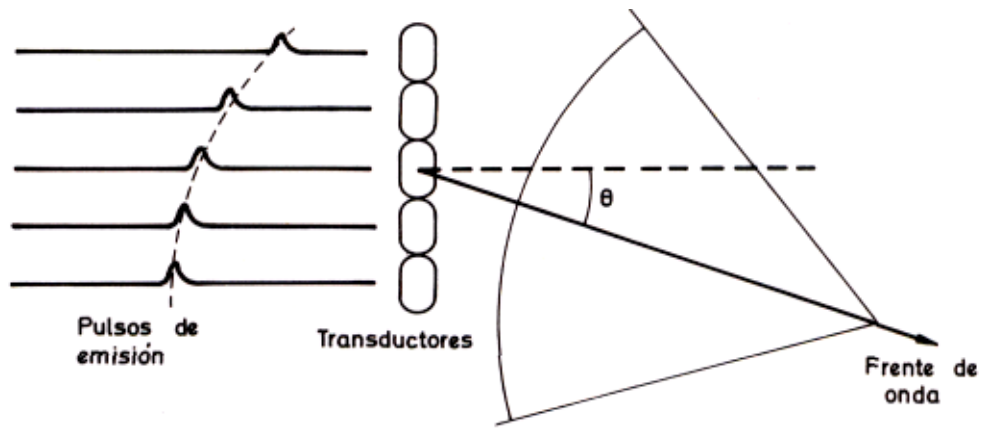


Figura 3.33. Deflexión y focalización en un arreglo de fase

Este enfoque es fijo una vez determinada esta distancia focal.

Dado que esta misma operación puede realizarse en recepción, allí se puede adaptar el enfoque del transductor, incluso variándolo a medida que se van recibiendo los ecos más lejanos. Este proceso se denomina enfoque dinámico (ver figura 3.34).

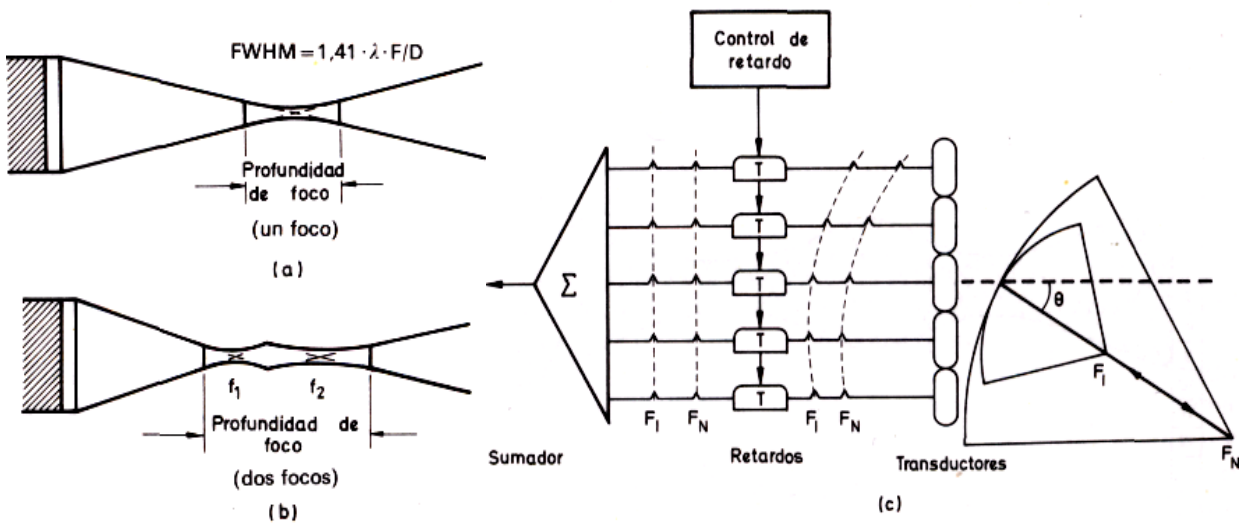


Figura 3.34. Arreglo de fase en focalización dinámica

Otra técnica es la de apertura variable, que consiste en utilizar para la zona próxima a la sonda un número de elementos menor en recepción que los usados en emisión, con lo que se mejora la resolución axial para las profundidades menores, manteniendo el diagrama para las mayores.

e) Sensibilidad

Hay principalmente tres variables del transductor que contribuyen a la sensibilidad del transductor: espectro frecuencial, geometría del haz, y rendimiento en la conversión de energía.

El rendimiento en la conversión de energía depende del tipo de material piezoeléctrico utilizado. Este parámetro afectará tanto en la emisión como en la recepción. Se debe tener en cuenta también que el elemento piezoeléctrico no está totalmente adaptado eléctricamente al emisor y receptor, con lo que habrá unas pérdidas adicionales.

La acción principal es enviar y recibir energía del interior del cuerpo y, por tanto, se debe cuidar la interfase transductor-tejidos biológicos. Se debe tener también presente que el material de la capa produce una atenuación.

La capa de adaptación debe tener un espesor de $\frac{\lambda}{4}$ o múltiplo impar de éste, debido a que así se consigue que la onda incidente y la reflejada se sumen en fase en la interfase transductor-cuerpo.

La capa de amortiguación o contramasa es una capa de material situado detrás de la cerámica. Se utiliza para reducir el número de oscilaciones parásitas que da la cerámica al ser excitada por un pulso.

Hay un compromiso amortiguación-sensibilidad que se debe tener en cuenta, pues al amortiguar mucho el transductor, se reduce la sensibilidad del mismo.

La estrategia de diseño es usar el menor amortiguamiento, el cual todavía da una adecuada respuesta al impulso para tener buena sensibilidad y usar capa de adaptación para aumentar ésta.

f) Atenuación

Los tejidos del cuerpo absorben y dispersan los ultrasonidos de diversas maneras. Las frecuencias más altas se absorben y dispersan (atenúan) más fácilmente que las más bajas. Por consiguiente, para alcanzar los tejidos más profundos es necesario utilizar estas últimas, ya que las ondas tienden menos a desviarse al atravesar las estructuras intermedias (ver figura 3.35). En la práctica, lo mejor es utilizar unos 3.5 MHz para las exploraciones profundas en el adulto y 5 MHz (o más, si es posible) para explorar el cuerpo mas delgado de un niño. Las frecuencias de 5 MHz o superiores son también más adecuadas para explorar los órganos superficiales en el adulto.

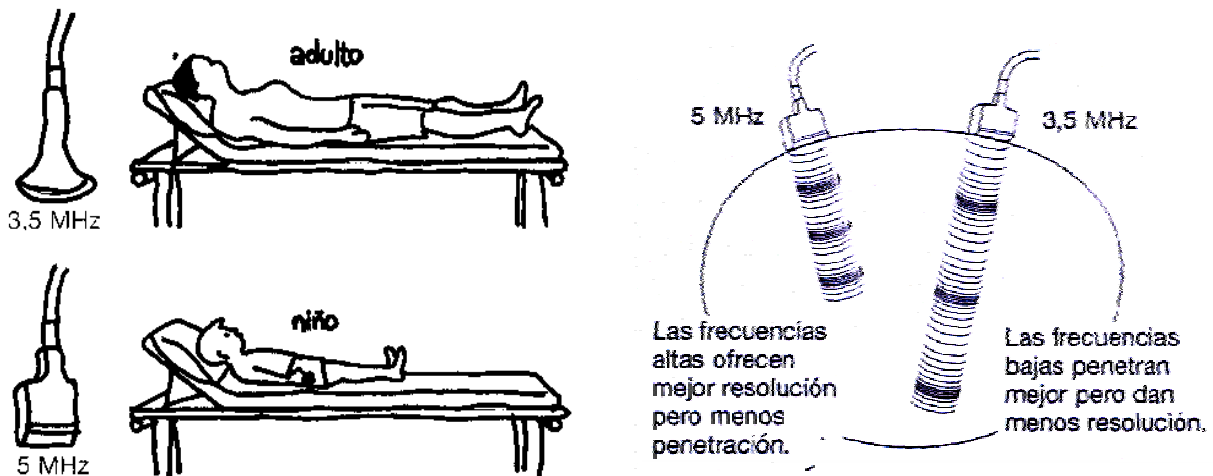


Figura 3.35. Frecuencia y atenuación.

Los transductores con frecuencias más altas (5 a 12 MHz) serán adecuados para el estudio de partes superficiales (tiroides, mama, músculo), mientras que los transductores de frecuencias más bajas (2.5 a 5 MHz) se utilizan para el estudio de partes más profundas, en general órganos abdominales.

g) Amplificación

Los ecos devueltos por las estructuras más profundas no son tan potentes como los que provienen de tejidos próximos a la superficie (ver figura 3.36), por lo que es necesario amplificarlos; en los aparatos de ultrasonografía esto se consigue mediante el amplificador de compensación ganancia-tiempo. En todos los aparatos es posible variar el grado de amplificación para compensar la atenuación de los ultrasonidos en cualquier parte del cuerpo y mejorar la calidad de la imagen final.

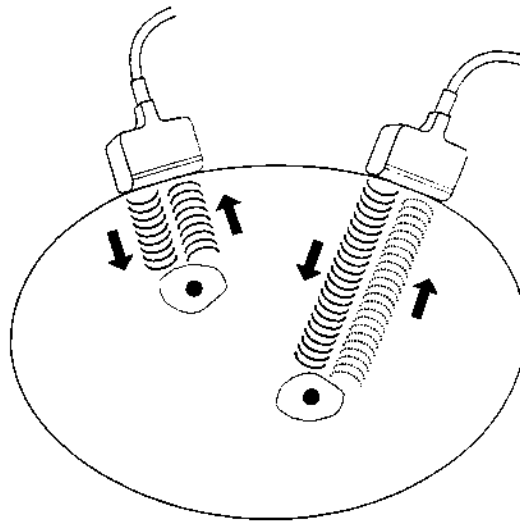


Figura 3.36. Ecos devueltos de diferentes estructuras

La gel de ultrasonido es un líquido de acople acústico. Se conoce que, el aire presenta una alta resistencia al ultrasonido. Por consiguiente, la gel se aplica entre los cristales y el cuerpo para evitar la presencia de aire.

3.6.3 Métodos de Obtener Imagen

Los ecos producidos por la interacción entre la onda ultrasónica emitida por el emisor pasan a través de la piel en el organismo del paciente (baja intensidad, en torno a unos pocos miliwatios). Estos se reflejan a medida que vayan pasando de unos medios a otros y los ecos son procesados para mostrarlos finalmente por pantalla. Los ecos contienen la información de los objetos con los cuales ha chocado la onda ultrasónica. Para acoplar la impedancia de la piel con la del transductor se utiliza gel en la piel del paciente además de ser utilizada para evitar la reflexión excesiva del ultrasonido. En este método de diagnóstico se utilizan diferentes modos de obtención de la imagen los cuales se describen a continuación:

3.6.3.1 Modo A

El modo A es un sistema de eco pulsado compuesto por un generador, que simultáneamente estimula el transmisor y el generador de barrido, y un receptor, que recoge los ecos devueltos. En este modo los ecos se manifiestan en forma de picos y es posible medir las distancias entre las distintas estructuras, estos picos representan una señal de amplitud proporcional al voltaje de la señal de ultrasonido reflejada. Esta representación es sencilla, unidimensional y lineal. Una representación de este modo se observa en la figura 3.37.

En general, se utiliza la información analógica que este provee para establecer la imagen bidimensional del modo B. Este modo es adecuado para detectar cuerpos extraños por ejemplo en el ojo.

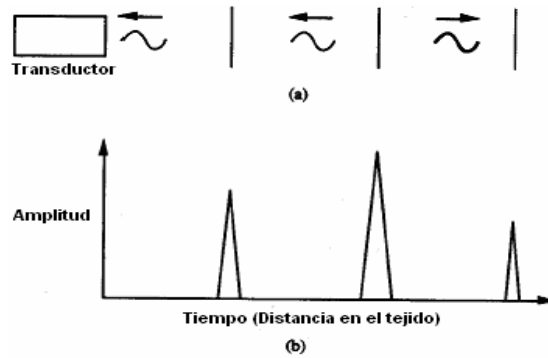


Figura 3.37. (a) El pulso transmitido y ecos de las estructuras de reflejo; (b) Resultado desplegado Modo A.

3.6.3.2 Modo B

Modulación en brillo. La amplitud es convertida a niveles de gris. La intensidad de la señal e ultrasonido reflejada se indica mediante el brillo. El eco captado se registra como un punto, cuyo tamaño y luminosidad dependen de la intensidad del eco recibido, obteniéndose así imágenes en dos dimensiones.

Se trata simplemente de una agrupación de líneas A y se utiliza para representar una sección anatómica del paciente, como se observa en la figura 3.38. En este método la amplitud es convertida a niveles de gris análogamente al Modo M, y el transductor realiza el barrido de un área. El usuario ve así un corte del cuerpo explorado, que corresponde a la sección definida por el plano en que se realiza la deflexión del haz ultrasónico.

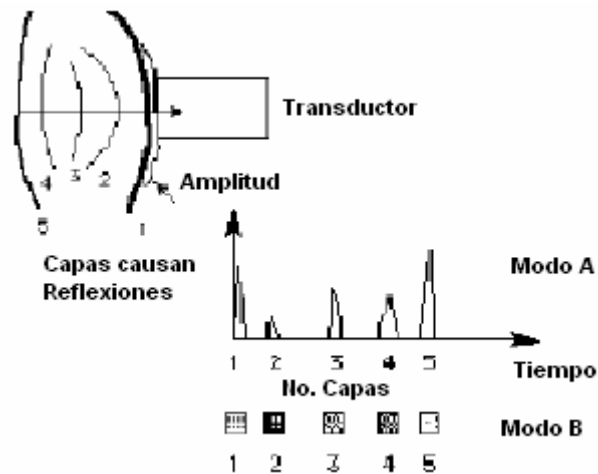


Figura 3.38. Representación de los modos A y B
 Fuente: Página web, La ecografía conceptos básicos y nuevas metodologías

En el modo B, según la tecnología usada para realizar el barrido, se tienen distintos tipos: los estáticos, los sectoriales y los lineales. En todos ellos, las direcciones de exploración en que se emite y recibe el haz de ultrasonido son coplanares. Un ejemplo de una imagen en modo B es la presentada en la figura 3.39.



Figura 3.39. Imagen en modo B

En el B estático se realiza el barrido manualmente, llevando el transductor un brazo articulado de unión con el que el equipo codifica la posición. No es una presentación en tiempo real, con lo que no pueden seguirse estructuras dinámicas como el músculo cardíaco, pero es un método válido para estructuras cuasiestáticas, como las abdominales.

En el modo B en tiempo real existen diversos formatos de presentación de la imagen ecográfica, y que tienen relación con la geometría usada por el transductor para

explorar un área. Uno de ellos es el sectorial; este presenta una imagen en forma de abanico, utilizándose especialmente en órganos o partes donde el acceso a los tejidos que se quieren explorar se hace a través de un espacio reducido, como es el caso de la ecocardiografía. Según como se realice el barrido del haz, se hablará de sectoriales mecánicos o de arreglo de fase.

En el barrido *mecánico*, el elemento activo es posicionado por algún tipo de actuador electromecánico. Suelen tener sectores de 45 a 110 grados (típicamente 90 grados) y velocidades de barrido de 15 a 20 imágenes por segundo. Entre los mecánicos cabe distinguir los oscilantes (*wobbler*) y los rotatorios.

En los *arreglo de fase* el barrido se realiza electrónicamente sin que haya ningún movimiento mecánico de los cristales del transductor. Suelen dar sectores de 90 grados y hasta 25 imágenes por segundo.

El modo B lineal utiliza un transductor en el que las diversas cerámicas están dispuestas en línea recta dando una imagen rectangular cuyas dimensiones corresponden a la anchura del transductor y la profundidad de exploración.

Un nuevo modo de presentación es el de las sondas trapezoidales que intentan ampliar el campo de visualización sin ampliar la ventana acústica. Intentan mezclar las técnicas de arreglo de fase con los arreglos lineales.

La imagen de la sonda convexa es análoga al anterior pero corresponde a un transductor en que el arreglo se curva para formar un sector con un arreglo lineal. Otra vez se intenta reducir la ventana acústica.

3.6.3.3 Modo M

Conocido también como modo de movimiento o de tiempo y movimiento TM, el cual permite analizar en forma gráfica las superficies que están en movimiento.

El modo M es la representación en modo A, pero de forma continua, variando en función del tiempo (ver figura 3.40). En el modo M se presentan los ecos de un haz de ultrasonidos variando la intensidad de brillo (nivel de gris) según la amplitud de las reflexiones. La distancia, extraída del retardo con el que llegan los distintos ecos, se presenta en el eje y, mientras que la evolución temporal de la morfología examinada aparece en el eje x como se puede observar en a figura 3.41. El modo M posee alta resolución espacial, y es útil en mediciones cardiacas.

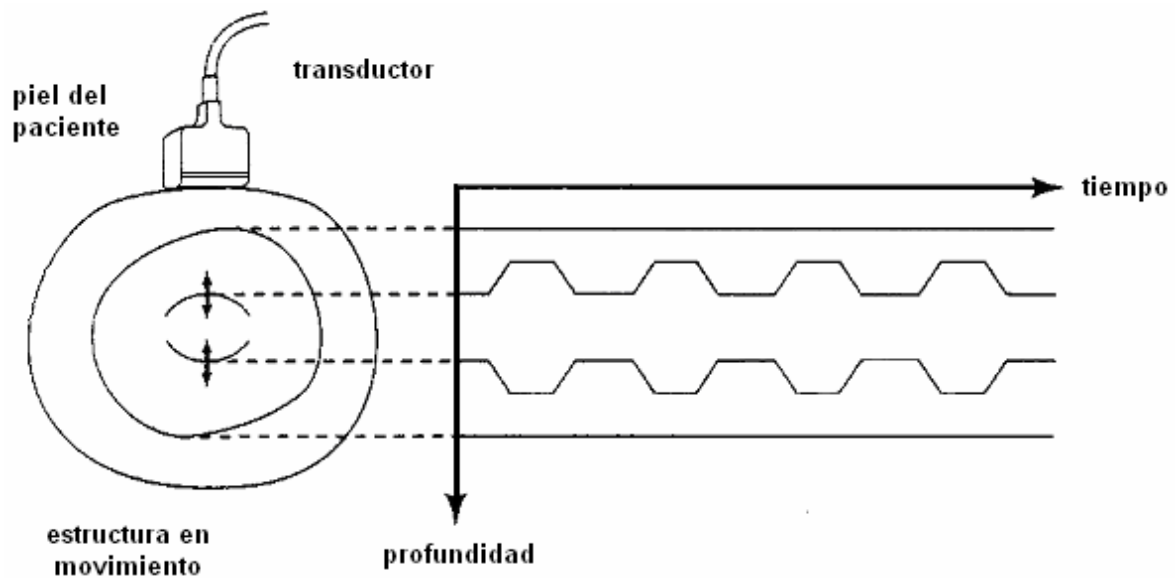


Figura 3.40. El movimiento de una parte del cuerpo, se muestra en función del tiempo.

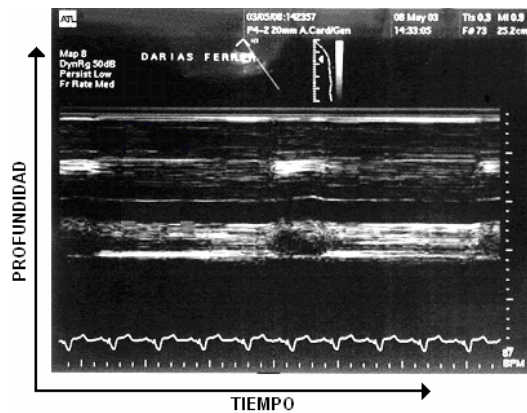


Figura 3.41. Imagen en modo M

En la figura 3.42 se muestra una imagen comparativa entre los tres modos descritos anteriormente, en ella se pueden observar las características la imagen obtenida en cada formato.

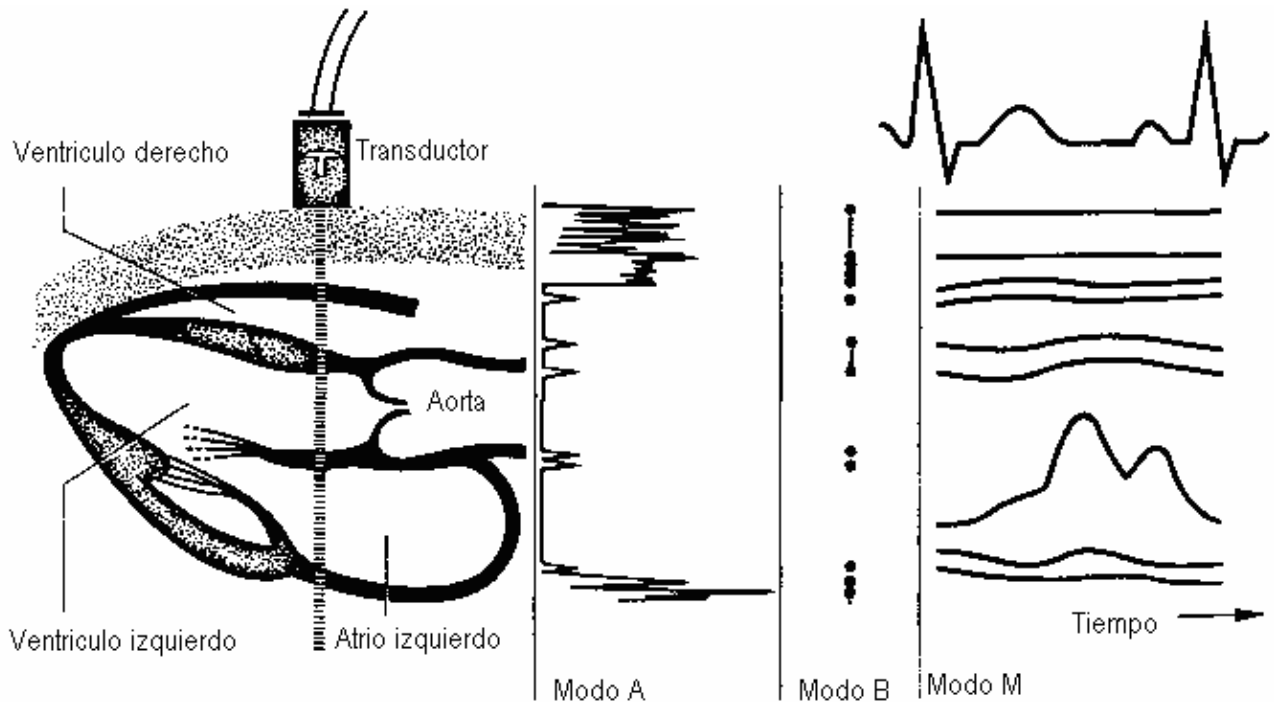


Figura 3.42. Comparación entre los tres modos básicos de presentación de la imagen.

3.6.3.4 Modo en Tiempo Real

Este procedimiento, trata de obtener imágenes en modo B a una tasa del orden de 40 por segundo. Este modo muestra el movimiento presentado en las imágenes de la parte del cuerpo situada bajo el transductor en el curso del examen. Las imágenes cambian con cada movimiento del transductor o si se mueve cualquier parte del cuerpo (por ejemplo, movimientos fetales o latidos de una arteria). El movimiento aparece en el monitor en tiempo real, a medida que se produce. En la mayor parte de los aparatos en tiempo real es posible congelar la imagen presentada, manteniéndola en situación estacionaria a fin de poderla estudiar y medir, si es necesario. Útil en el ojo humano en el que se percibe una imagen en movimiento.

3.6.3.5 Imagen Doppler

En ultrasonografía se aprovecha el efecto doppler para la evaluación del flujo sanguíneo principalmente. El objetivo central es evaluar las velocidades de este. Consiste en medir el cambio en la frecuencia recibida desde un receptor fijo, en relación a una fuente emisora en movimiento.

El proceso de emisión y recepción de ondas ultrasónicas sobre las células sanguíneas hace que el efecto Doppler se manifieste en dos oportunidades. Un primer grupo de frecuencias se produce cuando el transductor emite ondas hacia el vaso donde se desplazan las células sanguíneas. Estas actúan como un observador en movimiento hacia la fuente sonora en reposo (transductor). El segundo grupo de frecuencias ocurre cuando las células sanguíneas su vez re-irradian las ondas ultrasónicas hacia el transductor. Las células sanguíneas actúan como fuente de sonido en movimiento relativo hacia el transductor que en este caso actúa como observador en reposo, esto se muestra en la figura 3.43.

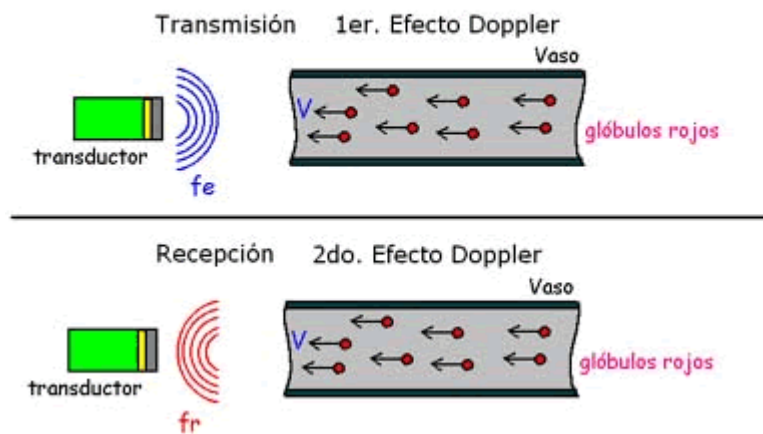


Figura 3.43. Proceso de emisión y recepción de ondas ultrasónicas sobre las células sanguíneas

El efecto doppler es la medición de la velocidad de aquello que se mueve mediante un ángulo llamado *ángulo de insonación* (el ángulo de insonación es el que forma el vector de velocidad por ejemplo del flujo sanguíneo y la línea imaginaria que representa a la dirección del haz ultrasónico) como por ejemplo la sangre, los tejidos, etc.

Este método es utilizado para ver las estructuras del interior del cuerpo, mientras se evalúa el flujo sanguíneo al mismo tiempo, mediante el registro de la onda del pulso y la determinación de su presión. Los ultrasonidos emitidos por el transductor se reflejan en los hematíes (el flujo) del vaso, para dirigirse de nuevo al transductor con una desviación del haz directamente proporcional a la velocidad de los hematíes (el flujo) del vaso explorado.

El uso del ultrasonido para la detección y la medida del movimiento ha aumentado enormemente en años recientes. La mayoría de estos sistemas utilizan el principio Doppler, pero algunos utilizan la detección del dominio de tiempo, es decir pueden emitir las ondas en forma continua o pulsada. En la detección de Doppler, si el ultrasonido se refleja de un blanco que se mueve en una cierta velocidad v_t hacia (lejos de) la fuente en un ángulo θ con respecto al eje de las x como se muestra en la figura 3.44:

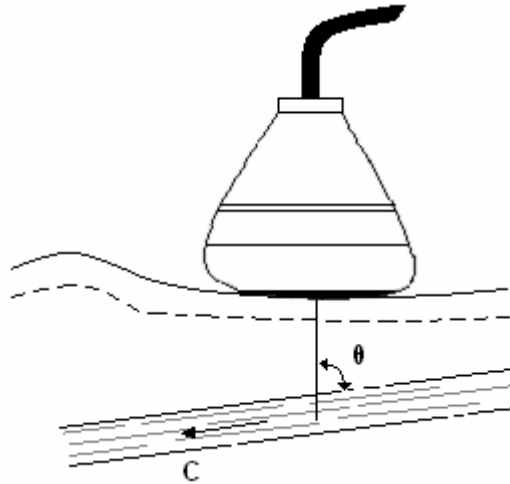


Figura 3.44. Ángulo θ , el cual registra cambios en la frecuencia doppler. Si el ángulo fuese de 90° no se registran cambios en la frecuencia.

La frecuencia de la señal transmitida f es cambiada de puesto (abajo) por una cantidad f_D , el cambio Doppler, según la relación siguiente:

$$f_D = \frac{2fv_t \cos \theta}{c} \text{ (Ecuación 3.37)}$$

En principio una medida del f_D , cuando f , c , y θ son conocidos, dará la velocidad del v_t del blanco. Sin embargo, es a menudo difícil de determinarse θ porque es el ángulo que hace el eje del transductor con un vaso sanguíneo, por ejemplo, este es a menudo desconocido. Incluso cuando se sabe este ángulo, el flujo no está necesariamente a lo largo de la dirección del vaso en cada localización y por todo el tiempo. La Ultrasonografía Doppler puede ser clasificada en las siguientes técnicas:

- a) CWD Doppler Espectral Continuo ó Continuous Wave Doppler
- b) PWD Doppler Espectral Pulsado ó Pulsed Wave Doppler
- c) CDI Doppler Color ó Color Doppler Imaging

Doppler Espectral Continuo (CWD)

Esta técnica utiliza un transductor especial que constructivamente está diseñado para realizar en forma simultánea la transmisión y la recepción de ondas ultrasónicas. Este tipo de transductor posee dos conjuntos de cristales piezoeléctricos; uno de ellos actúa en la transmisión, por lo cual los cristales son "excitados" con pulsos eléctricos para generar una onda ultrasónica continua que avanza hacia la región que se quiere evaluar; mientras que el otro conjunto en forma simultánea e in-interrumpida recibe el eco que contendrá la diferencia entre las frecuencias emitida y la recibida, esto se puede observar en la figura 3.45.

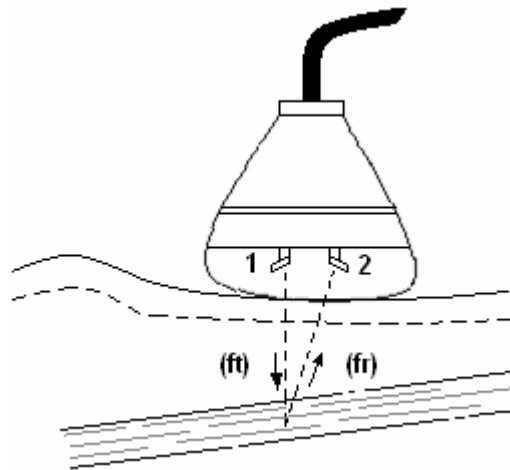


Figura 3.45. Emisor Doppler de onda continua, que utiliza un cristal para emitir la señal (1) y otro para recibir la señal (2). La onda se transmite a los tejidos (ft) y al incidir sobre los glóbulos rojos (flujo sanguíneo) en movimiento, es reflejada con una frecuencia diferente (fr), que va a ser captada por el segundo cristal (2).

Como resultado de esta continuidad de la onda ultrasónica, el flujo sanguíneo ubicado sobre la zona de interacción del haz ultrasónico será recibido, analizado y mostrado en pantalla por el Ecógrafo, sin indicación de la profundidad desde donde las diferencias entre las frecuencias emitidas y las recibidas ocurren. Por lo tanto la desventaja de este método es que carece de resolución de rango de profundidades.

Por el contrario, la gran ventaja de este método es que no hay límite para la medición de velocidades, lo cual lo hace apto para la evaluación de flujos de alta velocidad tales como los que ocurren en las patologías cardíacas. En realidad este límite existe y es la mitad de la velocidad de propagación del sonido en tejidos blandos, es decir unos 750 m/seg, velocidad totalmente inalcanzable dentro del cuerpo humano.

Debido a que los conjuntos de cristales están ubicados unos al lado de los otros y recubiertos por una lente de focalización se producirá un solapamiento entre el haz ultrasónico de transmisión y la región en la cual el conjunto receptor es sensible al eco, por lo tanto la información Doppler provendrá de ese sector de solapamiento (ver figura 3.46).

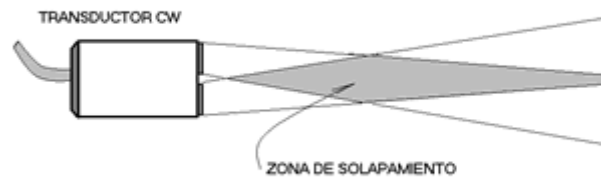


Figura 3.46. Transductor utilizado para el modo doppler espectral continuo.

Existen dos tipos de transductores preparados para producir esta técnica: el transductor "Ciego" y el transductor Phased Array (Arreglo de Fase).

El transductor "Ciego", también conocido con los nombres Lápiz, Pencil o Peed-Off es un transductor con sólo dos cristales piezoeléctricos y está diseñado para obtener solamente el Espectro de Velocidades, de allí el nombre de "ciego" pues con este tipo de transductor no es posible generar ningún tipo de imágenes Modo B. Este puede ser ubicado en forma adecuada sobre las distintas regiones de observación anatómica que se dan sobre todo en Ecocardiografía.

El transductor arreglo de fase, por el contrario, posee una mayor tecnología intrínseca que le permite generar, además, imágenes Modo B para poder encontrar y ubicar la zona anatómica de evaluación, pero una vez localizada la zona se debe “congelar” la imagen bidimensional para que el transductor adquiera en el modo continuo lo cual asume el 100% del tiempo de trabajo, por lo tanto no habrá ninguna posibilidad, por principio del método, de obtener imágenes simultáneas con el Modo B mientras se obtiene el espectro CWD.

Doppler Espectral Pulsado (PWD)

A diferencia del continuo tiene un solo cristal que emite ultrasonido en ráfagas, siendo el eco captado por el mismo cristal.

Como se mencionó anteriormente, la gran desventaja de la técnica CWD es que adquiere todos los flujos y movimientos a lo largo del haz ultrasónico sin poder establecer desde que posición provienen los ecos, por lo tanto el método carece de resolución de profundidad.

Para poder obtener la resolución de profundidad deseada, la onda ultrasónica deberá ser emitida en forma de ráfagas y la recepción del eco deberá ser habilitada en el período de tiempo entre ráfagas haciéndose una conmutación de funciones de transmisión y recepción a alta velocidad generándose así un modo discreto o pulsado. La emisión de ráfagas o trenes de onda ultrasónica se realiza con una determinada periodicidad. La frecuencia con la que se emiten estas ráfagas de onda ultrasónica se conoce con el nombre de Frecuencia de Repetición de Pulsos o simplemente PRF.

Después de emitir un tren de ondas, el ecógrafo comienza a recibir el eco que retorna al transductor, pero esto no se hace durante todo el tiempo que dure el período de recepción como se hacía en CWD, sino que el equipo tomará sólo una pequeña muestra del eco abriendo una “compuerta” durante un brevísimo período de tiempo, para permitir que sólo los ecos que ingresaron en ese período sean tenidos en

cuenta. De esta forma el equipo determina exactamente de que lugar físico provienen los ecos. Cada una de estas muestras tomadas en cada emisión, se almacenan digitalmente en una memoria electrónica de la unidad doppler del ecógrafo. Posteriormente el eco deberá ser reconstruido también electrónicamente a partir de las muestras adquiridas.

Doppler Color (CDI)

La técnica de Imágenes Doppler Color permite representar en colores, y superpuesta a la imagen Modo B, la velocidad media del flujo sanguíneo codificada según una determinada escala (ver figura 3.47).

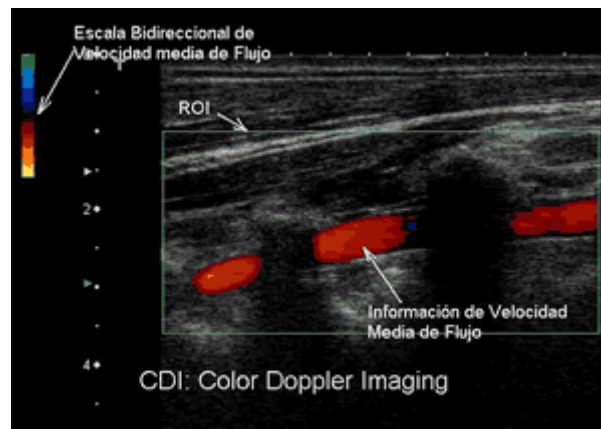


Figura 3.47. Imagen de Doppler a Color

La técnica CDI, es una técnica de muestreo y sus principios básicos son similares a lo ya tratado con el Doppler Pulsado (PWD), pero en lugar de tomar la información sobre un único Volumen de Muestra se analizan múltiples puntos. El conjunto de estos puntos forma una zona o Región de Interés la cual esta constituida por n minúsculos volúmenes de muestra ubicados sobre m líneas de exploración ultrasónica, como se muestra en al figura 3.48.

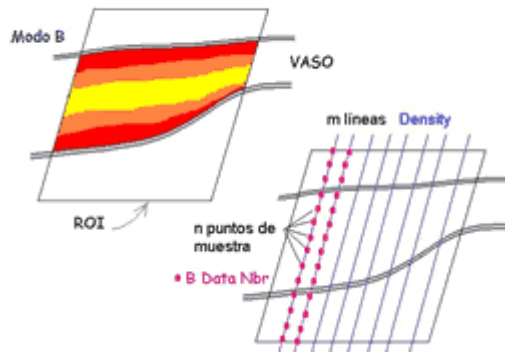


Figura 3.48. Representación gráfica del Doppler Color

Por cada línea de exploración ultrasónica existe una centena de puntos de muestra. Esta región de interés es representada gráficamente en la pantalla del equipo mediante una zona demarcada por una línea de puntos y con un formato que dependerá del tipo de transductor empleado (sectorial, convexo o lineal); además el operador puede, dentro de determinados límites modificar el área de la región de interés mediante controles ubicados sobre el panel de comandos.

Por lo general, existen otros controles además de los ya mencionados, que permiten modificar tanto la cantidad de líneas de exploración "m", como la cantidad de puntos de observación "n" sobre cada línea. El control que actúa sobre "m" se denomina Density (Densidad) y el que actúa sobre "n" se llama B Data Number (Número de datos B) ó (Tiempo de detención) Dwell Time. En los equipos con mayor nivel tecnológico existe un único que tiene en cuenta varios parámetros a la vez y ajusta, en definitiva, el Rango de Velocidades en forma óptima para cada aplicación anatómica.

Mediante el empleo de técnicas electrónicas digitales es posible detectar y analizar las características de todo blanco móvil dentro de cada punto de muestreo en la región de interés. La información obtenida es codificada de acuerdo a una escala de colores y superpuesta al Modo B. Por convención se establece que la componente de velocidad que se dirige hacia el transductor se codifica en tonos rojos y la

componente de velocidad que se aleja del transductor se codifica en la gama de los azules. Se habla de componentes de velocidad y no de velocidad absoluta dado que hay que tener en cuenta el ángulo Doppler que existe entre la dirección del haz ultrasónico y el vector del flujo.

Para realizar una estimación de la velocidad del flujo se utiliza el método matemático denominado *Autocorrelación* el cual es sumamente rápido y efectivo. La autocorrelación es un proceso que básicamente efectúa una comparación de la señal Doppler consigo misma sobre cada punto de muestra y en diferentes instantes de tiempo. Como resultado de esa comparación obtiene tres parámetros que representan al flujo: el valor de *velocidad Media*, el *Desvío Estándar* o *varianza*, y el *signo del sentido de flujo*.

Los colores que habitualmente se observan en los objetos se representan por tres magnitudes físicas: Matiz, Saturación y Luminancia. El matiz es la tonalidad del color percibido, que se corresponde con una determinada longitud de onda; por ejemplo los colores rojo, verde y azul poseen diferentes longitudes de onda o matices. La Saturación de un color es la cantidad de matiz presente en una mezcla con el blanco, por ejemplo el color rosa tiene menor saturación que el rojo puro, dado que a menor contenido de blanco mayor saturación. Finalmente la Luminancia es el brillo del matiz y la saturación presentes en un color; como ejemplo el color negro tiene la Luminancia nula y el blanco posee el valor máximo.

En Doppler Color existen distintas combinaciones de matiz, saturación y luminancia para representar el valor medio, el signo y, a veces, la magnitud de la varianza. En la figura 3.49 se presenta una escala de colores típica. Se puede observar que existen dos subescalas representadas por rectángulos orientados verticalmente y coloreados con dos gamas de colores distintos según el sentido del flujo: rojo y azul.



Figura 3.49 Escala de colores típica para el Doppler Color.

Cada una de las subescalas cuantifica la intensidad de la Velocidad Media, comienzan en la parte central, con un color de mayor saturación representando las velocidades medias de bajo valor y finalizan con un color mucho más claro que será el límite de la escala o velocidad máxima (Límite de Nyquist). Entre las dos escalas existe una zona "ciega", en la que no se representan velocidades por estar por debajo del umbral mínimo y por la acción del filtro de pared; esta zona corresponde a la Línea de Base Color.

En los ecocardiógrafos ("Ecocardiógrafo Doppler Color") se le representa con el color rojo al flujo laminar que se acerca al transductor, azul al flujo laminar que se aleja y de los colores verde al amarillo en los flujos turbulentos como son los que ocurren en los estrechamientos o bifurcaciones del sistema cardiovascular.

3.6.3.6 Imagen por armónicos

Este es un método del ultrasonido en el cual los ecos armónicos más altos (generalmente el segundo armónico) de la frecuencia transmitida fundamental (primer armónico) se detectan y se utilizan selectivamente para la proyección de una imagen es decir, el armónico es un eco de frecuencia múltiplo del haz que lo origina, por ejemplo si se emiten 2 Mhz se reciben 4 Mhz. Los armónicos más altos se pueden haber creado por la dispersión no lineal, por ejemplo de microburbujas del gas, o por la propagación no lineal del pulso del ultrasonido. Un ancho de banda grande del transductor es necesario para la proyección de la imagen armónica puesto que la

frecuencia del centro del receptor se debe fijar dos veces a la frecuencia de centro del pulso transmitido. Debido a las leyes de la elasticidad y debido a la suma de los fenómenos vibratorios de compresión y de las fuerzas elásticas de relajación el eco pasa al doble de la frecuencia inicial (de emisión), dando como resultado la frecuencia armónica.

Cuando la proyección de la imagen armónica del modo B se utiliza para mejorar calidad de la imagen y para poner en contraste la resolución de tejidos finos, la técnica se llama proyección de imagen del armónico del tejido fino. Cuando el ultrasonido armónico de Doppler se utiliza con los medios del contraste de la microburbuja (medio del contraste del ultrasonido), el propósito es mejorar la detección del flujo en los vasos pequeños selectivamente realzando la señal de Doppler de la sangre y en el mismo tiempo que suprime los ecos del tejido fino circundante.

Dependiendo del tamaño de la burbuja y de las características mecánicas de la cápsula de la burbuja, las microburbujas del gas pueden experimentar oscilaciones radiales en el campo del ultrasonido cuando la frecuencia del ultrasonido está cerca de la frecuencia resonante de las burbujas. Algunos medios del contraste resuenan en aproximadamente 3 MHz, una frecuencia comúnmente usada por el transductor. Los ecos de las microburbujas en sangre son por lo tanto no solamente un backscattering (retrodispersión) pasivo, sino también un proceso activo; las burbujas son realmente transmitidas debido a sus propias oscilaciones. Cuando son conducidas por presiones acústicas suficientemente altas, las burbujas también emitirán los armónicos. Los ecos pueden por lo tanto contener espectros de la frecuencia con varios picos de intensidad; la amplitud más alta ocurrirá en la frecuencia resonante de las burbujas, y un segundo pico ocurrirá en dos veces la frecuencia resonante, conocida como el segundo armónico.

La proyección de imagen armónica es realizada transmitiendo en una frecuencia (preferiblemente cerca de la frecuencia resonante de las microburbujas del gas) y recibiendo en dos veces esa frecuencia. El resultado es una señal bastante fuerte del medio del contraste en sangre y una señal suprimida del tejido fino circundante. Esto mejora la detección del flujo en vasos pequeños. En vasos más grandes, la ultrasonografía convencional de Doppler quita con eficacia señales con amplitud alta de tejidos finos suaves por medio de un filtro pasa alta , porque el cambio de la frecuencia Doppler es mucho más baja en los tejidos finos suaves que en sangre.

El eco armónico permite que la elección entre el tipo de frecuencia a emplear no sea tan drástica. La ecografía con armónico permite:

- a) Bajar la frecuencia de emisión, con las ventajas de mejorar la profundidad de penetración y disminuir el ruido de fondo, con la consiguiente mejoría en la resolución de los grises y de los contrastes.
- b) Elevar la frecuencia de recepción, con la consiguiente mejoría en la resolución.
- c) También evita el primer paso del ultrasonido por la superficie puesto que el eco armónico se genera en el interior y solamente realiza un recorrido (el de vuelta).

3.6.3.7 Ultrasonido en 3D y 4D

El *Ultrasonido en 3D* poseen transductores más voluminosos que a diferencia de los de ultrasonido convencional, permiten realizar un registro en dos direcciones diferentes, con un ángulo de 90 grados entre sí, obteniéndose dos planos distintos y mediante un proceso computarizado de digitalización e integración de las imágenes obtenidas en esos dos planos, se obtiene un tercer plano con su respectiva imagen. Estos tres planos, son entonces, perpendiculares entre sí, es decir, son ortogonales. El Ultrasonido de 3D, identifica tales planos, los que se identifican con letras de la siguiente forma (ver figura 3.50):

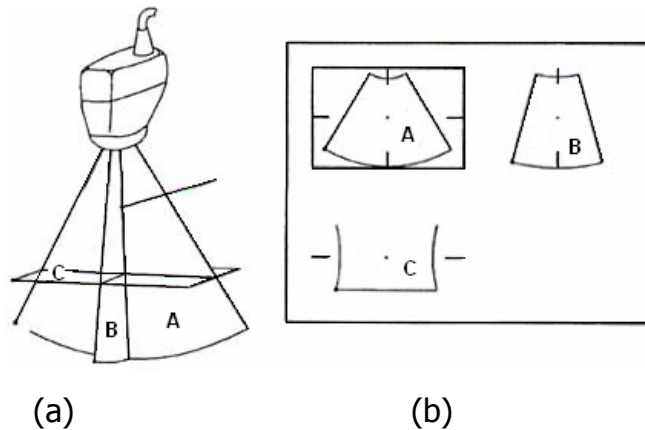


Figura 3.50: (a) Se observa un transductor de ultrasonido para estudios en tercera dimensión, con los planos que genera: A: plano en el eje mayor del transductor, B: plano en el eje menor del transductor (perpendicular al anterior) y C: plano derivado de los dos anteriores es decir obtenido por integración de los dos anteriores (perpendicular a los dos previos). Nótese que los tres planos son ortogonales entre sí. (b) Se ilustra la manera como los planos son mostrados en la pantalla.

El aparato de Ultrasonido en 3D posee un computador de mayor capacidad que le permite realizar un proceso de digitalización de las imágenes obtenidas en los diferentes planos. Este proceso, codifica cada imagen en unidades de información bidimensional (píxeles) y posteriormente ordena las imágenes en cortes secuenciales, conociendo la distancia entre los cortes, formando unidades de representación gráfica de volumen (voxels). Posteriormente, se realiza un proceso de adquisición de la imagen, reproyección, análisis, derivación y exposición gráfica del volumen obtenido.

Cada uno de estos volúmenes es entonces presentado en la pantalla de manera tal que es posible observar los tres planos ortogonales simultáneamente, en el mismo volumen y ubicar en ellos un punto de interés. El volumen de tejido obtenido puede entonces ser manipulado por el examinador a su conveniencia rotándolo y observándolo desde la perspectiva de su interés. Una de las características

importantes del Ultrasonido en 3D es ofrecer el análisis del volumen obtenido mediante planos oblicuos que no son posibles con equipos de Ultrasonido en 2D.

La imagen por *Ultrasonido en 4D* es la combinación de las imágenes obtenidas en un estudio tridimensional y su correcta compilación o reconstrucción, en este el movimiento de las imágenes son vista a modo de película en tiempo real. La denominación de la técnica se debe a que hay cuatro dimensiones involucradas: ancho, largo, profundidad y tiempo. Este modo permite observar diferentes partes del cuerpo de cualquier paciente, de manera que realiza los cortes a modo de tomografía computarizada del órgano que se está estudiando y, posteriormente, el aparato digitaliza su reconstrucción tridimensional.

Actualmente, el ultrasonido de tercera y cuarta dimensión está siendo investigado por parte de los miembros de la FDA (Federación de Drogas y Alimentos), ya que se alega que la intensidad de las ondas a las que se expone el bebé pueden constituir un peligro para el desarrollo del feto.

3.6.4 Aplicación Clínica de Tecnologías

La Ultrasonografía diagnóstica se utiliza en prácticamente la mayoría de los campos de la medicina, y como medio de visualización secundario para diversos tipos de afecciones. La Ultrasonografía diagnóstica forma parte integrante de la práctica de la radiología, la cardiología, la medicina interna, la cirugía y la tocología. Su gran utilidad para usos clínicos, aliada al costo relativamente bajo del equipo y a la inexistencia de radiaciones ionizantes, hace que esté siendo incorporada a un número cada vez mayor de especialidades clínicas, tanto para aplicaciones generales como especializadas.

Para la realización de un estudio ultrasonográfico, es importante tomar en cuenta, que tipo de estudio se va a realizar para poder elegir el transductor adecuado para realizar el examen. Así se puede decir lo siguiente:

- a) Ultrasonografía obstétrica. Cuando la mayor parte de los exámenes ultrasonográficos responden a indicaciones de obstetricia general, se utilizará un transductor lineal o convexo de 3.5 ó 5 MHz.
- b) Ultrasonografía polivalente. Cuando hay que hacer exámenes abdominales altos en adultos y exámenes de la pelvis, además de los obstétricos, lo mejor es utilizar un transductor sectorial o convexo de 3.5 MHz.
- c) Ultrasonografía pediátrica. Para los niños se necesita un transductor de 5.0 MHz. Si hay que hacer exámenes del cerebro en neonatos, se debe adquirir un transductor sectorial de 7.5 MHz (el cual puede ser utilizado también para examinar el cuello y los testículos del adulto).

A continuación se presentan diversas aplicaciones comunes de la Ultrasonografía diagnóstica (tabla 3.6), clasificadas por especialidad.

Especialidad	Aplicaciones	Método de Obtener la imagen
Cardiología	Corazón Vasos grandes	Modo M, Doppler
Tocología	Feto Útero Placenta	Modo B
Ginecología	Útero Ovarios Anexos	Modo B
Neurología y neurocirugía	Arterias extracraneales Arterias intracraneales Cerebro	Modo B, Doppler
Pediatría	Cerebro Caderas Abdomen Pelvis	Modo B, M

	Corazón Tejidos blandos Contenido del escroto	
Gastroenterología	Tacto gastrointestinal Hígado Aparato biliar Páncreas Bazo	Modo B
Urología	Glándulas suprarrenales Riñones Uréteres Vejiga urinaria Próstata Vesículas seminales Contenido del escroto	Modo B, Doppler
Cirugía (incluida la cirugía general, ortopédica, vascular y gastroenterológica)	Abdomen (en traumatismo) Exámenes intraoperativos (cerebro, columna vertebral, colon y recto) Pelvis Procedimientos intervencionales (biopsia, aspiración, etc.) Mamas Tejidos blandos Articulaciones y huesos Arteria y venas extracraneales Grandes vasos	Modo B, M, Doppler
Angiología	Arterias y venas periféricas Arterias extracraneales	Modo M, Doppler
Medicina interna	Órganos abdominales Órganos retroperitoneales Tórax y mediastino Arterias y venas viscerales y periféricas Corazón (como subespecialidad) Enfermedades infecciosas (por ejemplo, esquistosomiasis y equinococosis)	Modo B, M, Doppler

Tabla 3.6. Aplicaciones Clínicas del Ultrasonido Diagnóstico

Fuente: Formación en Ultrasonografía diagnóstica: fundamentos, principios y normas.

El cuadro anterior presenta a nivel general el uso de la Ultrasonografía como método diagnóstico. Sin embargo como se ha visto anteriormente existen diferentes técnicas en ultrasonografía diagnóstica y la más reciente es la Ultrasonografía en 4D, para la cual se citan los siguientes ejemplos de su uso:

Ginecología

Histeronosografías: la adquisición de volúmenes en vez de cortes permite registrar en segundos el útero completo de la paciente luego de la inyección de solución fisiológica. Una vez realizado el registro, el médico puede utilizar herramientas que le permiten realizar cortes arbitrarios de ese volumen para efectuar el diagnóstico. Esta técnica es más comfortable para la paciente ya que se necesita de la misma solo unos segundos.

Diagnóstico de malformaciones uterinas: la técnica 4D posibilita la obtención de cortes inaccesibles mediante la ecografía convencional. Como caso particular, se puede visualizar el endometrio en un plano coronal lo cual facilita la identificación de úteros bicornes, bidelfos y arcuatos.

Control de DIU: siguiendo el mismo principio que en la aplicación anterior, la ecografía 4D aporta información adicional sobre dispositivos intrauterinos.

Volumetría del endometrio: está comprobado que el volumen del endometrio guarda mayor correlación con la aparición de carcinomas que su espesor.

Fertilidad: se pueden realizar análisis de formas y medición de volúmenes para detectar el folículo dominante.

Obstetricia

Diagnóstico de malformaciones: la mayor utilidad de la ecografía 4D es su aporte en el diagnóstico de malformaciones. Las imágenes superficiales se pueden utilizar para

complementar el estudio realizado con ecografía convencional. La ecografía 4D presenta un panorama completo de la malformación que permite conocer su compromiso anatómico.

Medición de la translucencia nucal (TN): la medición de la TN requiere una técnica de muy alta exactitud ya que son valores muy pequeños y pequeñas diferencias en los mismos determinan grandes cambios en el diagnóstico. La presentación multiplanar permite seleccionar con exactitud el plano de corte en el cual se desea medir minimizando el error debido a la dirección del corte.

Otras aplicaciones

Existen otras aplicaciones de la ecografía 4D que se aplican tanto en obstetricia como en ginecología:

Vascularización: el desarrollo de la técnica 4D aportó el desarrollo de métodos de cuantificación de la vascularización basados en histogramas. Básicamente se hace un conteo de los vóxeles color y B/N, para luego obtener índices representativos.

Telemedicina: el almacenamiento de volúmenes en formato digital permite que estos puedan enviarse a través de cualquiera de los diferentes modos de conexión a internet que hoy ofrecen los proveedores. De esta manera, el médico que recibe el volumen que no se haya restringido a analizar solo unos cortes sino que puede el mismo realizar los cortes que desee.

4.1 INTRODUCCIÓN	261
4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL DIAGRAMA EN BLOQUES.....	262
4.3 ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS.....	267
4.3.1 Modo 3D y 4D.....	268
4.3.2 Imagen por Armónicos.....	268
4.3.3 Sistemas Intravasculares	268
4.3.4 Análisis de datos	269
4.3.5 Agentes de Contraste	269
4.3.6 Mamografía y Ultrasonometría Ósea.....	270
4.3.7 Doppler Color en Modo Potencia	270
4.3.8 Elastografía	270
4.4 CARACTERISTICAS DE ANÁLISIS	271
4.4.1 Principales Fabricantes y Distribuidores	271
4.4.2 Características Técnicas	275
4.4.3 Capacitación.....	282
4.4.4. Garantía.....	282
4.4.5 Precios	283
4.4.6 Costos de mantenimiento	283
4.4.7 Accesorios	284
4.4.8 Tiempo de vida útil	284
4.4.9 Experiencia con las tecnologías	284
4.4.10 Versatilidad	285

CAPITULO 4: ELEMENTOS DE ANALISIS PARA LA VALORACIÓN DE EQUIPOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo enfoca todos los parámetros y elementos que podrían servir para el análisis de las diferentes marcas de equipos de Ultrasonografía Diagnóstica. Un análisis de tecnologías comprende el estudio no solo del equipo en sí, sino de todos los factores que rodean al equipo y que pueden en algún momento, tener incidencia en su uso o en su funcionalidad.

A continuación, se presentan los últimos avances tecnológicos en función de las aplicaciones de las tecnologías en ultrasonografía, incluyéndose, los más recientes en modos de funcionamiento y avances en estos equipos de diagnóstico actualizándose a partir del año 2000.

Finalmente, se desarrollan los elementos de análisis que pueden ser de mayor importancia para la valoración de las características y las diferentes marcas de equipos, permitiendo visualizar las ventajas y desventajas de unos sobre los otros de acuerdo a la necesidad a satisfacer en la Institución de Salud.

4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL DIAGRAMA EN BLOQUES

Los equipos de Ultrasonografía constan de varias partes sin las cuales no podría funcionar correctamente. La figura 4.1 muestra el diagrama en bloques general de un equipo de Ultrasonografía.

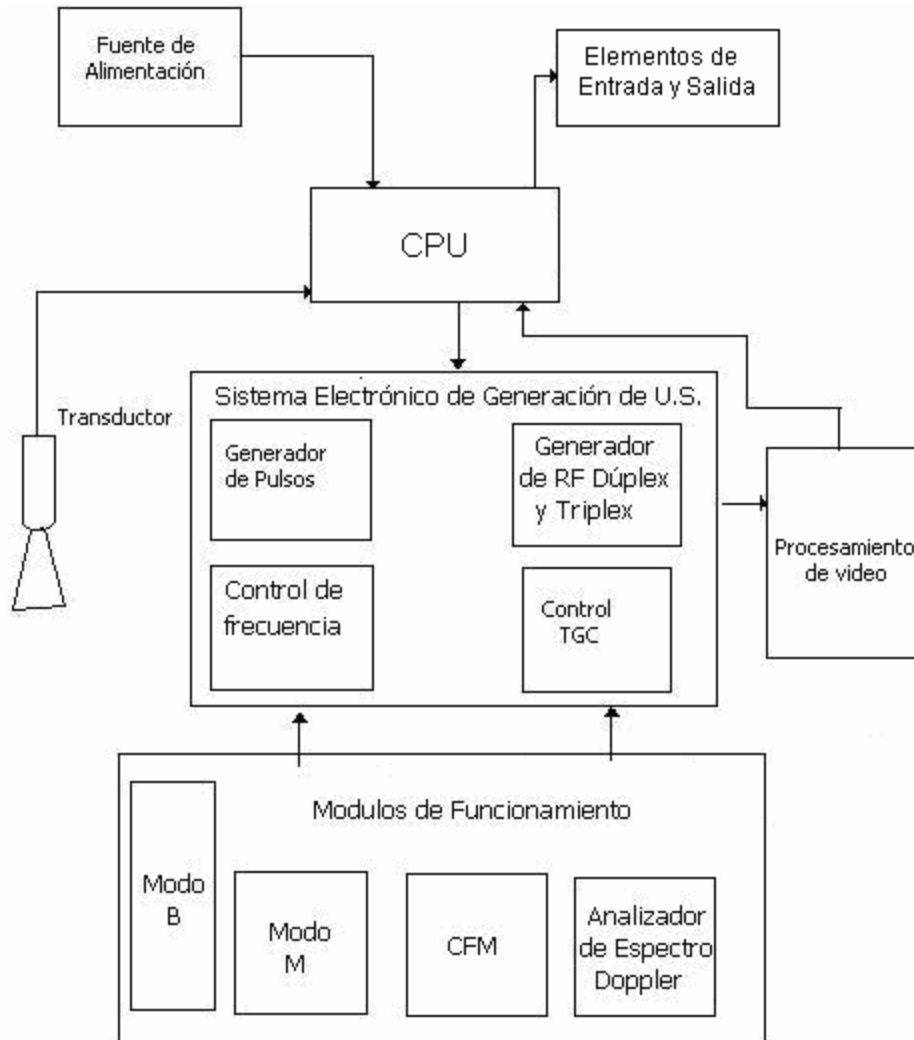


Figura 4.1. Diagrama de Bloques General de un equipo de Ultrasonografía

De acuerdo a la figura 4.1 los principales bloques funcionales que componen un equipo de ultrasonografía diagnóstica, son:

- a) CPU o Unidad Central de Procesamiento
- b) Sistema Electrónico de Generación de Ultrasonido
- c) Módulos de Funcionamiento (M, B, Doppler, armónicos, etc)
- d) Procesamiento de video
- e) Elementos Periféricos de entrada y salida

a) CPU o Unidad Central de Procesamiento: Es la que provee el control primario de todo el sistema y brinda auxilio con funciones de memoria temporal, puertos seriales, controladores de tiempo, interrupciones y la interfase de comunicación entre los demás componentes a través de softwares o programas operativos según la aplicación. En los equipos recientes el software es generalmente instalado en un disco duro interno en el equipo.

b) Sistema Electrónico de Generación de Ultrasonido: Este sistema es responsable de la generación y la transmisión del pulso de ultrasonido, para su posterior detección, y luego la demodulación del eco producido. Este sistema esta formado por las siguientes partes:

1. Controlador de frecuencia.

Controla la frecuencia de emisión de los pulsos. La frecuencia central está determinada por la frecuencia resonante del transductor.

2. Generador de pulsos

Produce los pulsos que llegan al transductor, el cual los transforma en pulsos de ultrasonido.

3. Control TGC (Compensación de Ganancia Temporal)

Compensa la atenuación de la señal de ultrasonido en el cuerpo, amplificando los ecos procedentes de las estructuras más profundas.

Posee controles de ganancia variable para los ecos originados por las distintas profundidades.

4. Generador de RF dúplex y triplex

Permite mostrar dos o tres imágenes diferentes en el monitor y en distintos modos de funcionamiento, por ejemplo modo M y modo B al mismo tiempo.

- c) Módulos de Funcionamiento: Aquí se incluyen todos los módulos de reconocimiento de ecos, dentro de estos modos de obtener imagen se pueden encontrar modo A, B, M, Doppler, entre otros. Se puede agregar un Analizador de espectro Doppler, el cual incorpora técnicas de procesamiento y generación de espectro Doppler, en todas sus modalidades, CW, PW y CDI. Se puede incluir también el Modulo de Color de Flujo (CFM): Este subsistema, calcula el flujo sanguíneo durante los modos Doppler y M color. La entrada del CFM es la señal Doppler demodulada y la salida es un vector que dependiendo de la dirección representa el color que contiene una línea de datos que pasa directamente hacia el Convertidor Digital. Este vector contiene los datos codificados que representan las frecuencias estimadas con sus respectivas varianzas.
- d) Procesamiento de video: Este recolecta datos del Sistema de Tratamiento Electrónico, para darles formato y presentarlos en el monitor. Además provee también la memoria necesaria para los datos recolectados, que son utilizados posteriormente por ciertas funciones. El sistema, también genera el temporizador para el video, gráficas, mezcla los datos de ultrasonidos con las gráficas y forma la imagen de video. Además cuenta algunas veces con capacidad de congelamiento de imágenes y de zoom digital.
- e) Interfases Periféricas de entrada y salida: Los sistemas de interfases periféricas están formados por elementos que tienen la función de recibir o transmitir datos externos o internos al equipo, entre ellos se pueden mencionar:

1. Fuente (AC y DC)
2. Monitor de video
3. Transductores
4. Sistema de Audífonos o bocinas.
5. Teclado
6. Caliper
7. Disqueteras
8. Impresora (Blanco y negro o color)
9. Video Grabadora
10. Quemador de CD´s o DVD´s
11. Capacidad de comunicación

1. Fuente de alimentación

Es la que se encarga de proporcionar la alimentación eléctrica a todos los elementos del equipo de tal manera de garantizar su funcionabilidad y estabilidad. Los circuitos de alimentación eléctrica pueden soportar cierta variación de la tensión de la red (alrededor de un 10%).

2. Monitor

Es el dispositivo en el que pueden apreciarse las imágenes captadas por los Ultrasonidos generados por el equipo. El usuario puede apreciar las imágenes en diferentes modos de funcionamiento, o en dos o tres modos simultáneos (modo dúplex o triplex). El monitor es la principal interfase de salida del equipo, por medio del cuál el usuario puede diagnosticar.

3. Transductores

Un transductor es el encargado de la generación de los pulsos ultrasónicos a través de los elementos piezoeléctricos; también de la recepción de los ecos que contienen la información para el procesamiento posterior de la imagen. Cada transductor está enfocado hacia una determinada profundidad y puede clasificarse

conforme a la disposición del transductor como de disposición lineal, disposición sectorial o disposición curvilínea (convexa).

4. Audífonos o Bocinas

Algunas aplicaciones clínicas de la Ultrasonografía requieren para una mayor comprensión, el escuchar sonidos internos del organismo mediante un sistema de bocinas o de audífonos, como por ejemplo, el flujo sanguíneo, o el movimiento de las cavidades del corazón.

5. Teclado y otros controles externos

El teclado y los controles externos son elementos que sirven para introducir información o datos requeridos por el equipo, para obtener mayor control sobre él o simplemente manipularlo. Pueden incluirse elementos como pedales y mouse o ratones. También existen dispositivos que activan, desactivan o aumentan ciertos parámetros del equipo como contraste, ganancias, entre otras.

6. Caliper

Este sistema puede ser usado para señalar y para medir el área, circunferencia o estructuras de volumen seleccionadas en la imagen. Por ejemplo, en aplicaciones obstetricias, puede usarse el caliper digital para la medición y el cálculo de la edad del feto.

7. Disqueteras

Se utilizan para trasladar información, imágenes o datos de un lugar a otro dentro del hospital o de un equipo a otro.

8. Dispositivos de registro

En este se incluyen el impresor y la videogradora, los cuales se utilizan para obtener copia de las imágenes captadas en el caso del impresor o para guardar procedimientos clínicos completos en el caso de la videogradora.

10. Quemador de CD´s o DVD´s

Este sistema se utiliza para poder almacenar imágenes de estudios realizados y guardarlos en un archivo digital en formato de video o imágenes, sustituyendo así la videograbadora; y pueden ser también almacenados digitalmente (PACS*).

11. Capacidad de comunicación

Es la capacidad de interconexión o comunicación de los equipos, que pueden ser: DICOM o Ethernet (19 Base T), lo que permite a las imágenes o datos digitales producidas por los equipos, ser almacenados o transferidos.

4.3 ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS

La Ultrasonografía ha avanzado mucho en los últimos tiempos, cada fabricante ha desarrollado su propio tipo de equipos, con sus ventajas y desventajas comparado con otras marcas, sean estas en los modos de funcionamiento de los equipos, software o transductores, entre otros. Muchos de estos fabricantes se enfocan ahora en el desarrollo del mejoramiento de los modos de funcionamiento en los equipos, creando nuevos paquetes de cálculos para ciertos modos, mejorando la calidad de la imagen y desarrollando nuevos transductores con nuevas aplicaciones.

Algunos de los avances tecnológicos en equipos de Ultrasonografía son los siguientes:

1. Modo 3D y 4D
2. Imagen por Armónicos
3. Sistemas Intravasculares
4. Análisis de Datos
5. Agentes de Contraste
6. Mamografía y Ultrasonometría Ósea
7. Doppler Color en Modo Potencia
8. Elastografía

4.3.1 Modo 3D y 4D

Algunos sistemas actualmente son capaces de presentar imágenes en 3D y en 4D a través de adquisición de volúmenes, en lugar de cortes como en el tradicional modo 2D en el que también se puede reconstruir los cortes o tomogramas mediante un procedimiento posterior. La imagen por volúmenes mejora la presentación de la imagen, la percepción de esta, y las mediciones que puedan realizarse con el método. En el método del 4D, la presentación es en tiempo real teniendo una resolución en volúmenes por segundo. Estos modos de funcionamiento son clínicamente aprovechables en aplicaciones cardiacas, flujo sanguíneo, cerebro, próstata, renal, oftálmico y fetal.

4.3.2 Imagen por Armónicos

La imagen por armónicos provee mayor calidad en las imágenes que las técnicas convencionales. Debido a que la frecuencia en que se recibe es mayor a la frecuencia transmitida, la señal puede ser aislada de la señal fundamental, esto permite que la imagen sea producida por alta frecuencia. Las señales de armónico son utilizables para todas las aplicaciones en el modo de imágenes de 2D y optimizan la calidad de la imagen mejorando la resolución lateral y la axial reduciendo los artefactos y el ruido.

4.3.3 Sistemas Intravasculares

Los sistemas intravasculares usan transductores de alta frecuencia en miniatura, montadas en un catéter que se interna en el interior de las arterias para lograr cortes seccionales de ellas, esto se ha generado haciendo que el haz ultrasónico gire 360°, y la imagen puede reconstruirse en tres dimensiones usando un software de post-procesamiento. El transductor usualmente tiene un rango de frecuencia de 15 a 30 MHz y es mecánico o de arreglo en fase. Los catéteres están disponibles para uso

coronario, periférico y para aplicaciones intracardiacas. Durante la toma del estudio intravascular, el catéter se inserta a través de una incisión hecha en una vena o una arteria. Esta técnica provee información importante acerca de los vasos periféricos y coronarios que pueden no ser apreciados con técnicas como angiografía y angioscopía.

4.3.4 Análisis de datos

Algunos sistemas de análisis de datos incluyen softwares de post procesamiento para modo B, modo M, Doppler, 3D y 4D, en ellos se incluyen mediciones de importantes regiones anatómicas del corazón y cálculos de parámetros fisiológicos como flujo de salida cardiaca, volumen y mediciones de las áreas de las válvulas del corazón. Algunos softwares para mediciones de esfuerzo (eco estrés), superponen las imágenes de las válvulas antes y después de contraerse, esto permite identificar áreas anormales. Existen buenas técnicas de reconstrucción y medición de parámetros en 3D y 4D, en esta última se tienen resoluciones en algunos equipos de hasta 25 volúmenes por segundo.

4.3.5 Agentes de Contraste

El uso de agentes de contraste ha sido recientemente muy satisfactorio, especialmente en el diagnóstico de evaluación de las funciones de las estructuras cardiacas. Algunos agentes son sustancias como microburbujas, emulsiones y suspensiones coloidales, cuyas propiedades acústicas alteran los ecos ultrasónicos producidos por la sangre o el tejido. Algunas aplicaciones clínicas de los métodos de contraste son la determinación de la estenosis valvular* y el mejoramiento de las pruebas de esfuerzo (eco estrés) para diagnósticos coronarios y estudios de perfusión miocárdica. Los transductores trans-esofágicos (TEE Transesophageal echocardiography) son usados con agentes de contraste para efectuar mediciones de flujo sanguíneo en el corazón con muy buenos resultados.

4.3.6 Mamografía y Ultrasonometría Ósea

El diagnóstico de mama por ultrasonido puede mejorar la baja sensibilidad de la mamografía por radiación en algunos pacientes, ya que la densidad de esta puede dificultar que se distingan tejidos cancerosos de tejidos glandulares normales. Es posible diferenciar quistes de masas sólidas vistas en mamografías o encontradas al tacto. Debido a que no se requiere compresión de la mama, es muy útil en evaluaciones de cuadros en que está inflamada. Al mismo tiempo la Ultrasonografía se utiliza como guía para procedimientos percutáneos, en extracción o aspiración de quistes o biopsias de mama, que con los avances tecnológicos pueden ser en tiempo real.

La ultrasonometría ósea forma parte de la Ultrasonografía, ya que provee imágenes que pueden verse en un monitor para diagnosticar problemas antes que se tornen aparentes en el paciente. Actualmente pueden tenerse ultrasonometrías con imágenes en tiempo real y con mediciones que sirven de referencia para detectar diferencias en la estructura ósea de la anatomía de los pacientes. Estos equipos efectúan únicamente densitometrías periféricas*, y proveen mediciones de la densidad mineral del hueso con buenas resoluciones de imagen (píxeles de 0.2 mm).

4.3.7 Doppler Color en Modo Potencia

Este modo de funcionamiento provee ventajas para detectar el flujo en vasos sanguíneos pequeños, minimiza los efectos del ruido y es menos dependiente del ángulo Doppler.

4.3.8 Elastografía

Es un nuevo modo de funcionamiento de Ultrasonografía en el cual se muestra la elasticidad del tejido. El desplazamiento del tejido es estimado por una correlación

seccionada del patron ultrasónico. Puede calcularse entonces una constante elastica con el radio del tejido y su esfuerzo. Este número puede estimarse para cada píxel o voxel, y expresarlo en colores o en escala de grises. Un objeto que tiene contraste bajo en modo B, puede tener un mejoramiento significativo en un elastograma.

4.4 CARACTERISTICAS DE ANÁLISIS

El primer paso para el análisis de equipos es determinar los elementos importantes que permitirán realizar la valoración de los mismos, desde diferentes aspectos como el económico, administrativo, técnico entre otras. Estos elementos de análisis se definen a continuación.

4.4.1 Principales Fabricantes y Distribuidores

Es de mucha importancia conocer las marcas de los diferentes fabricantes de equipos de Ultrasonografía y su país de fabricación, la accesibilidad que se podría tener a este tipo de tecnología; además de verificar la existencia de empresas que fungen actualmente como Representantes y/o Distribuidores para el país; lo que permitirá contar con soporte técnico calificado para el mantenimiento del equipo y respaldar la garantía de fábrica del mismo.

A continuación en la tabla 4.1, se presentan las distintas marcas de fabricantes junto a su país de origen y distribuidores de equipos dentro del país.

Fabricante	País de Origen	Distribuidor
SIEMENS	Erlangen, Alemania	SIEMENS S.A.
ATL / PHILIPS	Eindhoven, Holanda	SERVIMED, S.A. de C.V.
TOSHIBA	Tokio, Japón	Biomedica Lemus, S.A. de C.V.
ESAOTE PIE MEDICAL	Maastricht, Holanda	MEDICAL IMAGING, S.A.
MEDISON	Seúl, Corea	Castillo Lane Medical, S.A. de C.V.

GENERAL ELECTRIC	Berkshire, Inglaterra	TECNIMED, S.A. de C.V.
HITACHI	Tokio, Japón	Sucesión Diego César Ernesto Galo Bonilla (EMSAL)
DATANECH	Miami, E.E.U.U.	Grupo RAF, S.A. de C.V.
SUNLIGHT	No se encontró información	ENDOMED Techno Inversiones, S.A. de C.V.
ALOKA	Tokio, Japón	Sin Representante
FUKUDA DENSHI	Tokio, Japón	Sin Representante
KONTRON	Francia	Sin Representante
SHIMADZU	Tokio, Japón	Sin Representante
AGILENTE / HP	Boeblingen, Alemania	Sin Representante
BK Medical	Koebenhaven, Dinamarca	Sin Representante

Tabla 4.1 País de fabricación de principales marcas de equipos de Ultrasonografía y su respectivo distribuidor en el país

A continuación se presentan los modelos o línea de productos de equipos de Ultrasonografía por marca.

La tabla 4.2 presenta la línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca SIEMENS.

ACUSON	SONOLINE
ACUSON Sequoia Echo 256	SONOLINE Antares
ACUSON CV70	SONOLINE G60 S
ACUSON Aspen Echo	SONOLINE G50 S
ACUSON Aspen GI	SONOLINE G20 S
ACUSON Cypress*	SONOLINE Adara
ACUSON 128XP/10	SONOLINE Prima
ACUSON Sequoia C512	SONOLINE Versa Pro SE
ACUSON Sequoia GI	

Tabla 4.2. Línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca SIEMENS

La tabla 4.3 presenta la línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca PHILIPS y SONOSITE.

ATL	SONOSITE
HDI 4000	SONOS 1000
HDI 5000	SONOS 2000
EnVisor	SONOS 4500
iE33	SONOS 5500
iU22	SONOS 7500
Sonosite 180 Plus	

Tabla 4.3. Línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca PHILIPS y SONOSITE.

La tabla 4.4 presenta la línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca ESAOTE PIE MEDICAL.

ESAOTE PIE MEDICAL
MyLab™ 30 CV
MyLab™ 25
Megas ES
AU3
3000 AP
Caris Plus
Technos MPX
Technos
Picus Pro
Picus
Corvus
Aquila
Falco

Tabla 4.4. Línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca ESAOTE PIE MEDICAL.

La tabla 4.5 presenta la línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca MEDISON.

MEDISON
Accuvix XQ
SonoAce 9900 3D
SonoAce 8000 Live
SonoAce 8000 EX
SonoAce PICO
SonoAce 6000 II
My SONO *
SA 600*

Tabla 4.5. Línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca MEDISON.
* Portátiles

La tabla 4.6 presenta la línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca GENERAL ELECTRIC (GE).

GENERAL ELECTRIC
LOGIQ 3
LOGIQ 5
LOGIQ 7
LOGIQ 9 Imagine
VOLUSON 730 PRO Diamond
VOLUSON 730 EXPERT Diamond
VIVID 3 EXPERT
VIVID 4
VIVID 7
VIVIDi *
LOGIQ BOOK XP

Tabla 4.6. Línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca GENERAL ELECTRIC (GE).
* Portátiles

La tabla 4.7 presenta la línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca HITACHI.

HITACHI
EUB - 405 PLUS
EUB - 525
EUB - 2000
Hi Vision 5500
Hi Vision 6500
Hi Vision 8500

Tabla 4.7. Línea de productos de equipos de Ultrasonografía de la marca HITACHI.

4.4.2 Características Técnicas

Las características técnicas de los equipos de Ultrasonografía pueden dividirse en características eléctricas, mecánicas y biomédicas. A continuación se presentan las principales características, agrupadas en esta división, con una pequeña descripción y sus respectivas unidades de medición.

a) Características Eléctricas.

Las características eléctricas se refieren a las especificaciones de los voltajes permitidos para la alimentación del equipo, así como la frecuencia a la que debe conectarse y la potencia que consume, es decir son los requisitos y normas eléctricas que exige la aplicación del equipo, para satisfacer las necesidades operacionales. Al mismo tiempo se especifica si el equipo cuenta con respaldo interno de batería o no, que es algo que se ve muy frecuentemente si el equipo es portátil. Estas se presentan en la tabla 4.8:

Característica	Descripción
Alimentación	Especificaciones de la alimentación eléctrica del equipo, [AC 100 ~ 230 V \pm 10%]
Frecuencia	La frecuencia suministrada en la red eléctrica, [Hz]
Potencia	La potencia total que el equipo puede consumir, [VA]
Corriente de Fuga	Corriente máxima que el equipo permite [mA]
Aislamiento Eléctrico	Tipo de Aislamiento eléctrico
*Batería	Tipo de batería y voltaje que proporciona, [Voltios DC]
*Tiempo de respaldo de Batería	El tiempo máximo que ofrece la batería al equipo y esta dado en minutos u horas.

Tabla 4.8. Características Eléctricas de equipos de Ultrasonografía

*Equipos portátiles

b) Características Mecánicas

Las características mecánicas proveen información de las dimensiones totales del equipo, siendo estas de mucha utilidad a la hora de dimensionar el área donde el equipo será ubicado o determinar el equipo más adecuado a las áreas ya existentes. Generalmente este tipo de características van acompañados de esquemas o dibujos demostrativos. De igual manera puede verificarse la facilidad de transporte del equipo, ya sea si es por medio de ruedas o es un equipo portátil.

En la tabla 4.9 se presentan las principales características mecánicas:

Característica	Descripción
*Dimensiones Externas	La medida exacta del equipo, dado en [Alto, Largo y Ancho (cm o mts)]
*Opción de Gavetas	Si el equipo tiene gavetas, se explica cuantas tiene y se especifican sus dimensiones, [Alto, Largo y Ancho (cm o mts)]
Espacio para accesorios	Se especifican las dimensiones de los accesorios permitidos, [Alto, Largo y Ancho (cm o mts)]
Soporte del equipo	Se especifica si el equipo cuenta con una mesa o tiene su propio carro móvil.
*Base de Ruedas	Tamaño de la base de soporte de las ruedas [cm o mts]
*Ruedas	Diámetro [cm o mts], clase o posición de frenado.
Peso	El peso total del equipo [Kg]

Tabla 4.9. Características mecánicas de equipos de Ultrasonografía.

*Generalmente se acompañan de esquemas.

c) Características Biomédicas

Las características biomédicas son aquellas que complementarán desde un punto de vista técnico, las especificaciones médicas del equipo, para asegurar su adecuado funcionamiento de acuerdo a las condiciones operacionales del ambiente clínico. Incluyen todos los datos técnicos que el equipo utiliza para realizar las funciones en la obtención de una imagen por Ultrasonido. Dentro de estas, están incluidos los tipos de transductores que contiene el equipo, los modos de funcionamiento o adquisición

de las imágenes, y para cada modo, se dan las principales características de su método de adquisición y algunas veces su resolución.

Se presentan también todos los parámetros con que cuenta el equipo para el control y el buen funcionamiento de la imagen, así como:

- La ganancia de la imagen, que depende también de la resolución del transductor.
- El número de colores que puede en algún momento presentarse en la imagen.
- La escala de grises, que representa el número de niveles de gris necesarios para obtener un mejor contraste y una mejor calidad de imagen.
- Memoria de cine, representa el número de imágenes que pueden ser reproducidas en un modo continuo, y la velocidad de reproducción.
- El paquete de medición y cálculo para análisis de las imágenes, con que el equipo cuenta, de acuerdo a la especialidad.
- El tipo de puertos de salida o entrada de accesorios que pueden ser parte del equipo.

En la tabla 4.10 se presenta un resumen de las características biomédicas que puede tener un equipo de Ultrasonografía.

Característica	Descripción
Sistema de Monitor y Control de Imagen	
Resolución	Tamaño de monitor y resolución [pulg; píxeles]
Ampliación o Zoom	Amplificación de la imagen [%]
Rotación	Rota la imagen en la pantalla, por ejemplo 90°, 180° y 270°.
Congelamiento o Frozen	Capacidad para congelar las

	imágenes
Ganancia	Especifica la ganancia que puede obtener y variar el equipo a la hora de presentar la imagen [dB]
Rango Dinámico	Especifica que tanto puede ser modificada la ganancia por cada paso de examen [dB / movimiento]
Escala de color de imagen	Número de colores que pueden apreciarse en la imagen [4 colores] [Rojo, verde, azul y amarillo]
Escala de Grises	Número de tonalidades de gris que el equipo puede diferenciar y contrastar [256 niveles]
Memoria de Cine	Número de imágenes, y Velocidad de reproducción del movimiento. Opción de congelamiento de imagen ya sea por el teclado o por pedal.
Opciones de Funcionamiento	
Modos de Funcionamiento	Especifica los Modos de funcionamiento del equipo [B, 2 B, M, B/M, HI, PWD, CFM, 3D, 4D]
Mediciones y Cálculos	
General	Aquí se presenta que tipo de cálculos puede realizar el equipo por medio de su software [Área, Volumen, Tiempo gestacional,
Obstetricia/Ginecología	
Urología	
Cardiología	

Ortopedia	Fecha esperada de parto, Peso fetal, etc.]
Partes Pequeñas	
Transductores	
Potencia Transmitida	Potencia de transmisión del Transductor [dB o %]
Ganancia	Tipo de ganancia que se emplea según tecnología [Pasos]
Enfoque	Tipo de enfoque según el transductor [Zonas focales o enfoque mecánico]
Ángulo	Ajuste de ángulo para transductores de arreglo curvo o sectoriales
Frecuencia	Frecuencia de funcionamiento de transductor [Hz]
Multifrecuencia	Capacidad de frecuencia variable [Hz]
Profundidad	Distancia de profundidad del Transductor [cm]
Tipo de Transductor	[Convexo, Lineal, Anular, etc]
Aplicación	Posibles y recomendables aplicaciones clínicas del transductor
Terminales de Comunicación	
Salida de imagen B/N	Tipos de Conector interno de video [NTSC o PAL]
Salida de imagen color	Tipo de Conector de video para impresor o VTR
Salida de pedal	Pedal para congelar imagen

	[Opcional]
Salida para copia digital	Tipo [DVD, CD]
Enlace de Red	Tipo de enlace [DICOM, HL7]

Tabla 4.10. Características biomédicas de equipos de Ultrasonografía

Existen también características complementarias de los equipos, como las que se muestran en la tabla 4.11:

Características	Descripción
Temperatura y humedad	Temperatura y humedad con las que el equipo trabaja en mejores condiciones. [°C, %]
Altitud	Altura para la operación óptima del equipo [mts]
Disipación de Calor	Calor que el equipo produce en funcionamiento [BTU/hora]
Opciones	Idiomas
Actualización	Capacidad para actualizar equipo lo más fácil posible.
Funciones y teclas	Funciones y teclas con configuración dependiendo del país
Caliper o marcadores	Disponibilidad de caliper para tener acceso a análisis de la imagen.
Versatilidad	Sistema amigable para usuario y para paciente.
Accesorios	
Impresoras	Todas las impresoras compatibles

Transductores	Tipo de puerto compatible al equipo
Copia Digital	Todos los tipos compatibles para realizar copias digitales
Certificación	Todo tipo de certificación de calidad y seguridad del equipo
Año de Fabricación	Primer año que salio a la venta el equipo. (Esta información debe solicitarse previamente a la empresa)

Tabla 4.11. Características complementarias de los equipos de Ultrasonografía

4.4.3 Capacitación

La capacitación de los equipos de Ultrasonografía es importante, debido a que los equipos que se están desarrollando actualmente, muchas veces son totalmente desconocidos para los usuarios, y para evitar la sub utilización de los mismos, es necesario la debida capacitación en cuanto a funcionamiento, manejo de transductores, cuidados específicos del equipo y accesorios, limpieza, mantenimiento, utilización de paquetes de software y cálculos, entre otros.

4.4.4. Garantía

La garantía es un elemento esencial que certifica el buen estado del equipo desde la producción, y por lo tanto, si el equipo esta en buenas condiciones desde la fabrica, las expectativas de adquisición del equipo serán las mejores para poder recuperar el monto de la inversión al finalizar la vida útil del equipo. Actualmente, las empresas fabricantes y a través de los distribuidores nacionales, ofrecen garantías por periodos diferentes, esto depende también del precio de la oferta y de los requerimientos que solicite la institución. Además se debe garantizar la existencia de repuestos y

accesorios durante un período de tiempo determinado, según las políticas institucionales de renovación de equipos.

4.4.5 Precios

Es importante conocer los precios para que la institución pueda establecer su propio presupuesto y análisis financiero a fin de evaluar la factibilidad de la inversión y si está es recuperable además de valorar los beneficios que pudieran obtenerse del mismo. Al mismo tiempo evaluar si el precio esta de acuerdo con el equipo, los modos de funcionamiento, los accesorios y sobre todo las aplicaciones clínicas y paquetes de software con que la unidad cuenta.

Los precios pueden variar según las características que se muestran a continuación:

- Portátil
- De mesa
- Completos (con ruedas)
- Blanco y negro
- Doppler color
- Con 3D superficial (barrido)
- Con 4D

4.4.6 Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento deben incluir el contrato de servicio de mantenimiento preventivo y las fallas eventuales solucionadas a través del mantenimiento correctivo. Este parámetro generalmente es aplicable desde que termina la garantía hasta el final de la vida útil. Aquí debe incluirse el costo de los repuestos necesarios para el correcto funcionamiento del equipo. Según el Doctor Yadin B. David, del Departamento de Ing. Biomédica del Hospital de Niños de Texas y Presidente del Centro de Leyes para Telemedicina: El costo de mantenimiento para un equipo se

estima en 80% del costo total, durante toda su vida útil, siendo el 20 % restante, únicamente el costo de adquisición.

4.4.7 Accesorios

Son herramientas que proporcionan funciones adicionales y complementarias al equipo, pudiéndose mencionar los siguientes:

- a) Videocasetera
- b) Quemador de CD´s o DVD´s
- c) Impresor B/N o Color
- d) Conexión de red con protocolo de comunicación DICOM
- e) Transductores Opcionales

4.4.8 Tiempo de vida útil

Generalmente para los equipos de Ultrasonografía, el tiempo de vida útil se estima en un periodo promedio de cinco años, según ECRI, pero puede variar dependiendo de las marcas y de la aplicación clínica que se requiera. Conocer el tiempo de vida útil es importante para garantizar la existencia de repuestos y para análisis financieros sobre la recuperación de la inversión que se hizo en el equipo.

4.4.9 Experiencia con las tecnologías

Cuando se tiene experiencia previa con alguna clase de equipos, generalmente se tiene mas confianza en ellos, porque ya existe un historial de su funcionamiento, capacidades y debilidades, es por eso que es importante tener antecedentes de uso de estas clases de tecnologías o de una marca específica dentro del país. No estaría demás, tomar referencia de artículos sobre malos diseños, que sacan instituciones como ECRI, ASHE y PCAZ 32.2

En el país, actualmente se cuenta con experiencia previa en el uso de equipos de las siguientes marcas:

- a) SIEMENS / ACUSON y SONOLINE
- b) GENERAL ELECTRIC
- c) PHILIPS / ATL
- d) ESAOTE PIE MEDICAL
- e) KONTRON
- f) FUKUDA DENSHI
- g) HITACHI
- h) MEDISON
- i) ALOKA

4.4.10 Versatilidad

La versatilidad del equipo es un parámetro muy importante para su análisis, y es de importancia al momento de la adquisición del equipo, esta se refiere a la facilidad para adaptarse a diferentes usos o circunstancias, por ejemplo que se pueda utilizar en varias aplicaciones clínicas. Aquí se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Número de puertos de conexión de transductores.
- b) Diversidad de transductores que son compatibles y que pueden ser utilizados en el equipo.
- c) Capacidad de actualización.
- d) Facilidad y rapidez de actualización de software
- e) Capacidad de movimiento de todo el equipo
- f) Tamaño
- g) Facilidad de uso e interfase amigable

5.1 INTRODUCCIÓN	286
5.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN Y ADQUISICIÓN	287
5.2.1. Evaluación de necesidades.....	287
5.2.2. Criterios de Valoración	287
5.2.3 Instalaciones.....	289
5.2.4 Presupuesto estimado.....	290
5.3 PONDERACIÓN DE CRITERIOS Y VALORACIÓN DE RESULTADOS.....	290
5.3.1 Formato para la Valoración y Adquisición de Equipos	293
5.4 MANUAL PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE ULTRASONOGRAFÍA	295
5.4.1 Evaluar la necesidad.....	296
5.4.2 Evaluación y valoración de los equipos de Ultrasonografía.....	297
5.4.3 Evaluación de la instalación donde se colocará el equipo.....	297

CAPITULO 5. GUIA PARA LA VALORACIÓN Y ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

5.1 INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de procedimientos de compra o adquisición de un equipo de Ultrasonido para Diagnóstico, es necesario considerar varios aspectos, los cuales llevan a adquirir un equipo que este de acuerdo a las necesidades de la clínica u hospital. Entre estas consideraciones están: funciones y características técnicas, costo, facilidad de uso, capacidad de almacenamiento de la imagen, soporte técnico, entre otras.

Para que este proceso de valoración y adquisición sea realizado en forma integra, se hace necesaria la participación de todos los profesionales capaces de aportar opiniones que ayuden a que el equipo adquirido cumpla con todas o con la mayoría de las necesidades que tiene el departamento de Ultrasonografía.

Por lo mismo se hace de gran importancia tener una guía de valoración y adquisición de tecnologías que sirva de referencia a las entidades de salud para obtener estos equipos. Esta guía indica los pasos que se deberán seguir desde el momento que surgen la necesidad de obtener un equipo para el diagnóstico por medio de Ultrasonografía.

5.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN Y ADQUISICIÓN

Dentro de los criterios para la valoración y adquisición de los equipos de Ultrasonografía están:

5.2.1. Evaluación de necesidades

Es la etapa inicial de todo proceso de planeamiento para la adquisición de equipo médico. Se debe tomar en cuenta como mínimo: la población a ser beneficiada, nivel de atención, capacidad de atención, servicios que incluirá, jornadas de trabajo, días laborales del servicio; además se tendrá que conformar un grupo multidisciplinario de profesionales expertos en el tema, para poder evaluar cuales son las necesidades que se tienen en dicho servicio y así convertir estas necesidades en características que contendrá el equipo.

En esta etapa el personal médico, biomédico y administrativo, evalúa las necesidades del departamento, de acuerdo a diferentes parámetros como por ejemplo: el tipo de paciente que se atenderá en ese servicio, es decir, si será destinado para ginecología, cardiología, etc.

5.2.2. Criterios de Valoración

Los criterios de valoración son todas las características técnicas, administrativas, económicas y de procedimientos; las cuales ayudan a elegir o adquirir un equipo según la necesidad que tiene una institución.

Dentro de los criterios de valoración que deben tenerse en cuenta para un equipo de Ultrasonografía están:

- a) Características Generales
- b) Características Eléctricas
- c) Características Mecánicas
- d) Características Biomédicas

Cada grupo de características se definen a continuación.

a) Características Generales

En estas se agrupan todas aquellas características que tienen que ver con aspectos de origen administrativo, económicos y de procedimientos. Entre estos se pueden considerar:

- Tiene representante o distribuidor en el país
- Soporte técnico
- Existencia de Repuestos mínima de 8 años
- Costo del Equipo se encuentra dentro del presupuesto estimado
- Software Actualizable
- Posee opción de lenguaje en español
- Controles fáciles de uso
- Accesorios

b) Características eléctricas

Las características eléctricas incluyen parámetros por medio de los cuales el equipo funcionara correctamente, también incluye cierto tipo de normas y certificaciones que afirman la seguridad al paciente y al usuario del equipo.

c) Características Mecánicas

Las características mecánicas incluyen ciertos aspectos dimensionales y las capacidades que el equipo tiene de moverse hacia áreas donde se requiere.

d) Características Biomédicas

Son todas las características que determinarán desde la perspectiva técnica, las especificaciones médicas del equipo de acuerdo al tipo de paciente que será atendido (ginecología, urología, etc). Así como las funciones para la obtención de una imagen por Ultrasonido, tipos de transductores, modos de funcionamiento o adquisición de la imagen, entre otras. En resumen incluyen todos aquellos parámetros que hacen que el equipo funcione lo más eficiente posible.

5.2.3 Instalaciones

Se debe hacer una evaluación de las condiciones ambientales y de la infraestructura que contendrá el equipamiento. En esta etapa después de valorar las características y facilidades previstas, se debe evaluar y determinar el tipo de preinstalación necesaria para el equipo que se va a adquirir. Entre estas condiciones están:

- Instalaciones Eléctricas
- Instalaciones Hidráulicas
- Instalaciones Sanitarias
- Instalaciones Mecánicas
- Gases Médicos
- Dimensiones de espacio físico
- Ventilación
- Iluminación
- Mobiliario adecuado

En los componentes de preinstalación a evaluar también se incluyen el ambiente físico y las condiciones ambientales, entre estas se pueden mencionar:

- Temperatura
- Humedad Relativa

- Renovación de volúmenes de aire

Así, el resultado de esta etapa es el estudio de la factibilidad de ubicar el equipo en las instalaciones definidas; y además, las recomendaciones para la preinstalación necesaria.

5.2.4 Presupuesto estimado

Rango presupuestario de la tecnología identificada para satisfacer todas las necesidades que se tengan con la compra e instalación del equipo.

5.3 PONDERACIÓN DE CRITERIOS Y VALORACIÓN DE RESULTADOS.

Una vez analizados los criterios de valoración y adquisición de las tecnologías para Ultrasonografía se pasa a ponderar estos criterios de acuerdo si el criterio cumple o no cumple la necesidad de la institución de salud.

Para la ponderación y valoración de resultados es necesaria la creación de un formato que incluya todos los criterios o características necesarias a considerar para la adquisición de un equipo de Ultrasonografía, los cuales han sido definidos anteriormente en los criterios de evaluación. Estos se dividen de la siguiente forma:

- a) Características Generales
- b) Características Eléctricas
- c) Características Mecánicas
- d) Características Biomédicas

Estas características tienen un orden de prioridad entre ellas, tomando en cuenta aspectos relacionados con su importancia entre los cuales se pueden mencionar:

- Aplicaciones clínicas para las cuales ha sido solicitado el equipo
- Que el equipo se adapte a las normas eléctricas y condiciones ambientales del país
- Que tenga representante y distribuidor en el país
- Que el costo del equipo no exceda el presupuesto estimado

La valoración y ponderación de estas características se realiza asignando un porcentaje a cada grupo de las mismas, considerando, según documentación del MSPAS y el texto Manual de Ingeniería de Hospitales. Organización, Administración y Mantenimiento publicado por la AHA, 1976 (Asociación de Hospitales de los Estados Unidos por sus siglas en Inglés), que el 60% de las fallas más comunes en los equipos se originan por una inadecuada operación o utilización de los mismos, donde se incluyen, fallas originadas por problemas en la instalación eléctrica, falta de capacitación, mantenimiento preventivo inadecuado, entre otras; y el resto, es decir el 40%, se deben a problemas en algunos aspectos funcionales propios del equipo, entre ellos resolución inadecuada, cálculos y medidas alteradas, baja calidad de imagen, etc. Por tanto, se ha asignado a las características biomédicas el 40%, ya que estas están relacionadas con la funcionabilidad del equipo y el 60% se ha distribuido de acuerdo a su importancia entre las características generales, eléctricas y mecánicas.

Las características biomédicas tienen incidencia en el diagnóstico del estudio de Ultrasonografía, por lo que se necesita la mayor eficacia y precisión para estas. Por ello es que estas tienen un mayor porcentaje de ponderación. La ponderación queda distribuida como se observa en la tabla 5.1.

Características	Ponderación Total
Biomédicas	40%
Generales	30%
Eléctricas	20%
Mecánicas	10%
Σ TOTAL	100%

Tabla 5.1. Ponderación por grupo Características

Para obtener este porcentaje, a cada uno de los criterios a evaluar se le dará un puntaje, este será de 5 puntos si la cumple a criterio del evaluador y 0 puntos si no la cumple. Se le proporciona el mismo puntaje a cada criterio, considerando que todos los criterios expuestos en el formato para la adquisición de equipos tienen la misma importancia.

Cada grupo de características tiene un número determinado de criterios, si el equipo cumple con la totalidad de criterios para cada grupo de características, este obtiene el porcentaje dado en la tabla 5.1. Si se distribuye este porcentaje entre cada criterio por grupo de características se obtiene el porcentaje para cada uno de ellos, como se ve a continuación:

$$\frac{\text{Porcentaje total por grupo de características}}{\text{Número total de criterios por grupo de características}} = \frac{30\%}{16} = 1.87\%$$

Por tanto la ponderación para cada criterio según el grupo de características en el que se agrupa se define a continuación en la tabla 5.2.

Características	Ponderación Total	Número de Criterios por Grupo	Ponderación por Criterio de Evaluación
Biomédicas	40%	12	3.33%
Generales	30%	16	1.87%
Eléctricas	20%	3	6.67%
Mecánicas	10%	2	5%

Tabla 5.2. Ponderación de Características por Grupo y por Criterio.

Si el equipo cumple en su totalidad las necesidades de la institución, la sumatoria de los porcentajes de cada una de estas características deberá ser un 100%.

Es importante aclarar que el formato que se presenta para la valoración y adquisición de equipos puede ser modificado de acuerdo a la necesidad que se tenga, por ejemplo si se quiere adquirir un equipo de Ultrasonografía para el área de Cardiología se puede especificar los transductores necesarios, modos de funcionamiento entre otros.

5.3.1 Formato para la Valoración y Adquisición de Equipos

El formato para la valoración y adquisición de equipos de Ultrasonografía se presenta a continuación en la tabla 5.3.

FORMATO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE ULTRASONOGRAFÍA								
CRITERIOS DE VALORACIÓN		%	MARCA 1		MARCA 2		MARCA 3	
Características Generales (30%)			Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0
1	Tiene representante o distribuidor en el país	1.87						
2	Soporte técnico	1.87						
3	Existencia de Repuestos mínima al menos de 1 año	1.87						
4	Costo del Equipo se encuentra dentro del presupuesto estimado	1.87						
5	Costo de Mantenimiento se encuentra dentro del presupuesto estimado	1.87						
6	Existen Antecedentes de uso de ultrasonógrafos de la marca	1.87						
7	Proveen capacitación del equipo	1.87						
8	Software Actualizable	1.87						
9	Posee opción de lenguaje en español	1.87						
10	Controles fáciles de uso	1.87						
11*	El equipo esta avalado por algún organismo reconocido de inspección de equipo médico	1.87						
12	Accesorios							
12.1	Tiene capacidad para impresora	1.87						
12.2	Tiene capacidad para video grabadora	1.87						
12.3	Conexión de red	1.87						
12.4	Número de puertos para transductores como mínimo 3	1.87						

12.5	Opción de Pedales	1.87						
Total:								
Características Eléctricas (20%)		%	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0
1*	Los valores de voltaje y frecuencia están de acuerdo a los sistemas de distribución eléctrica de la zona donde se utilizará	6.67						
2*	Cumple con alguna norma de seguridad eléctrica	6.67						
3	Posee UPS	6.67						
Total:								
Características Mecánicas (10%)		%	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0
1	Las dimensiones son convenientes a las áreas de estudio	5						
2	Movilidad y Ajuste preciso del equipo	5						
Total:								
Características Biomédicas (40%)		%	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0
1	Sistema de Monitor y Control de Imagen							
1.1	Tamaño mínimo del monitor de 6 pulgadas aproximadamente	3.33						
1.2	Resolución mínima de 800 x 600 píxeles	3.33						
1.3	Posee un mínimo de 16 niveles de grises	3.33						
1.4	Posee una ganancia de 50 dB como mínimo y un rango dinámico variable por pasos	3.33						
1.5	Memoria de Cine	3.33						
1.6	Posee Escala de color de Imagen	3.33						
2	Cuenta como mínimo con los modos de funcionamiento básicos	3.33						
3	Mediciones y Cálculos							
3.1	Facilidad de Cálculo: Distancia, Área, volúmenes, tablas	3.33						
3.2	Señales Auxiliares: Fisiológicas, Sincronismos, QRS	3.33						
4	Transductores							
4.1	Posee transductores básicos	3.33						
4.2	Posee Transductores Opcionales	3.33						
4.3	Posee Ajuste Focal Interno	3.33						
Total:								
ΣTotal:								

Tabla 5.3. Formato para la adquisición de equipos para Ultrasonografía

En este formato, la marca del equipo que obtenga el puntaje más alto será el que mayor se adecue a las necesidades que tiene el hospital.

(*) Aclaraciones:

a) Los valores de voltaje y frecuencia en el caso de las distribuidoras eléctricas en El Salvador son de:

Voltaje = 117 V

Frecuencia = 60 Hz

b) Una norma eléctrica que cumplen algunos equipos de ultrasonografía es la IEC 601.1 (International Electrotechnical Comisión) que define lo siguiente:

- El equipo no debe exceder una potencia de consumo de 3.5KW.
- La corriente de fuga a tierra debe ser $\leq 500 \mu\text{A}$.
- La corriente de fuga al chasis debe ser $\leq 100 \mu\text{A}$.
- La resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra debe ser $\geq 2 \text{ m}\Omega$.
- La resistencia de tierra debe ser $\leq 0.2 \Omega$.

c) Entre los organismos reconocidos que evalúan el funcionamiento de los equipos médicos se pueden mencionar los siguientes:

- ECRI (Emergency Care Research Institute)
- FDA (Food and Drug Administration)

5.4 MANUAL PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE ULTRASONOGRAFÍA

Adquirir un equipo conlleva a una serie de pasos que deben seguirse para que la elección o adquisición de este sea adecuada, entre estos se pueden mencionar: evaluar la necesidad, evaluar y valorar las características técnicas, administrativas, económicas y de procedimientos del equipo, revisar que se tengan las instalaciones adecuadas entre otras. Todos estos pasos pueden ser agrupados dentro de un manual para la adquisición de equipos el cual será una guía que las instituciones podrán seguir cuando se da la necesidad de adquirir un equipo de Ultrasonografía.

Las partes que contiene el manual de calidad se definen y explican a continuación.

5.4.1 Evaluar la necesidad

Se deben seguir los siguientes pasos para evaluar la necesidad:

- 1) Formar un comité multidisciplinario que evalúe la necesidad de adquisición del equipo. En dicho comité se podría incluir un representante de los siguientes departamentos: dirección (director o subdirector), administración (administrador), ingeniería y mantenimiento (jefe de biomédica o jefe de ingeniería y mantenimiento) y división médica (jefe de la unidad o jefe de la división médica).
- 2) Una vez que el médico especialista verifique la necesidad de contar con un equipo para el diagnóstico por ultrasonografía, debe presentar una solicitud a este comité.
- 3) Luego de esto el comité debe realizar la verificación de la necesidad tomando en cuenta aspectos como los que se mencionan a continuación:
 - a) A través de un estudio epidemiológico se debe verificar los aspectos demográficos (sexo y edad) y la cantidad de población que será beneficiada con la adquisición de un nuevo equipo.
 - b) Se debe definir el área (espacios, condiciones ambientales, entre otras) en la cual se localizará el equipo.
 - c) Establecer las bases de licitación para la adquisición del equipo entre las cuales se deben considerar:
 - Características técnicas (Definidas en el capítulo 4)
 - Tiempo de garantía del equipo y existencia mínima de repuestos
 - Costos de mantenimiento durante y después de garantía.
 - d) Definir el presupuesto, estimado para la compra del equipo.

5.4.2 Evaluación y valoración de los equipos de Ultrasonografía

Esta es la segunda etapa para la adquisición, aquí se hace el análisis de las diferentes tecnologías que satisfagan las necesidades encontradas en la primera etapa.

Para ello se analizan las ofertas que hacen las diferentes empresas con respecto a los equipos que ellas distribuyen, esta a partir de la tabla 5.3 que es el formato para la adquisición de equipos para Ultrasonografía.

Luego de evaluar las marcas de equipos con este formato, se sumará el porcentaje obtenido por cada grupo de características tomando de referencia la tabla 5.2, la cual muestra el porcentaje de cada criterio por grupo de características. La sumatoria total de estos porcentajes nos dará el porcentaje total el cual nos servirá para evaluar cual marca es la que se adecua más a la necesidad de la institución.

El equipo que obtenga el puntaje mayor, será el que mejor se adecue a esta necesidad, sin embargo esto no significa que todas las demás empresas no se adecuen a lo solicitado, por lo mismo es que las marcas que tengan un porcentaje mayor al 70% de la calificación, también podrían ser tomadas en cuenta para la adquisición de tecnologías.

Luego de hacer el análisis de todas las tecnologías propuestas se elige la que mejor convenga según la institución de salud.

5.4.3 Evaluación de la instalación donde se colocará el equipo

Luego de evaluar la tecnología que se va a adquirir, se debe evaluar y determinar el tipo de preinstalación necesaria para el equipo que se va a adquirir.

En los componentes de preinstalación a evaluar se incluyen el ambiente físico y las condiciones ambientales.

AMBIENTE FISICO

a) Instalaciones

Eléctricas

Hidráulicas

Sanitarias

Mecánicas

Gases Médicos

e) Dimensiones de espacio físico

f) Ventilación

g) Iluminación

h) Mobiliario adecuado.

CONDICIONES AMBIENTALES

a) Temperatura

b) Humedad Relativa

c) Renovación de volúmenes de aire

Para mejor referencia del ambiente físico y condiciones ambientales con que debe contar la sala de Ultrasonografía, ver el capítulo 7 Diseño de una Unidad de Ultrasonografía y el Capítulo 8, apartado 8.1 Control de calidad en instalaciones de Ultrasonografía diagnóstica.

6.1 INTRODUCCIÓN	299
6.2 ANÁLISIS DE EQUIPOS.....	300
6.2.1 Marcas Consideradas.....	301
6.2.2 Aplicación de Formatos.....	301
6.2.3 Valoración de Resultados.....	304
6.2.4 Puntuación de Calidad.....	304
6.3 MANUAL DE CALIDAD DE EQUIPOS	308
6.3.1 Objetivo	308
6.3.2 Generalidades del Manual.....	308
6.3.3 Aplicación de Formatos.....	309
6.3.4 Valoración de Resultados.....	309
6.3.5 Puntuación de Calidad.....	310

CAPÍTULO 6. ANALISIS Y VALORACIÓN DE EQUIPOS

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hace una evaluación de los elementos importantes para ponderar la calidad de los equipos, a fin de establecer que marcas son las más apropiadas para satisfacer las necesidades de una institución de salud.

Esta evaluación se realiza a través de un análisis de las características generales, eléctricas, mecánicas y biomédicas, tomando en consideración lo expuesto en el capítulo 5 referente a la Valoración y Adquisición de Equipos. Finalizando con la elaboración de un manual, el cual contiene los pasos a seguir para valorar la calidad de las diferentes marcas de los mismos.

6.2 ANÁLISIS DE EQUIPOS

El análisis de equipos recopila la información establecida en el capítulo 4 referente a los elementos de análisis, y los pondera según la guía de valoración y adquisición del capítulo 5, logrando establecer un nivel de calidad entre las diferentes marcas.

Dicho nivel de calidad se establece valorando los elementos de análisis agrupados en cuatro categorías principales:

1. Características Generales
2. Características Mecánicas
3. Características Eléctricas
4. Características Biomédicas

Tal y como se presentan en la tabla 5.2 de la guía de valoración y adquisición de equipos.

El formato de esta guía esta elaborado con características de los equipos, para que sirva como referencia, de tal modo que en algún caso o según la necesidad, pueda ser modificado, permitiendo evaluar características específicas de algún equipo, por ejemplo, si se requiere un equipo para aplicación cardiológica; las características biomédicas podrían ser alteradas de acuerdo al tipo de transductor requerido, software de cálculo o un procedimiento o modo de funcionamiento específico, de manera que el análisis de calidad de cómo resultado, el equipo que mejor se adapte a esta aplicación.

A manera de ejemplo, se procederá a hacer un análisis de equipos, considerando que se dispone de un presupuesto y una instalación dada, utilizando las marcas mas comunes que pueden encontrarse en El Salvador.

Suponiendo que se quiere analizar equipos de Ultrasonografía para uso general y teniendo en cuenta una investigación previa de marcas y modelos, con un presupuesto de \$75,000 y con una instalación en la que se tiene la sala de estudio de 3x3 metros y un ancho libre de puerta de 1.50 metros, se tiene lo siguiente:

6.2.1 Marcas Consideradas

Las marcas que se consideran en este para la valoración son las siguientes:

- Siemens
- General Electric (GE)
- Esaote
- Danatech
- Aloka
- Fukuda Denshi
- HDI
- Phillips
- Medison

6.2.2 Aplicación de Formatos

Para la evaluación de las marcas se ha tomado en cuenta el formato presentado para la Valoración y Adquisición de Equipos (Capítulo 5, Tabla 5.2). En la tabla 6.1 se presenta el análisis de equipos tomando consideración de las marcas mencionadas anteriormente.

FORMATO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE ULTRASONOGRAFÍA

CRITERIOS DE VALORACIÓN	%	SIEMENS ACUSON 128XP		SIEMENS SONOLINE ADARA		SIEMENS SONOLINE G50		SIEMENS SONOLINE G60		SIEMENS SONOLINE PRIMA		GE VOLUSON 730		GE LOGIQ 5		ESAOTE 260 CORVUS		ESAOTE 260 PARRUS		DANATECH DMS-50		ALOKA SSD-1200		FUKUDA DENSHI		HDI 5000		PHILIPS iU 22		MEDISON SONOACE 8000 EX		
		Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	
1	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
2	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
3	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
4	2		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
5	2		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
6	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
7	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
8	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
9	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
10	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
11																																
11.1	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
11.2	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
11.3	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
11.4	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
11.5	2	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Total:		65		75		75		75		65		65		75		75		75		55		65		55		70		70		75		
Porcentaje(%)		26		30		30		30		26		26		30		30		30		22		26		22		28		28		30		
(20%)	%	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	
1*	6,67	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
2*	6,67	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
3	6,67		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Total:		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		5		10		10		10		
Porcentaje(%)		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		13,33		6,66		13,33		13,33		13,33		
(10%)	%	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	
1	5	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
2	5	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Total:		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		
Porcentaje(%)		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		

FORMATO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE ULTRASONOGRAFÍA																															
Características Biomédicas	%	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0	Si=5	No=0		
1	Sistema de Monitor y Control de Imagen																														
1.1	Tamaño mínimo del monitor de 6 pulgadas aproximadamente en diagonal	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
1.2	Resolución mínima de 800 x 600 píxeles	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
1.3	Posee un mínimo de 16 niveles de grises	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
1.4	Posee una ganancia de 50 dB como mínimo y un rango dinámico variable por pasos	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
1.5	Memoria de Cine	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
1.6	Posee Escala de color de Imagen	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
2	Cuenta como mínimo con los modos de funcionamiento básicos	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
3	Mediciones y Cálculos																														
3.1	Facilidad de Cálculo: Distancia, Área, volúmenes, tablas	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
3.2	Señales Auxiliares: Fisiológicas, Sincronismos, QRS	3,33		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓			
4	Transductores																														
4.1	Posee transductores básicos	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
4.2	Posee Transductores Opcionales	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
4.3	Posee Ajuste Focal Interno	3,33	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Total:			55		55		55		55		55		60		60		55		55		40		45		40		55		60		55
	Porcentaje:		36,63		36,63		36,63		36,63		36,63		40%		40%		36,63		36,63		26,24		29,97		26,24		36,63		40%		36,63
	ΣPorcentajes:		86		90		90		90		86		89		93		90		90		72		79		65		88		91		90

Tabla 6.1 Aplicación de Criterios de Valoración con las diferentes marcas.

6.2.3 Valoración de Resultados

Tomando en cuenta los valores de puntuación definidos en el capítulo 5, se efectúa la sumatoria de cada uno de los puntos y porcentajes de las diferentes categorías como se puede observar en la tabla 6.1, al final el resultado que se obtiene es el que se muestra en la Tabla 6.2, donde se presenta la sumatoria de todos los porcentajes, obteniendo un total para cada equipo.

Marca	Porcentaje
SIEMENS ACUSON 128XP/10	86%
SIEMENS CONOLINE ADARA	90%
SIEMENS SONOLINE G50	90%
SIEMENS SONOLINE G60	90%
SIEMENS SONOLINE PRIMA	86%
GE VOLUSON PRO	89%
GE LOGIQ 5	93%
ESAOTE 260 CORVUS	90%
ESAOTE 260 PARRUS	90%
DANATECH DMS-50	72%
ALOKA SSD-1200	79%
FUKUDA DENSHI UF-750XT	65%
PHILIPS HDI 5000	88%
PHILIPS HDI iU22	91%
MEDISON SONOACE 8000EX	90%

Tabla 6.2 Tabla de resultados finales de la valoración de equipos.

6.2.4 Puntuación de Calidad

Para la puntuación final de calidad de las tecnologías, se utilizara el sistema que se presenta en la tabla 6.3 que toma su base, en los Niveles de Productividad de equipos médicos del texto: Maintenance Management for Health Cares Facilities. American Society for Hospital Engineering of merican Hospital Asociation. 1988

Porcentaje Total Obtenido	Puntuación
De 90 a 100%	☆☆☆☆☆
De 75 a 90%	☆☆☆☆
De 60 a 75%	☆☆☆
De 50 a 60%	☆☆
Menor al 50%	☆

Tabla 6.3. Puntuación de calidad mediante Sistema de comparación por estrellas.

Esta clasificación de los equipos por estrellas se da de la siguiente forma:

Si el equipo obtiene 5 estrellas (90 a 100%) de calificación, significa que la calidad del equipo que se esta evaluando es calidad A, es decir que cumple en su totalidad o en gran mayoría con las características que se están evaluando. Por tanto se recomienda su adquisición.

Si el equipo obtiene 4 estrellas (75 a 90%) de calificación, significa que la calidad del equipo que se esta evaluando es calidad B, es decir que cumple en una mayoría considerable las características que se están evaluando, pero tiene ciertas deficiencias las cuales deben ser consideradas cuando se desee comprar el equipo. Sin embargo cuando un equipo obtiene esta clasificación se recomienda su adquisición.

Si el equipo obtiene 3 estrellas (60 a 75%) de calificación, significa que la calidad del equipo que se esta evaluando es calidad C, es decir que ya no cumple en una mayoría considerable las características que se están evaluando, sin embargo si se toma la decisión de comprar un equipo con esta calificación se debe tomar en cuenta las deficiencias que este posee por no cumplir con todas las características de evaluación y esto podría llevar a aumentar el presupuesto de costo y mantenimiento del equipo. Por ello se recomienda una mayor investigación sobre este.

Si el equipo obtiene 2 estrellas (50 a 60%) de calificación, significa que la calidad del equipo que se está evaluando es calidad D, es decir que ya no cumple con una gran cantidad de las características que se están evaluando. No es recomendable adquirir un equipo con esta calificación ya que esto exige un aumento en costo y mantenimiento del equipo.

Si el equipo obtiene 1 estrella (menor al 50%) de calificación, significa que la calidad del equipo que se está evaluando es calidad E, por lo mismo no es recomendable adquirir un equipo con esta calificación ya que esto conllevará a un aumento grande en costos de adquisición del equipo y en su mantenimiento.

Utilizando el sistema de comparación por estrellas (Tabla 6.3), se presenta a continuación el resultado final de los equipos evaluados (Tabla 6.4):

Marca	Calidad	Precio	Distribuidor
SIEMENS ACUSON 128XP/10	☆☆☆☆	\$ 150,000	SIEMENS
SIEMENS CONOLINE ADARA	☆☆☆☆☆	\$ 35,000	SIEMENS
SIEMENS SONOLINE G50	☆☆☆☆☆	\$ 50,000	SIEMENS
SIEMENS SONOLINE G60	☆☆☆☆☆	\$ 75,000	SIEMENS
SIEMENS SONOLINE PRIMA	☆☆☆☆	\$ 15,000	SIEMENS
GE VOLUSON PRO	☆☆☆☆	\$ 170,000	TECNIMED
GE LOGIQ 5	☆☆☆☆☆	\$ 40,000	TECNIMED
ESAOTE 260 CORVUS	☆☆☆☆☆	\$ 30,000	MEDICAL IMAGING
ESAOTE 260 PARRUS	☆☆☆☆☆	\$ 17,000	MEDICAL IMAGING
DANATECH DMS-50	☆☆☆	*	RAF
ALOKA SSD-1200	☆☆☆☆	*	*
FUKUDA DENSHI UF-750XT	☆☆☆	\$10,000	*
PHILIPS HDI 5000	☆☆☆☆	\$ 80,000	SERVIMED

PHILIPS HDI iU22	☆☆☆☆☆	\$ 230,000	SERVIMED
MEDISON SONOACE 8000EX	☆☆☆☆☆	\$ 60,000	Castillo Lane Medical

Tabla 6.4 Comparación de calidad entre los equipos evaluados.

* No se logro obtener este tipo de información.

En conclusión, según las necesidades que se establecieron al inicio del análisis de equipos, se ha obtenido una matriz comparativa, en el cuál se puede comparar la calidad de estos, teniendo como parámetro las distintas marcas analizadas.

Todos los equipos que tienen ponderación de 5 estrellas y que son comparados en la tabla 6.4, son equipos que cumplen los requisitos que se plantearon al inicio, con excepción del (PHILIPS) iu 22, debido a que este obtuvo ponderación de 5 estrellas debido a su nivel tecnológico, pero no cumple el requisito financiero por su elevado precio.

Puede observarse entonces que el análisis de calidad desarrollado, cumple con los criterios y los objetivos para los cuales se desarrolló, en este caso, la necesidad de compra de un equipo de Ultrasonografía, teniendo en cuenta los parámetros financieros y de espacio, establecidos al inicio. Y comprobando su funcionalidad de acuerdo con la necesidad.

6.3 MANUAL DE CALIDAD DE EQUIPOS

El Manual de Calidad de Equipos proporciona la información necesaria para definir el grado de eficiencia de las diferentes marcas de acuerdo a la aplicación de interés. Dicho manual podrá ser aplicado por cualquier institución de salud, médico o usuario de estos equipos; evaluando cada una de las propiedades de los equipos a través de una valoración por medio de puntos, y podrá definir la calidad de cada uno de los equipos de interés. Evidentemente, el hacer un estudio de este tipo, conlleva una investigación completa de las cualidades y las capacidades del equipo, para obtener un análisis cuantitativo y cualitativo, eficaz y confiable de estos.

6.3.1 Objetivo

Desarrollar un estudio en donde se analicen las capacidades, cualidades y virtudes de los equipos de Ultrasonografía; con el fin de determinar el grado de calidad dependiendo de la necesidad.

6.3.2 Generalidades del Manual

El procedimiento para poder valorar los equipos se basa en completar una tabla de valoración y ponderación de todas las características de los mismos. Es importante mencionar que una ponderación correcta necesita de una investigación previa de las marcas, modelos de equipos, características técnicas y generales, entre otros aspectos, es decir, los elementos de análisis mencionados en el Capítulo 4 de esta investigación. Esta información deberá pedirse previamente a las empresas participantes o tomadas en cuenta para el proceso de adquisición de tecnología, sea este proceso de licitación o de compra por gestión libre en cualquier institución.

La valoración y ponderación de cada una de las características de los equipos pueden modificarse dependiendo de que clase de equipos deseen ser analizados, por ejemplo, si se analizan equipos portátiles, evidentemente debe incluirse con un valor en la ponderación, características como tiempo de respaldo de batería o peso del equipo. Así también, cuando sean equipos especializados, cardiología por ejemplo, deberían incluirse características como modos de funcionamiento, transductores especiales, software con capacidades de mediciones y cálculos para aplicaciones cardiológicas.

6.3.3 Aplicación de Formatos

El formato de aplicación se presenta en la tabla 5.2 del capítulo 5. En el se presentan los parámetros a evaluar agrupados en 4 características principales: generales, eléctricas, mecánicas y biomédicas; las cuales se valoran de acuerdo a su importancia. La puntuación que se le da a cada uno es de 5 puntos si cumple el criterio a evaluar y 0 si no lo cumple.

Todas las casillas con respuesta positiva (si), en la tabla base de calificación deben sumarse separadamente por grupo de características, es decir, sumar todos los (si) de la ponderación de características generales, luego las eléctricas, las mecánicas y luego las biomédicas obteniendo un total de respuestas afirmativas, luego este número debe ser multiplicado por el porcentaje de valoración que tiene cada grupo de características.

6.3.4 Valoración de Resultados

Todas las características de los equipos de Ultrasonografía se ponderan de acuerdo a la tabla siguiente (Tabla 6.5) la cual se ha tomado del capítulo 5.

Características	Ponderación
Biomédicas	40%
Generales	30%
Eléctricas	20%
Mecánicas	10%

Tabla 6.5 Ponderación de Características.

Por lo anterior, debe tenerse en consideración que los ítems ponderables para cada una de las categorías de estas características deben tener una ponderación que equivalga exactamente al valor porcentual establecido, por lo que de modificarse, para cualquier tipo de necesidad, deberá modificarse también la estructura porcentual de los ítems.

6.3.5 Puntuación de Calidad

La puntuación se obtiene a partir del porcentaje total alcanzado en la valoración de resultados. En la tabla 6.6 se presenta la puntuación que establece la calidad de los equipos analizados.

Porcentaje Total Obtenido	Puntuación
De 90 a 100%	☆☆☆☆☆
De 75 a 90%	☆☆☆☆
De 60 a 75%	☆☆☆
De 50 a 60%	☆☆
Menor al 50%	☆

Tabla 6.6 Ponderación de Calidad de Equipos

7.1 INTRODUCCIÓN	311
7.2 GUIA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ULTRASONOGRAFÍA.....	312
7.3 DISEÑO DE UN PROTOTIPO.....	313
7.3.1 Aplicación clínica	314
7.3.2 Población a atender	316
7.3.3 Definición y funcionamiento.....	317
7.3.4 Determinación de espacios.....	319
7.3.5 Criterios de diseño	322
7.3.5.1 <i>Generales</i>	323
7.3.5.2 <i>Pasillos y circulaciones</i>	323
7.3.5.3 <i>Sala de estudio</i>	324
7.3.5.4 <i>Puertas</i>	326
7.3.5.5 <i>Seguridad eléctrica</i>	327
7.3.5.6 <i>Cielos Falsos y Paredes</i>	327
7.3.6 Determinación del número de salas de estudio	328
7.3.7 Tipo de tecnología a utilizar	330
7.3.8 Plano arquitectónico	332
7.3.9 Recomendaciones sobre la operatividad de la unidad	337
7.3.10 Flujos	338
7.4 COMPARACIÓN DEL PROTOTIPO DISEÑADO CON LOS SERVICIOS VISITADOS	347
7.4.1 Recomendaciones	349

CAPITULO 7. DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ULTRASONOGRAFIA

7.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza el diseño de una unidad de ultrasonografía específica, en base a la realidad de El Salvador, tomando en cuenta requerimientos presentados por organismos internacionales, experiencias de diseño obtenidas y análisis de los servicios visitados; relacionados con ubicación, espacios mínimos, condiciones ambientales, etc. para la unidad; entre los cuales están las Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas a la Salud, Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria del Ministerio de Salud de Perú, Guías de Diseño Hospitalario para América Latina, Normas de Proyecto de Arquitectura del IMSS, Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos (Estados Unidos), entre otros.

La unidad propuesta es un diseño ideal para el medio salvadoreño, pudiéndose variar en la práctica alguno de los componentes o funciones de la misma de acuerdo a los requerimientos específicos de cada Institución de Salud.

Se presenta además una comparación realizada de algunos servicios de ultrasonografía de la red de salud salvadoreña, visitados durante esta investigación, con el prototipo diseñado; así como una guía para el diseño de la unidad y un análisis de los flujos propuestos para la misma.

7.2 GUIA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ULTRASONOGRAFÍA

A continuación se listan los pasos que se deben seguir para el diseño de una unidad de ultrasonografía diagnóstica:

1. Se debe tener conocimientos de objetivos, justificación social, recursos disponibles para la construcción y funcionamiento de la unidad de ultrasonografía.
2. Contar con estudios previos, referentes a condiciones demográficas, enfermedades más comunes y estudio de la región; para poder definir la población a atender.
3. En base al estudio epidemiológico de la región, se debe elegir el tipo de unidad a diseñar, es decir, garantizar que la unidad de ultrasonografía servirá de apoyo diagnóstico para las patologías más comunes de la población.
4. Definir el tipo de pacientes a atender (sexo, edad, procedencia), funciones y objetivos a cumplir.
5. Establecer procedimientos de atención para tener un bosquejo de los posibles flujos.
6. Definir las áreas con que contara la unidad de ultrasonografía en base a los flujos definidos.
7. Establecer el número de salas de estudio según el siguiente método:
 - a) Definir el número de ultrasonografías proyectadas a realizar durante un año en función de la población a atender.
 - b) Establecer el tiempo promedio de duración en minutos, que se utiliza para la realización del examen.
 - c) Calcular el tiempo total en horas necesario para realizar los exámenes proyectados, de acuerdo a la ecuación 7.1:

$$\text{Tiempo Total (TT)} = \frac{(\text{Número de ultrasonografías por año}) \times (\text{Tiempo de duración de una ultrasonografía})}{60 \text{ minutos}}$$

Ecuación 7.1. Tiempo total

- d) Definir el horario de trabajo de unidad (horas laborales).
- e) Calcular los días laborales al año, restando del número total de días del año las vacaciones y días feriados según cada región del país.
- f) Calcular el tiempo de trabajo anual, según se muestra en la ecuación 7.2:

$$\text{Tiempo de Trabajo Anual (TTA)} = (\text{Horas laborales}) \times (\text{Días laborales})$$

Ecuación 7.2. Tiempo de trabajo anual

- g) Finalmente, para obtener el número de salas requeridas se utiliza la ecuación 7.3:

$$\text{Número de salas} = \frac{\text{Tiempo total (TT)}}{\text{Tiempo de trabajo anual (TTA)}}$$

Ecuación 7.3. Número de salas

- 8. Definir el tipo de equipamiento y mobiliario a utilizar para el funcionamiento de la unidad.
- 9. Elaborar el plano arquitectónico tomando en cuenta las consideraciones de diseño para espacios, ambiente, electricidad, puertas, ornato y limpieza, etc.
- 10. Realizar un análisis de flujos según el diseño y corregir si es necesario.
- 11. Elaborar manuales referentes a procesos administrativos de la unidad como, adquisición de tecnología, procedimientos, puestos y funciones, entre otros.

7.3 DISEÑO DE UN PROTOTIPO

A continuación se presentan las consideraciones de diseño utilizados para una unidad prototipo de ultrasonografía de una especialidad específica, considerando que estará

dentro de un hospital y que forma parte organizacionalmente del Departamento de Imagenología o Diagnóstico por Imágenes, en este servicio se podrán agrupar todas las formas de diagnóstico a través de imágenes corporales en todas sus variantes, (ver capítulo 2 de este trabajo para más información) dando un mayor orden y facilidad de ubicación dentro del hospital, según criterios de diseño de organismos internacionales. Sin embargo, las instalaciones físicas y las funciones deberán ser independientes de todas las demás formas de diagnóstico existentes en la Institución.

7.3.1 Aplicación clínica

Son múltiples las aplicaciones de la ultrasonografía para el diagnóstico de diversas patologías en el cuerpo humano, como se expuso en el capítulo 3 del presente trabajo (3.6.4 Aplicación clínica de tecnologías). A continuación, en las tablas 7.1, 7.2 y 7.3, se presentan los padecimientos más comunes en el país durante el año 2004, de acuerdo a estadísticas del Ministerio de Salud Pública Y Asistencia Social a través de la Unidad de Información en Salud y Dirección de Planificación de los Servicios de Salud. Estas enfermedades se han considerado primordiales para el diseño de la unidad ya que para su diagnóstico la ultrasonografía aporta información de valiosa importancia.

No.	Padecimiento	Cantidad
1	Control y Complicaciones del Embarazo y Parto	43,224
2	Enfermedades del Apéndice	7,611
3	Trastornos no Inflamatorios de Órganos Genitales Femeninos. Afecciones de la vagina, útero, cavidad pélvica y tumores.	7,232
4	Enfermedades de la Vesícula Biliar y Vías Biliares	6,278
5	Enfermedades Isquémicas del Corazón	2,491
6	Tumores Malignos del Área Abdominal y Diferentes Partes del Cuerpo. Próstata, Vejiga Urinaria, Colon, Recto, etc.	2,338

Total	69,174
-------	--------

Tabla 7.1. Causas mas frecuentes de Egreso Hospitalario a nivel Nacional, en las que se aplica Ultrasonografía como método diagnóstico durante el año 2004.

No.	Padecimiento	Cantidad
1	Dolor Abdominal y Pélvico	48,582

Tabla 7.2. Causas mas frecuentes de Morbilidad de Consulta Ambulatoria en las que se aplica Ultrasonografía como método diagnóstico durante el año 2004.

No.	Padecimiento	Cantidad
1	Enfermedades del Hígado	300
2	Insuficiencia Cardiaca	130
3	Malformaciones congénitas del Sistema Circulatorio	90
Total		520

Tabla 7.3. Causas mas frecuentes de Muertes Hospitalarios, en las que se aplica Ultrasonografía como método diagnóstico durante el año 2004.

Como se expuso en el punto 3 de la guía de diseño de una unidad de ultrasonografía en el apartado 7.1 de este capítulo, se debe tomar en cuenta el estudio epidemiológico para determinar a que especialidad médica servirá de apoyo diagnóstico el servicio. En las tablas anteriores (tablas 7.1, 7.2, y 7.3) se observa que la mayor incidencia, de acuerdo al estudio epidemiológico, se da en el área de ginecología y obstetricia, notándose las siguientes patologías dentro de la misma: control y complicaciones del embarazo y parto y trastornos no inflamatorios de órganos genitales femeninos, tales como, afecciones de la vagina, útero, cavidad pélvica y tumores, que suman un total de 50,456 casos, representando 72.94% de las causas mas frecuentes de egreso hospitalario. Debido a ello, en el presente trabajo se realizará el diseño de una unidad de ultrasonografía para esta aplicación clínica específica. Sin embargo los criterios y pasos podrán ser utilizados independientemente, tomando en cuenta las variantes que pudiera tener para otras áreas según su aplicación, como son equipamiento y mobiliario entre otros.

7.3.2 Población a atender

La unidad a diseñar estará orientada a atender pacientes del sexo femenino con patologías gineco-obstetras.

Para determinar el número de pacientes a atender en esta especialidad se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Según el libro Dirección de hospitales de Barquín, el porcentaje de atención de Gineco-obstetricia es de 2.5% de consultas externas en todo el sistema, que equivale al 12%.
- b) Para el servicio de hospitalización, según el indicador de 1 cama por cada 1,000 habitantes, se tiene un 20% de atención para gineco-obstetricia.

Debido a que la unidad a diseñar es de aplicación para ginecología y obstetricia, se toman de referencia los datos recopilados del Hospital Nacional de Maternidad; en este se reportaron en el año 2004 un total de 24,976 ultrasonografías; debido a que es un hospital de referencia nacional no tienen asignada una población específica, por lo que se tomó, para este trabajo, la población de la zona metropolitana de San Salvador, donde existen 5 SIBASIs (norte, sur, soyapango, ilopango y centro), dando un total de 2,159,793 habitantes; de acuerdo a datos reportados en página web del MSPAS para el año 2004, de los cuales 801,658 son mujeres mayores de 14 años. Luego para calcular la población a atender en la unidad de ultrasonografía se procede de la siguiente forma:

- a) Número de pacientes a atender procedentes de consulta externa:
 $(\text{Número total de habitantes}) \times (\text{Porcentaje consulta externa}) = (801,658) \times (0.12) = 96,198.96$, que equivale a 96,199 pacientes de consulta externa.
Luego se debe calcular el porcentaje de consulta externa que va hacia ginecología y obstetricia así:

(Pacientes de consulta externa) x (porcentaje de ginecología y obstetricia) =
(96,199) x (0.025) = 2,404.975, que equivale a 2,405 pacientes.

b) Número de pacientes a atender procedentes de hospitalización:

(Número total de habitantes) x (Porcentaje de ginecología y obstetricia) =
(801,658) x (0.2) = 160,331.6, que equivale a 160,332 pacientes.

c) Total de pacientes a atender:

Es la suma de los pacientes de consulta externa y hospitalización.

Pacientes de consulta externa ginecología y obstetricia + Pacientes de
hospitalización ginecología y obstetricia = 2,405 + 160,332 = 162,737

Pacientes a atender en la unidad de ultrasonografía.

d) Relación de ultrasonografías por paciente

Considerando un total de 24,976 ultrasonografías al año y 162,737 pacientes se tiene una razón de 6 a 7 ultrasonografías por paciente. Es importante aclarar que se ha considerado que ha todas las pacientes que llegan a ginecología y obstetricia de consulta externa u hospitalización se les realiza diagnóstico por ultrasonografía.

7.3.3 Definición y funcionamiento

La unidad de ultrasonografía para ginecología y obstetricia deberá proporcionar el diagnóstico auxiliar a través de los resultados de los estudios ultrasonográficos y colaborar en los procedimientos de biopsia requeridos por el Hospital en el área de ginecología y obstetricia.

Es importante tener claro el funcionamiento de la unidad considerando la procedencia de las pacientes a atender. Según lo expuesto en el capítulo 2, las pacientes pueden provenir de consulta externa, hospitalización, urgencias y referidos de otros

hospitales o clínicas, para el caso, dentro de la especialidad de ginecología y obstetricia. Lo anterior permite visualizar la ubicación ideal de las áreas que compondrán la unidad teniendo una idea del procedimiento que deberá seguir cada tipo de paciente, como se muestra a continuación:

Las pacientes de hospitalización efectúan visitas programadas por los médicos encargados. El acceso al servicio es a través del acceso a hospitalización, sin pasar por sala de espera o áreas públicas; el transporte es en camilla o silla de ruedas. Si es necesario que la paciente espere en el servicio, lo hará en la estación de camillas y sillas de ruedas; de ahí pasa directamente a la sala de estudio y al concluir los exámenes es conducido nuevamente a hospitalización.

La paciente de consulta externa inicia su proceso en la entrevista con su médico ginecólogo, quien le prescribe el examen; tal solicitud es llevada al área de recepción del servicio, donde se programa el estudio y se señala la hora y el día en que se realizará. El día de su cita, se presenta a la recepción del servicio, muestra sus documentos y aguarda en la sala de espera hasta que es llamada por el médico o la recepcionista, quien le indica el vestidor que le corresponde, donde cambia su ropa por una bata, de ahí, pasa a la sala de estudio en donde se realiza el examen. Luego la paciente pasa nuevamente al vestidor, en donde cambia la bata por su ropa y sale a la sala de espera nuevamente.

Las pacientes provenientes de urgencias pasan al servicio una vez se les ha realizado una primera revisión y se ha concluido la necesidad de contar con imágenes que ayuden a los médicos en el diagnóstico. El acceso es a pie, en camilla o en silla de ruedas, según el caso. El acceso al servicio es de la misma forma que lo hacen los pacientes provenientes de hospitalización, es decir, independientemente de las áreas públicas (a través de circulación interna).

La paciente que es referida de otro hospital o clínica inicia su proceso en la recepción de Ultrasonografía, luego sigue los mismos pasos descritos para la paciente de consulta externa.

7.3.4 Determinación de espacios.

Se presentan a continuación las áreas que compondrán la unidad de ultrasonografía a diseñar.

- a) Recepción, es el espacio destinado a ofrecer el primer contacto entre el servicio y la paciente, donde se realizan actividades de orientación, información de condiciones en que debe presentarse la paciente y programación de estudios. Debe ser inmediato a la sala de espera y fácilmente localizable. Esta área contará con iluminación y ventilación naturales y/o artificiales y un área de 7.4 m², según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos.
- b) Secretaria, es el área donde se llevan a cabo las actividades administrativas de la unidad, como programación de exámenes de hospitalización, transcripción de diagnósticos grabados en cintas magnéticas o manuscrito, recepción y archivo de documentación, elaboración de informes estadísticos, entre otros. Debe contar con dimensiones de 11.2 m², según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos, además de iluminación y ventilación naturales y/o artificiales.
- c) Jefatura o encargado de la unidad, aquí se cumplen actividades administrativas, técnicas y de carácter general. Por las funciones de atención a médicos externos a la unidad, se debe localizar cerca del acceso general y evitar el tránsito en el pasillo interno. Se recomienda un espacio de 13.9 m² para esta área según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos.

- d) Estación de camillas y sillas de ruedas, es un espacio destinado a acomodar de modo transitorio a las pacientes provenientes por lo regular de hospitalización y urgencias. Se comunicará de forma directa con los accesos de estas dos unidades. Este local debe estar libre de elementos fijos que obstruyan el paso. Deberá contar con tomas de oxígeno y vacío. Según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos debe tener un área de 1.9 m² por sala de estudio; de acuerdo al libro Hospitales de Seguridad Social, se destina un lugar para estacionamiento de camilla por cada sala de estudio.
- e) Almacén interno, es un espacio destinado a guardar y controlar el material utilizado en el servicio. Por operación, este espacio debe ubicarse cerca del área de estudio. Se recomienda además, si se cuenta con los recursos económicos, tener en esta área por lo menos un equipo de ultrasonografía que sirva de respaldo en caso que alguno de los equipos utilizados normalmente presente fallas o se le deba realizar mantenimiento preventivo. Deberá contar con sistema contra incendios o extintores tipo ABC de 10 libras. Según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos deberá contar con un área de 5.6 m².
- f) Interpretación, es un espacio destinado a analizar e interpretar las imágenes obtenidas durante el examen y formular los diagnósticos correspondientes, aunque el médico debe realizar un diagnóstico previo y anotaciones mientras realiza la ultrasonografía, para luego ampliarla en esta área. El diagnóstico que formula el médico puede presentarlo escrito o grabado para ser posteriormente transcrito por la secretaria de la unidad. No debe ser menor a 12 m².
- g) Vestidores, es el espacio destinado para que el paciente cambie sus ropas y pueda someterse al estudio. Para asegurar las pertenencias del paciente, las puertas que comuniquen al exterior, en sala de espera, deberán contar solo con perillas interiores. Existen varios criterios para localizar los vestidores con respecto a las salas de estudio, pero el que presenta ventaja sobre los demás

es el que los sitúa anexos a las salas, en tal forma que tiene dos puertas, una hacia la sala de espera y otra hacia la sala de estudio. El tamaño del vestidor debe ser mínimo, pero suficiente para dos personas: el paciente y otra persona que eventualmente le ayuda a cambiarse ropa. Debe contar con iluminación artificial incandescente y un área de 4.7 m² (en conjunto con el sanitario), según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos.

- h) Sanitarios, se consideran dos tipos, unos para pacientes y otros para el personal que labora en la unidad. Los asignados para el uso de pacientes serán ubicados dentro de la sala de estudio, se deben considerar las dimensiones y accesorios que una persona minusválida requiere para su utilización, 1.96m². Debe contar con iluminación artificial y extracción y un área de 4.7 m² (en conjunto con el vestidor) según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos. Los sanitarios para personal se ubicarán en el área operativa de la unidad.
- i) Estación de enfermeras, es un espacio destinado a la enfermera que estará al tanto del cuidado de los pacientes ubicados en la estación de camillas y sillas de ruedas. En este local se ubica el closet de ropa limpia para ser distribuida en las salas de estudio. Su ubicación es inmediata a la estación de camillas.
- j) Séptico y aseo, el séptico es un espacio destinado al aseo de utensilios requeridos regularmente por los pacientes que aguardan en la estación de camillas y sillas de ruedas. También sirve como espacio para almacenar ropa sucia de la unidad. El área de aseo es utilizado para guardar utensilios para la limpieza de la unidad. Deben estar ubicados lo más próximo al acceso y poseer un área de 11.2 m² cada uno, según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos.
- k) Salas de estudio, son los espacios de mayor importancia dentro de la unidad, aquí se realizan los exámenes, por lo que su localización debe ser incidente con las áreas que integran el servicio. Cada sala debe contar con vestidores y sanitarios dentro del área. Se debe considerar el tamaño de la sala necesario

para mover una camilla y silla de rueda. Debe contar con dos tipos de acceso, uno para pacientes que provienen de hospitalización y urgencias y otro para consulta externa (sala de espera). Las puertas y circulaciones donde transitan camillas y sillas de ruedas deben contar con protección a los lados de las paredes, para evitar golpes con las camillas y claros mínimos de 1.2 m libres. Las salas deben contar con instalaciones eléctricas según las especificaciones del equipo, conectados al sistema de emergencia del hospital, además de contar con un toma de oxígeno y vacío por sala. Se debe mantener una temperatura entre 21 y 24°C.

- l) Equipo móvil, es el espacio destinado para estacionar el equipo móvil que es utilizado en hospitalización y urgencias. Este espacio debe estar libre y su ubicación debe facilitar su salida del servicio por la circulación destinada a hospitalización y urgencias. Es mejor siempre que sea posible que el paciente acuda a la unidad. Este equipo puede ser utilizado también en casos de emergencia cuando alguno de los equipos utilizados normalmente este en malas condiciones o haya que realizarle su mantenimiento preventivo.
- m) Sala de espera de pacientes, es utilizado por los pacientes provenientes de consulta externa y referidos de otro hospital o clínica. Su tamaño está en función del número de salas de estudio (4.2 m² por sala según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos); de acuerdo al libro Hospitales de Seguridad Social, se destinan cuatro lugares (sillas) por sala para pacientes externos.

7.3.5 Criterios de diseño

A continuación se definen los criterios de diseño que se deben tener en cuenta para una unidad de ultrasonografía, los criterios descritos a continuación son resultados de una recopilación de requerimientos presentados por organismos internacionales mencionados en la introducción de este capítulo; sin embargo se indica la fuente específica para aquellos criterios considerados de mayor importancia.

7.3.5.1 Generales

- a) Se recomienda la existencia de una unidad de ultrasonografía específica para una aplicación médica debido a que esto permite la especialización del diagnóstico y mejor funcionamiento de las tecnologías.
- b) Es importante no instalar una unidad de ultrasonografía en un área en construcción o susceptible a la acumulación de polvo.
- c) Se deberá contar con comunicación interna entre las salas de estudio, recepción, secretaria y jefatura; a través de intercomunicadores y/o teléfonos internos.
- d) Deberán existir detectores de humo y fuego y extintores en la unidad de ultrasonografía.
- e) El sanitario y vestidor de pacientes deberá estar en sitio cercano al área de estudio, a no más de 5 metros según Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria del Ministerio de Salud de Perú. Se dispondrá de un inodoro y un lava manos.
- f) No se necesita protección contra las radiaciones ionizantes, a excepción que la unidad se encuentre a la par de una sala de rayos x.
- g) No se necesita un suministro eléctrico especial, sin embargo conviene verificar de antemano las especificaciones exactas del equipo.
- h) Se sugiere colocar un segundo monitor, de tal forma que la paciente pueda visualizar las imágenes obtenidas o utilizar un solo monitor pero ubicado de forma que se pueda observar las imágenes; en ambos casos el médico debe explicarle lo que está en la pantalla.
- i) El médico debe hablar con la paciente, explicarle el procedimiento, tratarla con respeto y ética, evitar tutearla.
- j) Se deberán utilizar divisiones en cada área de la unidad.

7.3.5.2 Pasillos y circulaciones

Las circulaciones de los pacientes hospitalizados, y ambulatorios debe planearse con la finalidad que en lo posible se mantenga la separación del tráfico de estos

pacientes. Es preciso que el tráfico de pacientes ambulatorios no ingrese al Hospital y que los enfermos hospitalizados no se mezclen con el tráfico hospitalario, lográndose a través de la separación física de estos, por medio de los conceptos de pasillo interno y pasillo externo respectivamente.

- a) Los pasillos de acceso público han de tener como mínimo 1.50 metros de ancho según Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas a la Salud.
- b) Los corredores de circulación para pacientes de hospitalización y urgencias deben tener un ancho mínimo de 2.40 metros para permitir el paso de las camillas y sillas de ruedas según Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas a la Salud y Guías de Diseño Hospitalario para América Latina.
- c) La anchura útil de los pasillos no debe reducirse por la existencia de pilares u otros elementos constructivos.
- d) Se deben colocar rampas para facilitar la circulación de sillas de ruedas y camillas si es necesario, la pendiente de la rampa no debe ser mayor al 6% Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asunto de los Veteranos. El acabado del piso debe ser antideslizante, y deberá tener barandas a ambos lados.

7.3.5.3 Sala de estudio

- a) Las salas de estudio tendrán una dimensión mínima de 2.80 metros por 2.00 metros (5.60 m²), según el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos 13.9 m², y según las Normas de Proyecto de Arquitectura del IMSS, esta sala será de 3.00 metros por 3.00 metros y su altura requiere de 2.30 metros mínimo.
- b) Cada equipo debe tener una sala de estudio propia.
- c) Las condiciones ambientales de operación en las salas de estudio deben mantenerse en un rango relativamente bajo de temperatura para favorecer la disipación de calor de los equipos.

- d) Se recomienda que el tipo de aire acondicionado utilizado sea un Shiller o un Split.
- e) Se deben utilizar filtros adecuados en las entradas de aire acondicionado y realizar mantenimientos preventivos programados de los mismos, para evitar el ingreso de aire contaminado en las salas.
- f) Para facilitar la limpieza del piso, se recomienda utilizar algún tipo de cubierta lavable sobre la pared, como por ejemplo pintura epóxica, a una altura de un metro del nivel del piso terminado.
- g) Se debe evitar ubicar tuberías de agua o algún líquido sobre el techo de la sala de Ultrasonografía y aplicar las medidas generales de precaución para evitar que el equipo se moje.
- h) Se debe buscar la ubicación adecuada del equipo dentro de la sala de tal forma que no existan elementos o factores sobre este que puedan causarle daño (por ejemplo tuberías de aguas o aire acondicionado, entre otros); además se recomienda colocar la protección que proporciona el fabricante al equipo cuando este no está en uso.
- i) La sala debe estar diseñada de tal forma que el examen se pueda realizar a puertas cerradas.
- j) Las salas de estudio dispondrán de una mesa de exploración adecuada para la especialidad, en este caso, tipo ginecológica, firme pero cómoda, y uno de sus extremos debe ser basculante para que el paciente pueda reclinar la cabeza; si tiene ruedas, habrá que prever un mecanismo eficaz de inmovilización. Además debe ser fácil de limpiar.
- k) Se recomienda que la mesa para estudio debe ser hidráulica, es decir, debe estar lo más baja posible para que la paciente suba a ella y se acomode para luego colocarla hasta el nivel apropiado durante la exploración o en su defecto utilizar gradillas para que la paciente no haga esfuerzos extremos al intentar subir a la mesa.

- l) Durante los estudios y procedimientos, la ropa que se le facilite al paciente y el cobertor de la mesa de estudio deberán estar siempre limpias o ser de material desechable.
- m) En las salas debe haber una ventana o algún otro sistema de iluminación y ventilación adecuada.
- n) Hay que atenuar o evitar la luz solar intensa. Si la habitación está demasiado iluminada, no será fácil ver las imágenes en la pantalla.
- o) La iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor y su ajuste debe ser reproducible (regulación con escala).
- p) No debe existir resplandor proveniente de ventanas, luces y otros indicadores luminosos en la posición normal del monitor del equipo.
- q) Se debe instalar al menos un interruptor de emergencia en la sala de examen que corte la energía de suministro a la unidad en caso de emergencia. Este interruptor debe tener un seguro para prevenir que sea desactivado inadvertidamente.
- r) Los sistemas de ultrasonografía son susceptibles a la contaminación por polvo, esto puede provocar un mal funcionamiento de los mismos, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para su cuidado.
- s) Debido a que los equipos son susceptibles al polvo, se debe evitar la utilización de alfombras en esta unidad, ya que estas permiten acumulación de polvo fino que se introduce fácilmente en los componentes de los equipos.
- t) No se debe tapar el equipo directamente con materiales plásticos, se recomienda, colocar una cubierta de tela primero y después una cubierta plástica para evitar exceso de humedad.

7.3.5.4 Puertas

- a) Las puertas de acceso al público y personal no serán menores de 1 metro de ancho; las de paso de camillas y sillas de ruedas 1.50 metros según Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas a la Salud.

- b) Se recomienda utilizar puertas de tipo vaivén de doble hoja, con ventanas de vidrio para facilitar la visibilidad al interior en las puertas de acceso principal de la unidad.
- c) Las puertas deberán ser preferiblemente lisas para evitar acumulación de polvo y facilitar la limpieza.
- d) Se debe ubicar una salida de emergencia dentro de la unidad, con un ancho no menor de 1.50 metros según Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas a la Salud.

7.3.5.5 Seguridad eléctrica

- a) Si hay demasiadas fluctuaciones en la energía eléctrica, la instalación de ultrasonidos puede sufrir averías o, cuando menos, funcionar mal. Por ello es necesario adquirir un buen estabilizador de voltaje.
- b) El estabilizador de voltaje y en general aparatos eléctricos se deben colocar con una elevación de unos 5 centímetros del nivel de piso terminado, para evitar que se mojen en caso de inundación o en el momento de realizar la limpieza en el área.
- c) Se debe tener un tomacorriente exclusivo para el equipo, evitar conectar otros equipos que produzcan interferencia en la imagen.
- d) Es importante que los toma de corriente de la unidad estén correctamente polarizados y sean grado hospitalario.

7.3.5.6 Cielos Falsos y Paredes

- a) Las paredes deben ser de materiales que permita fácil asepsia.
- b) Se debe evitar el uso de color blanco en las instalaciones de la unidad de ultrasonografía, porque produce una sensación deprimente y dura, se recomienda utilizar colores, porque estos ejercen sobre el paciente una acción bien reconocida de terapia y también por sus efectos en el confort visual de este. El color no es simplemente un factor de satisfacción estética, sino el medio que sirve para crear, tanto en enfermos y visitantes, como en el

personal clínico, un efecto psicológico; en su selección debe intervenir una razón de función, ya que en unas partes o sectores habrán de actuar de manera estimulante y alegre y en otras deben servir para calmar y manifestarse discretamente. Los colores serán escogidos conociendo sus propiedades terapéuticas, considerando sus potencias psicológicas y fisiológicas y tratando de evitar esa impresión severa y fría que es característica en las instituciones anticuadas. Para el caso de ginecología se recomiendan los colores amarillo, verde, celeste y rosado.

- c) Es importante mantener limpia toda la unidad de ultrasonografía, para ello se deben utilizar materiales de fácil limpieza en paredes, techos, pisos, entre otros, además de utilizar sábanas y batas limpias con cada paciente o utilizar insumos de materiales desechables.
- d) Es importante tener en cuenta las dimensiones mínimas sugeridas de las áreas que componen la unidad, con el fin de evitar hacinamiento dentro de la misma.
- e) Los cielos falsos deben ser de tipo estándar, que orienten a minimizar las condiciones de asepsia, como por ejemplo, cielos falsos de una sola plancha.

7.3.6 Determinación del número de salas de estudio

Siguiendo el método expuesto en el paso número 7 de la guía de diseño para una unidad de ultrasonografía en este capítulo, se tiene:

- a) Número de ultrasonografías proyectadas a realizar un año.

Este dato se ha tomado de las visitas realizadas a los hospitales, cuyos resultados se presentaron en el capítulo 2 de este trabajo de graduación. Debido a que la unidad a diseñar tiene aplicación en ginecología y obstetricia se considera la carga de trabajo durante el año 2004 del Hospital Nacional de Maternidad que fue de 24,976 ultrasonografías.

- b) Tiempo promedio en minutos de realización del examen.

Según opinión de personal médico entrevistado durante las visitas realizadas a los diferentes servicios, especificados en el capítulo 2 de este trabajo; se considera un tiempo promedio de 15 a 20 minutos por examen.

c) Cálculo de tiempo total en horas, tomado la ecuación 7.1.

$$\text{Tiempo Total (TT)} = \frac{(\text{Número de ultrasonografías por año}) \times (\text{Tiempo de duración de una ultrasonografía})}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Tiempo Total (TT)} = \frac{(24,976) \times (20)}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Tiempo Total (TT)} = 8,326 \text{ horas}$$

d) Horario de trabajo de la unidad.

Se considera que la unidad trabajará 8 horas diarias, pero tomando en cuenta 1 hora para almuerzo y descanso se tienen 7 horas laborales de Lunes a Viernes, de 8:00 a.m. a 4:00 p.m.

e) Días laborales al año.

Tomando en cuenta vacaciones y fines de semana se consideran 244 días laborales, según el siguiente detalle:

- 365 días del año
- 52 sábados del año
- 52 domingos
- 17 días festivos y vacaciones (semana santa, agosto, fin de año, etc.)

Total: 244 días

f) Tiempo de trabajo anual, considerando la ecuación 7.2.

$$\text{Tiempo de Trabajo Anual (TTA)} = (\text{Horas laborales}) \times (\text{Días laborales})$$

$$\text{Tiempo de Trabajo Anual (TTA)} = (7) \times (244)$$

$$\text{Tiempo de Trabajo Anual (TTA)} = 1708 \text{ horas}$$

g) Número de salas requeridas, de acuerdo a ecuación 7.3.

$$\text{Número de salas} = \frac{\text{Tiempo total (TT)}}{\text{Tiempo de trabajo anual (TTA)}}$$

$$\text{Número de salas} = \frac{8,326}{1,708}$$

$$\text{Número de salas} = 4.87 \text{ salas}$$

Aproximando al número superior se tiene que se necesitan 5 salas de estudio para cubrir la demanda proyectada de 801,658 pacientes.

7.3.7 Tipo de tecnología a utilizar

Se detalla a continuación el equipamiento y mobiliario a utilizar para la unidad diseñada:

- a) 1 Silla giratoria reclinable.
- b) 2 Escritorio
- c) 3 Archivadores
- d) 1 Mesa ovalada para escritorio
- e) 2 Silla de escritorio
- f) 1 Computadora
- g) 1 Fotocopiadora
- h) 2 Estante
- i) 2 Mesas con sillas
- j) 1 Contenedor de ropa sucia
- k) 1 Estante en L
- l) 5 Mesas para estudio tipo ginecológica, de preferencia hidráulica y basculable.
- m) 5 Taburetes
- n) 1 Armario para ropa limpia
- o) 1 Estante recto
- p) 25 Sillas

- q) 5 Bancas empotradas en la pared
- r) Aire acondicionado
- s) Iluminación variable y fija
- t) 5 Ultrasonógrafos que cumplan los requisitos para uso en ginecología y obstetricia, con las siguientes características generales:

Descripción:

Equipo de ultrasonido de alta resolución para diagnóstico en especialidad de Ginecología y Obstetricia.

Métodos de Operación:

- a) Modo B /2D y color
- b) Modo M
- c) Doppler color

Monitor: a color de alta resolución, 14 pulgadas mínimo

Resolución: 256 tonos de gris

128 matices de color

Formato de Imagen:

- a) Una sola imagen
- b) Doble Imagen
- c) Imagen congelada

Panel de mando: Teclado alfanumérico, Trackball (mouse), teclas selectoras iluminadas. Con programas de medición y evaluación para Ginecología y Obstetricia. Selección automática de los programas. Con software incorporado para cada uno de los transductores solicitados. Capacidad para aplicación de Doppler pulsado y Doppler continuo. Análisis en tiempo real. Escala de grises ajustables. Con salidas para monitores externos y a videgrabadora, formato VHS convencional.

Gabinete:

Metálico que soporta el equipo y con compartimientos para equipos periféricos (estabilizador de voltaje, impresor, etc.) móvil con rodos para fácil desplazamiento y sistema de frenos mecánico.

Transductores:

Transductores multifrecuencia: 2.5 a 10 MHz, se requieren los siguientes:

- a) 1 Transductor endovaginal
- b) 1 Transductor lineal
- c) 1 Transductor sectorial

Accesorios:

- a) Fundas protectoras para el equipo y sus periféricos
- b) Impresor de papel, blanco y negro
- c) Impresor de papel, a color
- d) Estabilizador – regulador de voltaje y UPS para el equipo y sus periféricos.

Características:

Eléctricas

Voltaje: 110 VAC

Frecuencia: 60 Hertz

Toma: conexión a salida eléctrica

Características Mecánicas:

Equipo móvil soportado sobre gabinete con rodos y frenos, con repisas para sostener impresores y sujetadores de transductores. El carro sobre el que se transporta el equipo será liviano, de alta resistencia, pintura lavable.

Para la elección específica del equipo, se deben seguir los pasos de la guía de adquisición del capítulo 5 y la evaluación de tecnología (capítulo 6) del presente trabajo.

7.3.8 Plano arquitectónico

A continuación se presenta la vista superior de la unidad de ultrasonografía para uso en ginecología y obstetricia, cuya área total es de 23.99 x 19.30 metros.





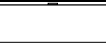















Las dimensiones de cada una de las áreas que componen la unidad se presentan en la tabla 7.4.

Área	Dimensiones (ancho x largo)	Puertas
Recepción	4.30m x 3.40m	2 de 1.00m cada una, hacia pasillo interno y otra hacia secretaria.
Secretaria	3.00m x 3.40m	3 de 1.00m cada una, hacia pasillo interno, otra a jefatura y otra hacia recepción.
Jefatura	2.20m x 5.60m	1 de 1.00m, hacia secretaria.
Bodega	2.20m x 5.00m	1 de 1.00m, hacia pasillo interno.
Interpretación	2.20m x 4.95m	1 de 1.00 m, hacia pasillo interno.
Sanitario personal hombres	1.80m x 3.15m	1 de 1.00m, hacia pasillo interno.
Sanitario personal mujeres	3.40m x 1.45m	1 de 1.00m, hacia pasillo interno.
Séptico	3.75m x 3.00m	1 de 1.00m, hacia pasillo interno.
Aseo	3.70m x 3.00m	2 de 1.00m cada una, hacia pasillo interno y otra hacia hospitalización y urgencias.
Equipo móvil	3.15m x 3.00m	2 de 1.50m cada una, hacia pasillo interno y

		otra hacia hospitalización y urgencias.
Enfermería	2.65m x 3.00m	Las mismas de la estación de camillas y sillas de ruedas
Estación de camillas y sillas de ruedas	4.20m x 3.00m	2 de 1.50m cada una, vaivén de doble hoja, hacia hospitalización y urgencias y otra hacia pasillo interno.
Salas de estudio	3.15m x 3.00m	2 de 1.00m cada una, hacia vestidor y otra hacia sanitario de pacientes. 1 de 1.50m hacia pasillo interno.
Sanitarios pacientes	1.65m x 1.80m	1 de 1.00m hacia sala de estudio.
Vestidor	1.35m x 1.80m	2 de 1.00m cada una, hacia sala de estudio y otra hacia sala de espera de pacientes.
Sala de espera de pacientes	12.10m x 3.00m	Accesos a cada una de las salas a través de los vestidores y puerta de 1.00m hacia pasillo interno.
Pasillo interno	5.05m 3.90m	
Pasillo externo	3.87m	

Tabla 7.4. Dimensiones de las áreas de la unidad de ultrasonografía.

La simbología utilizada en el plano se presenta en la tabla 7.5:

Área	Símbolo
Recepción	 Silla giratoria reclinable
	 Escritorio
Secretaría	 Puesto de trabajo
	 Archivador
Jefatura	 Archivador
	 Mesa ovalada para escritorio
	 Silla de escritorio
	 Computadora
	 Fotocopiadora
Bodega	 Estante
	 Archivador
	 Unidad de almacenamiento
Interpretación	 Mesa con sillas
Sanitarios personal	 Inodoro
	 Lavamanos
	 Toallero
Séptico	 Contenedor de ropa sucia
	 Estante en L
	 Lavadero
Equipo móvil y salas de estudio	 Ultrasonógrafo

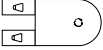




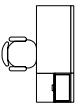




	 Mesa ginecológica
	 Taburete
Enfermería	 Armario para ropa limpia
	 Estante
	 Mesa con rodos
	 Puesto de trabajo
Sala de espera	 Silla
Sanitario pacientes y vestidor	 Lavamanos
	 Pasamanos
	 Banca empotrada en la pared

Tabla 7.5. Simbología utilizada en el plano

7.3.9 Recomendaciones sobre la operatividad de la unidad

- a) Se debe evitar que los pacientes provenientes de consulta externa y otras clínicas u hospitales utilicen el pasillo interno de la unidad. El uso del pasillo interno es exclusivo para personal y pacientes de hospitalización y urgencias.
- b) Para evitar atrasos en los pacientes citados de consulta externa y otras clínicas u hospitales al atender pacientes de hospitalización, se recomienda programar unas ultrasonografías por la mañana y otras por la tarde, por ejemplo, por la mañana, de 8:00 a.m. a 12:00 m. se tomarán los exámenes únicamente a pacientes de consulta externa y por la tarde, de 1:00 p.m. a 4:00 p.m. se atenderán únicamente pacientes de hospitalización.
- c) La sala donde está ubicado el equipo móvil puede ser utilizado para pacientes de urgencias, si todas las salas estuvieran utilizadas por pacientes

programados, de esta forma se evita atrasos en la toma de las ultrasonografías.

- d) La sala de equipo móvil se diseño con dos accesos uno desde el pasillo interno y otro para hospitalización y urgencias, de tal forma que si algún paciente requiere una ultrasonografía donde él se encuentre, el equipo puede ser trasladado hasta ese lugar.
- e) Cuando el equipo móvil no se este utilizando debe permanecer dentro de la unidad de ultrasonografía para evitar daños al mismo y contratiempos en el servicio.
- f) Se han establecido dos puntos de control en la unidad, uno es recepción, que se encarga de distribuir a los pacientes procedentes de consulta externa y otros hospitales o clínicas y el otro esta a cargo de enfermería, que recibe y ubica a los pacientes procedentes de hospitalización y urgencias. En ambos puntos se debe tener conocimiento de la programación de uso de las salas.
- g) El cuarto de aseo se ha diseñado con dos accesos, de tal forma que la persona encargada de la limpieza de la unidad no tenga que atravesar toda el área al retirar la basura.
- h) Los profesionales visitantes de la unidad ingresaran por la puerta principal y se anunciarán con la secretaria para ser atendidos por el jefe o encargado del servicio.

7.3.10 Flujos

Se presentan en las siguientes figuras los flujos para la unidad de ultrasonografía diseñada:

a) Flujo de pacientes de consulta externa o externos a la unidad para sacar cita
 Este flujo se observa en la figura 7.2.

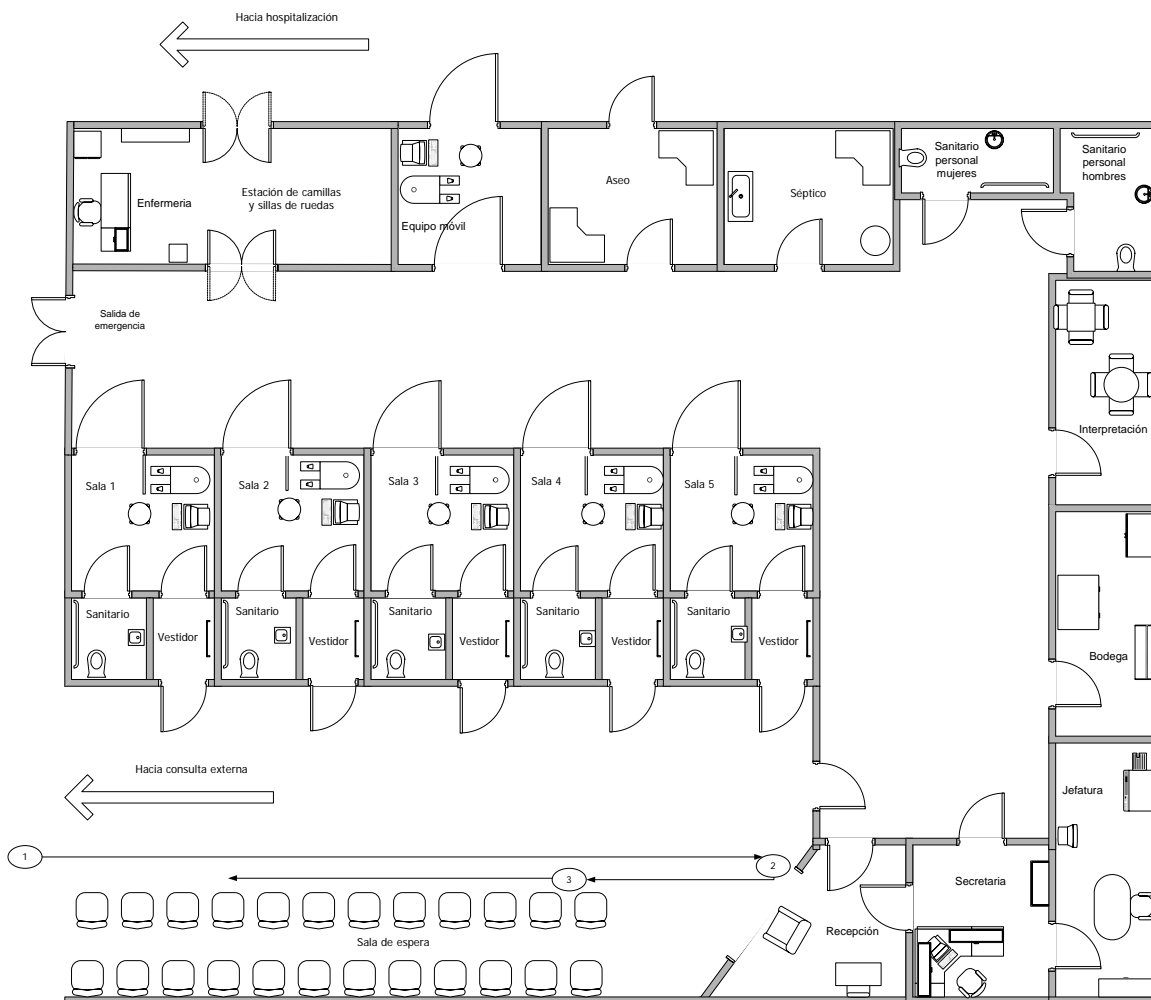


Figura 7.2. Flujo de pacientes de consulta externa o externos a la unidad para sacar cita

1. El médico ginecólogo refiere a la paciente con una orden para la unidad de ultrasonografía.
2. La paciente se dirige a recepción, para que le asignen día y hora para su cita.
3. La paciente se retira de la unidad con el comprobante de su cita entregado en recepción.

b) Flujo de pacientes de consulta externa para la toma de ultrasonografías

La toma de ultrasonografías se realiza de acuerdo a la figura 7.3.

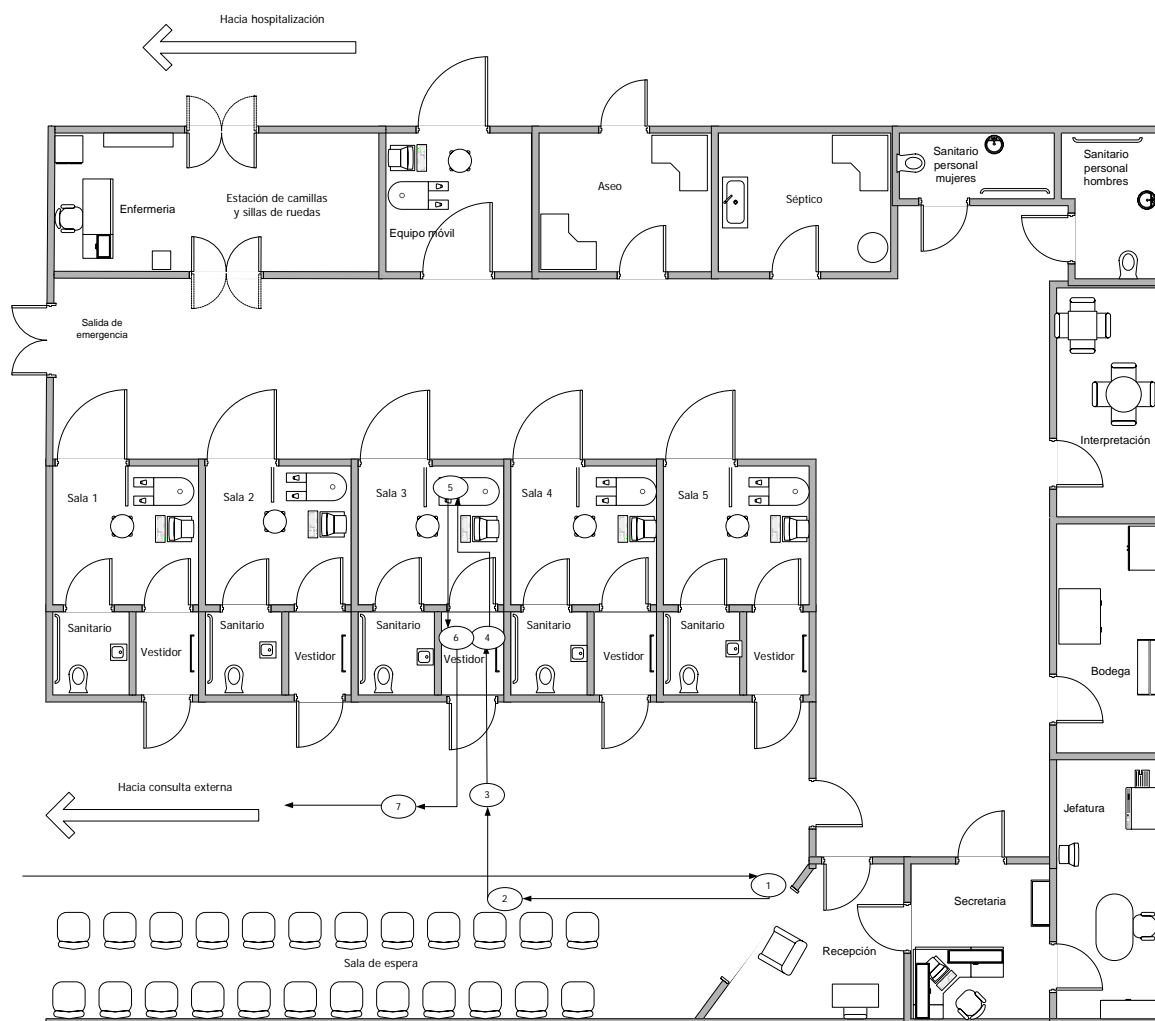


Figura 7.3. Flujo de pacientes de consulta externa para la toma de ultrasonografías

1. La paciente presenta sus documentos en recepción de la unidad para confirmar sus datos.
2. Luego pasa a sala de espera mientras es llamada.
3. La secretaria llama a la paciente y le indica a que vestidor debe pasar.
4. La paciente pasa al vestidor y cambia su ropa por una bata limpia.

5. Cuando está lista, pasa a la sala de estudio para que el médico le realice el examen.
6. Al finalizar el examen, la paciente pasa nuevamente al vestidor para colocarse su ropa y sale de la sala de estudio.
7. La paciente puede regresar a retirar su ultrasonografía el día que el médico le indique o dirigirse a la sala de espera para que la recepcionista le entregue la ultrasonografía ese mismo día.

c) Flujo de pacientes hospitalizados para la toma de ultrasonografías

El flujo de pacientes hospitalizados se presenta en la figura 7.4

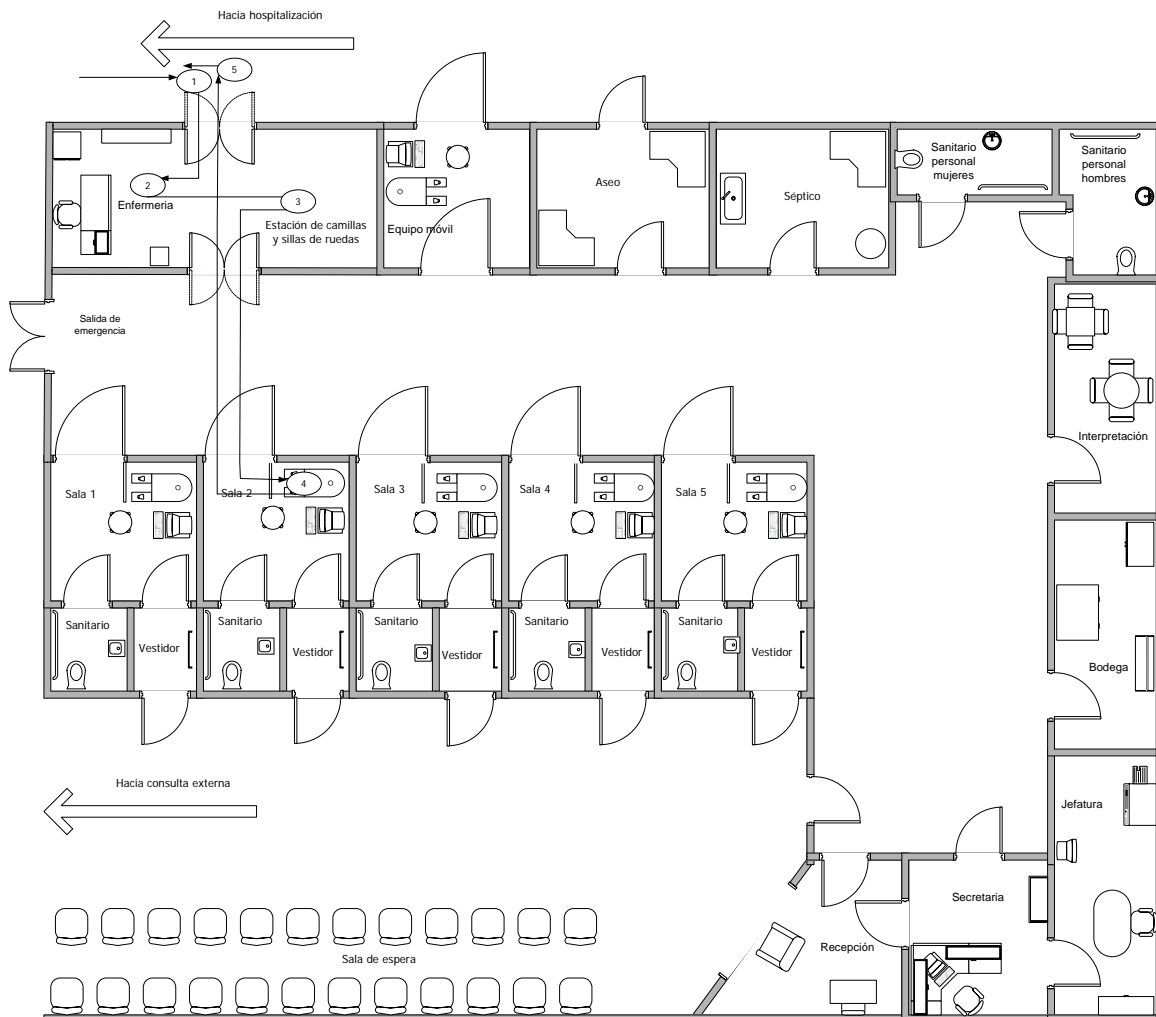


Figura 7.4 Flujo de pacientes hospitalizados para la toma de ultrasonografías

1. La paciente es llevada el día y hora asignados por el personal de servicio del departamento de ginecología y obstetricia.
2. La enfermera recibe los documentos y verifica los datos de la paciente.
3. La paciente espera en la estación de camillas y sillas de ruedas a ser llamada.
4. Cuando es llamada pasa a la sala de estudio para que se le realice el examen.
5. Una vez finalizado, la paciente es llevada nuevamente al servicio de hospitalización.

d) Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento

Este flujo se observa en la figura 7.5

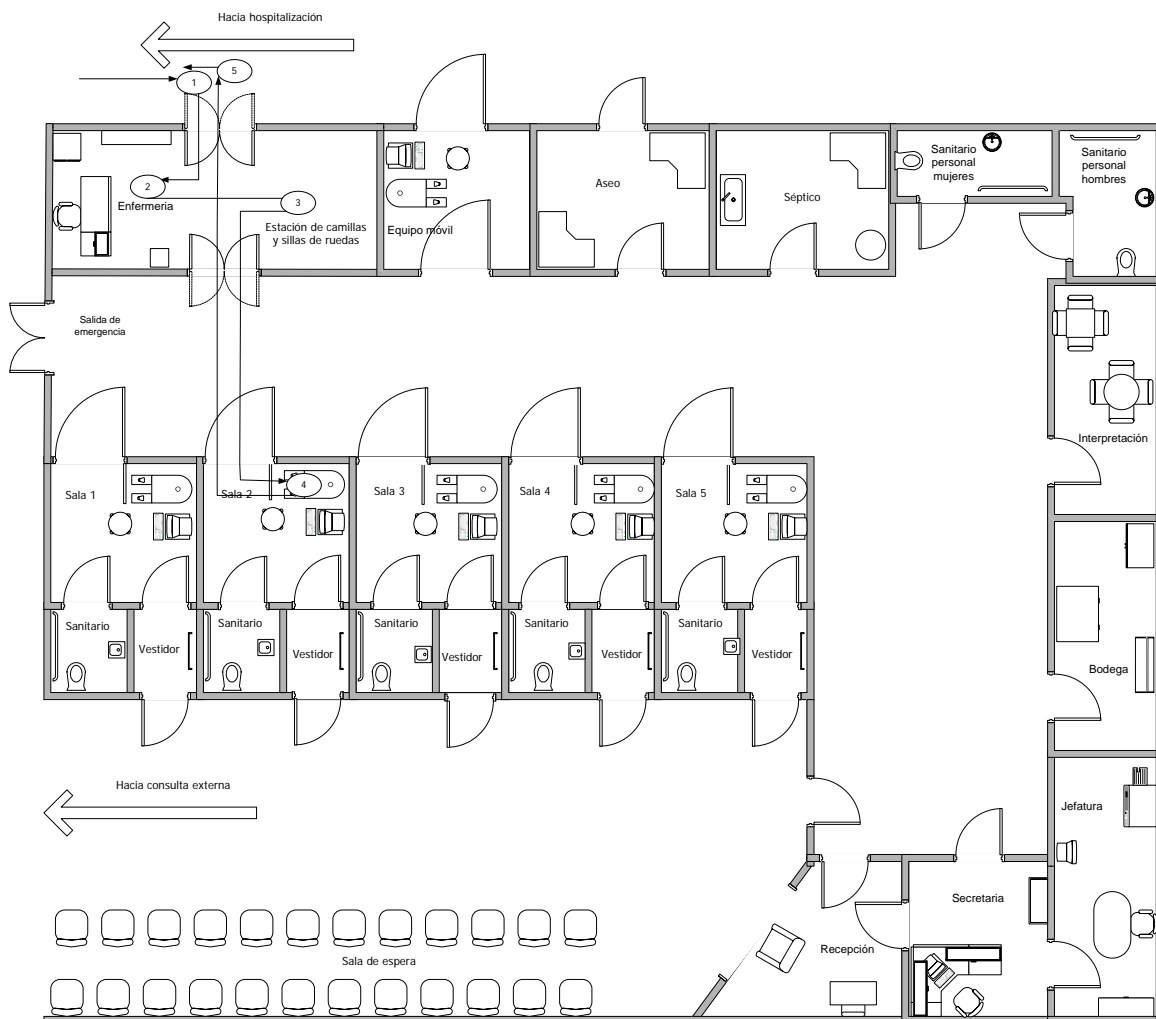


Figura 7.5. Flujo de personal médico y paramédico externo al departamento Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería acompañan a pacientes hospitalizados.

1. Lleva a la paciente hacia la unidad de ultrasonografía.
2. Entrega los documentos de la paciente a la enfermera.
3. Traslada a la paciente a la estación de camillas y sillas de ruedas hasta que la paciente es llamada.
4. Cuando la paciente es llamada, la lleva a la sala de estudio y le ayuda a acomodarse en la mesa de exploración.
5. Al finalizar el examen, traslada nuevamente a la paciente a hospitalización.

e) Flujo de personal que labora en la unidad

El flujo del personal que labora en la unidad se presenta en la figura 7.6.

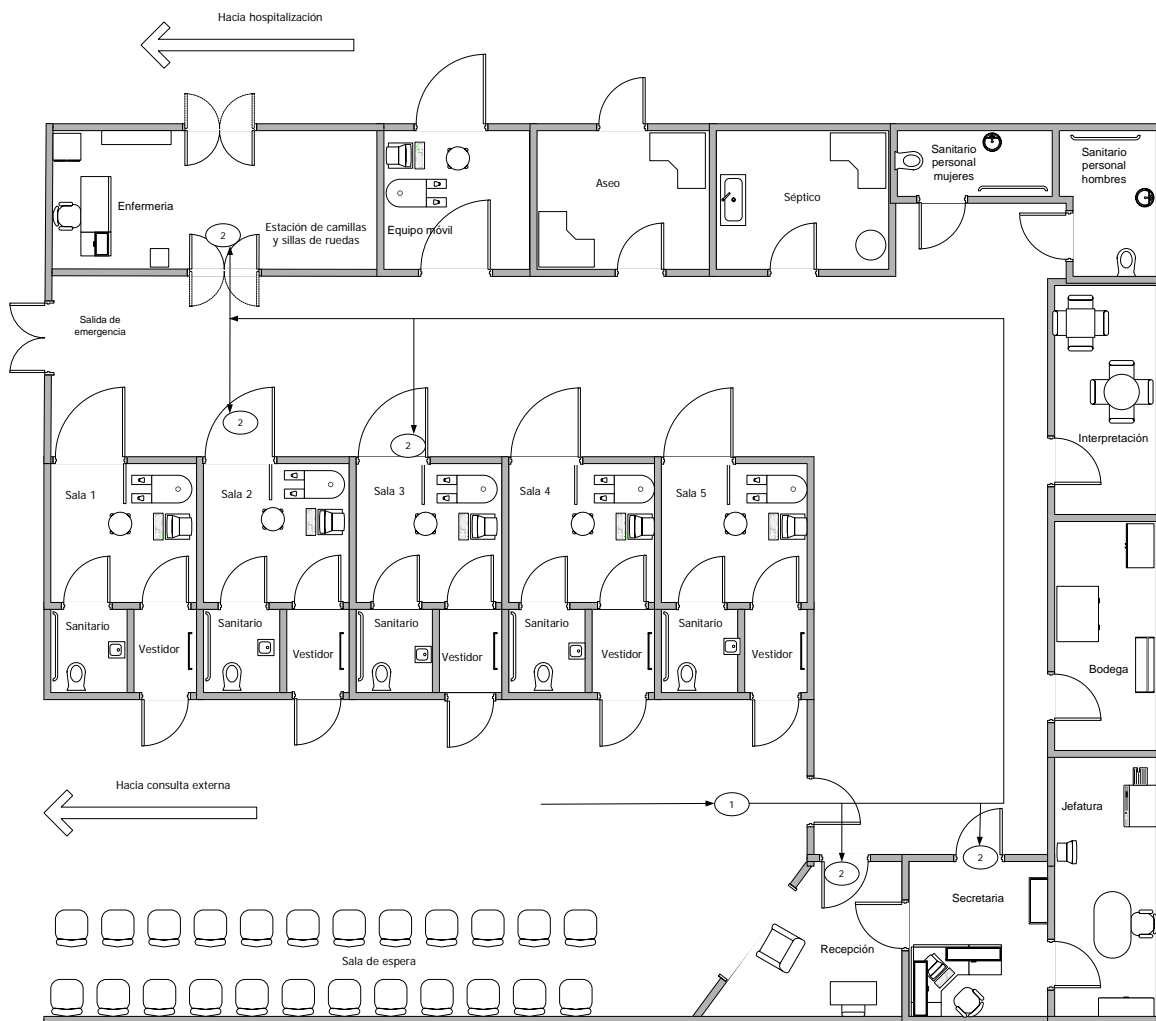


Figura 7.6 Flujo de personal que labora en la unidad

1. El personal al iniciar su jornada laboral, llega a la unidad por la puerta principal.
2. Cada uno se traslada a su puesto de trabajo para iniciar sus labores a través del pasillo interno; al finalizar su jornada laboral se retiran del departamento.

f) Flujo de insumos (papel toalla, papel fotográfico para impresión, gel, etc.).

El flujo de insumos se muestra a continuación en la figura 7.7.

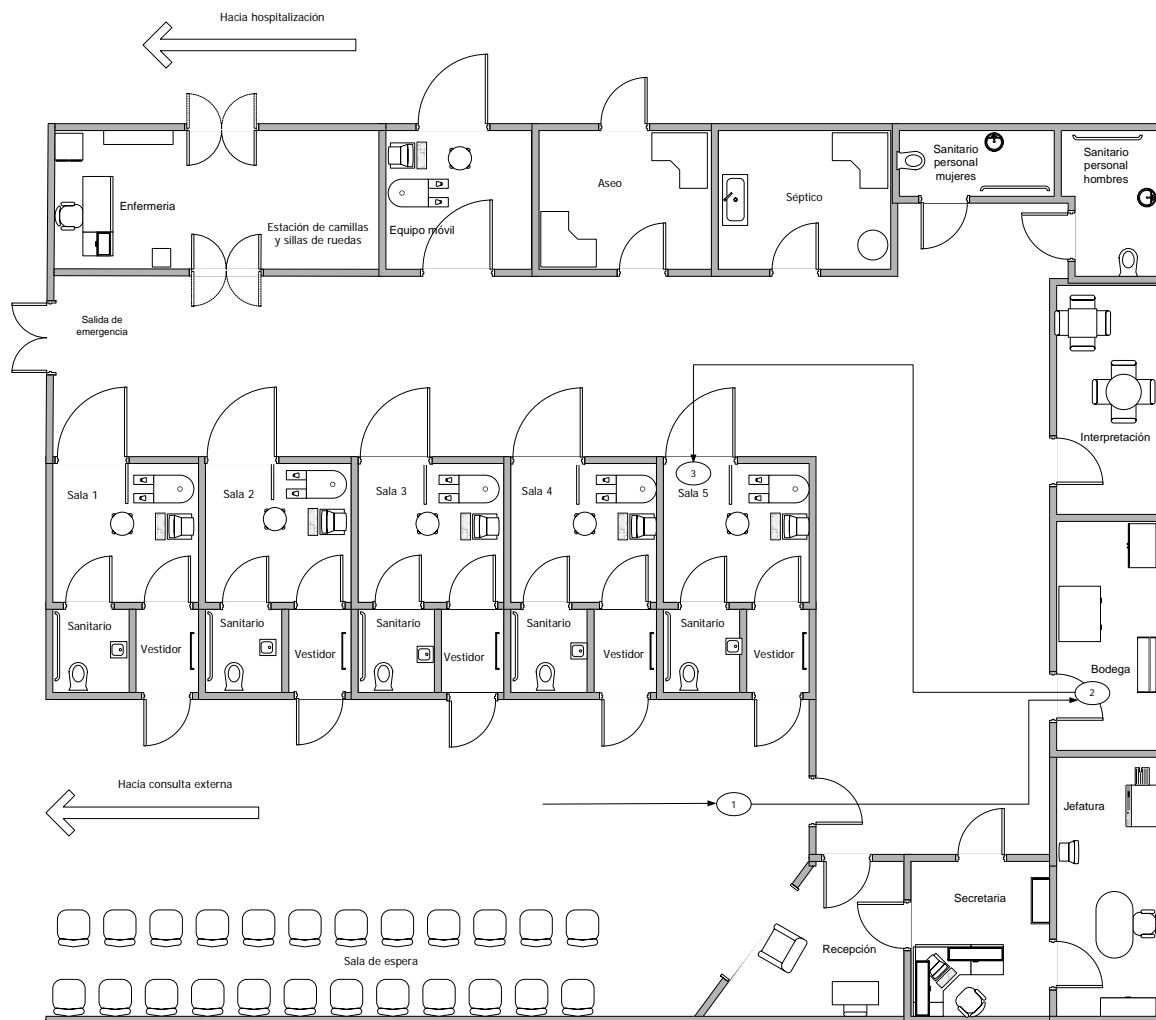


Figura 7.7 Flujo de insumos

1. La secretaria es la encargada de llevar el control de los insumos en el departamento y de llenar la solicitud de los mismos, esta solicitud debe ser firmada por el jefe de la unidad. Y luego es llevada a almacén para ser cumplida.

2. Traslada los insumos solicitados a la unidad de ultrasonografía y los almacena en el almacén interno. Generalmente se solicita cada mes o cada quince días según la demanda del departamento.
3. La existencia de insumos es verificada diariamente por la secretaria y son entregados a cada sala de estudio según su necesidad y descargados por medio de vales; llevando un inventario y control de los mismos.

g) Flujo de personal de limpieza

Este flujo se presenta en la figura 7.8

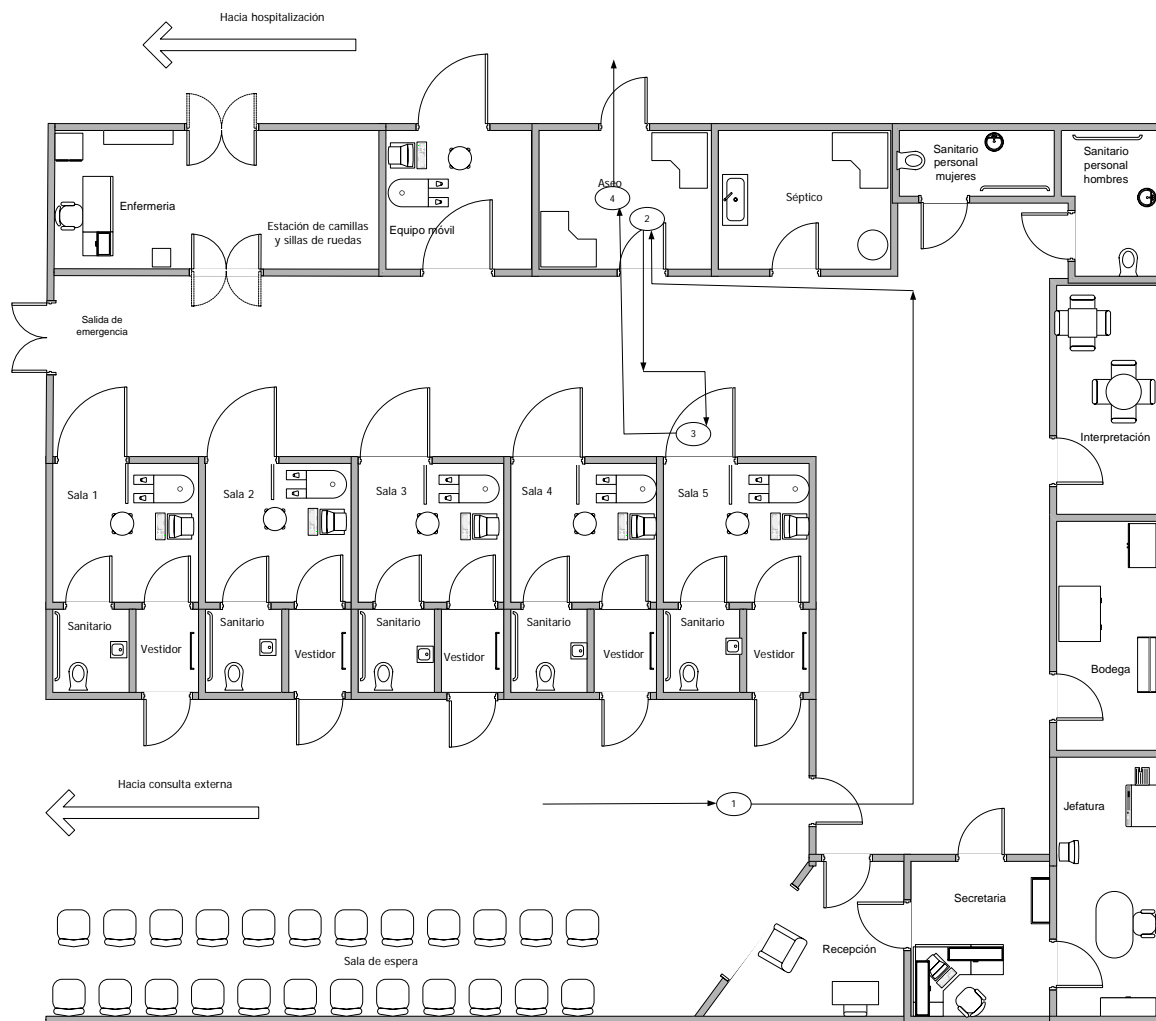


Figura 7.8 Flujo de personal de limpieza

1. El personal de limpieza ingresa al departamento y pasa por el pasillo interno hasta llegar al área de aseo y séptico.
2. Retira los accesorios para realizar la limpieza y se dirige a cada una de las salas.
3. Barre, trapea y limpia cada sala par poder retirar las bolsas de basura.
4. Traslada la basura fuera de la unidad a través de la puerta que esta en el área de aseo y que lleva a hospitalización, para evitar pasar por toda la unidad con los desechos.

7.4 COMPARACIÓN DEL PROTOTIPO DISEÑADO CON LOS SERVICIOS VISITADOS

CRITERIOS/ UNIDAD DE US	Unidad Prototipo	Hospital Sonsonate	Hospital Bloom	Hospital de Maternidad	Hospital Zacamil	Hospital General
Áreas con que cuenta la unidad	Recepción, Secretaría, Jefatura de la unidad, Estación de camillas y sillas de ruedas, Sala de espera, Estación de enfermeras, Almacén interno, Interpretación, Sanitario para personal, Sala de estudio (con su sanitario y vestidor), séptico y aseo y un área para equipo móvil	Secretaría y recepción, sala de estudio, sanitario para pacientes y personal	Sala de Espera, Recepción, Secretaría, Jefatura, 1 Sala de estudio y una sala para equipo móvil, área para equipo móvil, bodega, cuarto de aseo, Interpretación.	Sala de Espera, Sanitario para pacientes y personal, 2 Salas de Estudio para consulta externa y una para emergencias.	Recepción, Secretaría, Jefatura de la unidad, Almacén, Sanitario para personal, Sala de espera, Sala de estudio (con su sanitario y vestidor), séptico y aseo.	Recepción, Secretaría, Jefatura de la unidad, Sala de Espera, bodega, Interpretación, Sanitario para personal, Sala de estudio (con su sanitario y vestidor)
Aplicación clínica de la unidad	Especialidad Ginecología y Obstetricia	Unidad General	Especialidad Pediátrica	Especialidad Ginecología y Obstetricia	Unidad General	Unidad General
Dimensiones de la Sala de Estudio	3m x 3.15m (L x A) (9.45m ²)	3.6m x 2.8m (L x A) (10.08 m ²)	2.64m x 3.21 m (L x A) (8.47 m ²) 1.97m x 2.14m (L x A) (4.21 m ²)	4.08m x 3.86m (L x A) (15.74 m ²) 2.02m x 3.86m (L x A) (7.79 m ²) 3.21m x 2.64m (L x A) (8.47 m ²)	5.9m x 2.8m (L x A) (16.52m ²)	3.90m x 4.65m (L x A) (18.13m ²)
Equipo por sala	1 equipo	1 equipo	1 equipo por sala	1 equipo por sala	1 equipo	2 equipos en una sala

CRITERIOS/ UNIDAD DE US	Unidad Prototipo	Hospital Sonsonate	Hospital Bloom	Hospital de Maternidad	Hospital Zacamil	Hospital General
Piso	Cualquier material para uso médico	Cemento Marmoleado	Loseta de vinil	Cemento coloreado	Cemento coloreado	Cemento coloreado
			Loseta de vinil	Cemento coloreado		
				Cerámica		
Altura de Tomacorriente	Como mínimo 0.40 mts sobre NPT	0.40 mts y 1.20 mts	0.30 mts	0.26 mts	0.4 mts	1.20 mts
			0.40 mts	1.30 mts		
				0.15 mts		
Iluminación	Iluminación artificial de tipo incandescente con un control de intensidad lumínica	Fluorescentes tubulares	Fluorescentes tubulares	Fluorescentes tubulares	Incandescentes con control de intensidad lumínica (dimmer)	Fluorescentes tubulares
Ancho de la puerta	1.50 mts	1.20 mts	1.20 mts	0.90 mts	1.20 mts	0.90 mts
			0.90 mts	0.90 mts		
				1.20 mts		
Aire Acondicionado	Shiller o Split	Shiller	De ventana	Mini Split	Shiller y Mini Split	Shiller y Mini Split
			No tiene	Mini Split		
				Mini Split		

Tabla 7.6. Comparación del prototipo diseñado con los servicios visitados

7.4.1 Recomendaciones

A continuación se hacen las siguientes recomendaciones:

Hospital Nacional "Dr. Jorge Mazzini Villacorta" de Sonsonate

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- Se debe tener un equipo móvil para ser utilizado para pacientes de emergencia y en algunos casos pacientes de hospitalización.
- Para mejorar el flujo de pacientes de consulta externa y pacientes hospitalizados se recomienda programar dichos estudios a diferentes horas del día, por ejemplo por la mañana hospitalización y por la tarde consulta externa o viceversa. Los pacientes de urgencias serán atendidos siempre en cualquier momento que sea necesario hacer un estudio.
- Deberá incluirse una estación de camillas y silla de ruedas para los pacientes son llevados en esta forma a realizar sus estudios, para una mejor comodidad del paciente y para un mejor flujo de pacientes dentro de la unidad.
- Considerar el criterio de pasillo interno y externo, para un mejor control de los flujos en el departamento. Ya que el pasillo de acceso a la unidad es muy estrecho, lo que provoca obstrucción del paso a los otros servicios.

Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- El aire acondicionado debe ser tipo shiller o split.
- Si es posible se deberá trasladar la sala de estudio de Ultrasonografía a un cuarto más grande como por ejemplo hacer un intercambio entre el cuarto de

lectura y bodega con la sala de Ultrasonografía, para mayor comodidad del usuario y del paciente.

Hospital Nacional de Maternidad "Dr. Raúl Argüello Escolán"

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- El aire acondicionado debe ser tipo shiller o split.
- Se recomienda que no existan terceras personas durante el examen, salvo casos especiales. La secretaría debería estar en una ubicación fuera de la sala de estudio, de no ser posible esto se recomienda ubicar cortinas corredizas para privacidad del paciente.
- Los tomacorriente donde se conecta el equipo de Ultrasonido deben estar a una altura no menos de 0.4 metros de altura del NPT.
- En la sala de estudio no debe haber más que lo necesario para que se realice el examen, otros objetos deben estar ubicados en otro lugar.

Hospital Nacional de Zacamil "Dr. Juan José Fernández"

- Se debe tener un equipo móvil para ser utilizado para pacientes de emergencia y en algunos casos pacientes de hospitalización.
- Se recomienda que el canapé que se utiliza en la sala de Ultrasonografía sea cambiado por un canapé ginecológico o por un canapé hidráulico para mayor comodidad del paciente.

Hospital General del ISSS

- Se debe ubicar un equipo por sala de Ultrasonografía para mayor comodidad del paciente y del médico.

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- Deberá incluirse una estación de camillas y silla de ruedas para los pacientes son llevados en esta forma a realizar sus estudios, para una mejor comodidad del paciente ya que la mayoría de estos son de hospitalización. De ser posible los estudios no deben ser realizados fuera de la sala de estudio porque esto causa incomodidad al paciente.
- Considerar el criterio de pasillo interno y externo, para evitar obstaculizar el paso peatonal con camillas o sillas de ruedas.

8.1 INTRODUCCIÓN	352
8.2 CONTROL DE CALIDAD EN INSTALACIONES DE ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA.....	353
8.2.1 Definición de control de calidad.....	353
8.2.2 Creación de formatos	354
8.2.3 Sistema de valoración de resultados	363
8.2.4 Guía para correr el protocolo	365
8.3 PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO	367
8.3.1 Definición de Protocolo de Mantenimiento	367
8.3.2 Protocolos de Mantenimiento.....	368
<i>8.3.2.1 Examen de Reconocimiento e Inspección del Ultrasonógrafo.</i>	368
<i>8.3.2.2 Análisis de Parámetros del Ultrasonógrafo</i>	372
8.3.3 Formatos para el Mantenimiento.....	378
8.3.4 Definición de tecnologías para el Mantenimiento	381
8.4 PLAN DE CAPACITACIÓN PARA USUARIOS	382
8.4.1. Componentes del plan de capacitación	382
8.4.2. Manual de Capacitación.....	388

CAPITULO 8. PROCESOS PARA LA CONSERVACIÓN DE TECNOLOGÍA

8.1 INTRODUCCIÓN

Los procesos para la conservación de los equipos de Ultrasonografía deben estar bien definidos para obtener una mayor vida útil del equipo y que este sea utilizado según como lo define el fabricante. Por lo mismo se hace de gran importancia definir los procesos que deben llevarse a cabo para lograr esta finalidad.

En este capítulo se desarrollan los procesos de conservación tomando en cuenta tres puntos importantes los cuales son: Control de Calidad para las Instalaciones, Mantenimiento de los Equipos y Capacitación a usuarios y personal que trabaja con este equipo dentro de la institución.

En el control de calidad se toman en cuenta todos los aspectos que ayuden a que el equipo se conserve en óptimas condiciones dentro de la sala de estudio, por ejemplo condiciones ambientales, condiciones eléctricas, etc.

En los protocolos de mantenimiento se definen los pasos que se deben seguir para realizar el mantenimiento preventivo al ultrasonógrafo, con el fin de reducir el mantenimiento correctivo y obtener un buen diagnóstico a través de este.

Finalmente la capacitación, la cual es de gran importancia para conocer la operación o manejo del equipo, es decir, que el equipo sea usado de acuerdo a los pasos que da el fabricante en el manual de usuario y que el personal que trabaja con este conozca cada una de las partes con las que consta el equipo.

8.2 CONTROL DE CALIDAD EN INSTALACIONES DE ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

8.2.1 Definición de control de calidad

Según el diccionario de la Real Academia Española la calidad es el conjunto de cualidades de algo. Calidad es un concepto intrínseco, multifacético, que varía según la óptica de quién opine, teniendo este sus propias expectativas sobre un determinado producto; o bien se puede decir que la calidad es un elemento subjetivo, por lo tanto sutil y variable, que incluye elementos medibles para determinar el grado de aproximación de un producto a su prototipo. Asimismo control se refiere al proceso que se emplea con el fin de cumplir con los estándares. Esto consiste en observar el desempeño real, compararlo con algún estándar y después tomar medidas si el desempeño observado es significativamente diferente del estándar.

Por tanto, el control de calidad se puede definir como una serie de pruebas que se efectúan periódicamente para evaluar las actividades y el funcionamiento de las instalaciones dentro de los límites de operación previamente establecidos, a través de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos para la calidad.

El concepto de control de calidad es aplicable a múltiples subsistemas que componen un todo en un departamento o servicio, como son, un subsistema físico, otro de actividad humana y un subsistema de regulación y organización. En este apartado se considera el control de calidad aplicado al subsistema físico, que a su vez hace referencia a la planta física o instalaciones. La evaluación de la planta física comprende varios criterios, como:

- a) Ubicación, en la cual se toma en cuenta la población a atender, la distancia, el tiempo y los medio de comunicación

- b) Los servicios con que cuenta
- c) Lo adecuado de las áreas y espacios destinados a estos servicios
- d) Las circulaciones y comunicaciones
- e) Sistema eléctrico
- f) Sistema de agua
- g) Drenaje
- h) Iluminación
- i) Sistema de gases médicos
- j) Sistema de seguridad y protección, entre otros.

8.2.2 Creación de formatos

Considerando los criterios, mencionados anteriormente, que se deben incluir para la evaluación de las instalaciones y los utilizados para el diseño del prototipo en el capítulo 7 de este trabajo de graduación, se ha elaborado el formato mostrado en la tabla 8.1, con el fin de verificar la calidad de las instalaciones de ultrasonografía.

El formulario mostrado en la tabla 8.1, está compuesto por 87 ítems, diseñados en forma de preguntas para evaluar cada característica. El evaluador deberá contestar a cada una de ellas en las casillas respectivas; se incluye además una sección de comentarios que permite colocar observaciones en aquellos casos que así lo requieran.

Los parámetros a evaluar han sido agrupados en las siguientes categorías:

- a) Funcionalidad
- b) Áreas que componen la unidad
- c) Dimensiones de las áreas
- d) Ubicación y distribución arquitectónica
- e) Generales

- f) Pasillos y circulaciones
- g) Salas de estudio
- h) Puertas
- i) Consideraciones eléctricas
- j) Aire acondicionado
- k) Iluminación
- l) Gases médicos
- m) Ornato y limpieza

CONTROL DE CALIDAD PARA INSTALACIONES DE ULTRASONOGRAFÍA DIAGNÓSTICA					
Nº	Parámetros de evaluación	Valor	SI	NO	Comentarios
FUNCIONALIDAD (10%)					
1	La unidad de ultrasonografía está destinada para una especialidad médica específica	1.67%			
2	Si se proporciona apoyo diagnóstico a más de una especialidad médica, las salas para cada una de ellas están debidamente separadas e identificadas para las respectivas aplicaciones	1.67%			
3	Los usos, funciones y procedimientos de la unidad de ultrasonografía están definidos claramente en un manual de organización interno	1.67%			
4	Según el estudio epidemiológico de los últimos 5 años, la unidad de ultrasonografía proporciona apoyo diagnóstico a los padecimientos más comunes de la población usuaria	1.67%			
5	El número de salas de estudio es suficiente para cubrir la demanda de ultrasonografías	1.67%			
6	Las características de los equipos de ultrasonografía, están acordes a los tipos de estudio que se realizan	1.67%			
Sub-Total					

AREAS QUE COMPONEN LA UNIDAD (10%)				
7	Se encuentran claramente definidas y separadas las siguientes áreas dentro de la unidad de ultrasonografía:			
a)	Recepción	0.67%		
b)	Secretaría	0.67%		
c)	Jefatura o encargado de la unidad	0.67%		
d)	Estación de camillas y sillas de ruedas	0.67%		
e)	Almacén o bodega interna	0.67%		
f)	Interpretación	0.67%		
g)	Vestidores	0.67%		
h)	Sanitarios de pacientes	0.67%		
i)	Sanitarios de personal	0.67%		
j)	Estación de enfermeras	0.67%		
k)	Séptico	0.67%		
l)	Aseo	0.67%		
m)	Salas de estudio	0.67%		
n)	Sala para equipo móvil	0.67%		
o)	Sala de espera de pacientes	0.67%		
Sub-Total				
DIMENSIONES DE LAS ÁREAS (10%)				
8	Las dimensiones totales de cada área se encuentran dentro de los siguientes valores mínimos:			
a)	Recepción: 5.4 m ²	0.67%		
b)	Secretaría: 5.4 m ²	0.67%		
c)	Jefatura o encargado de la unidad: 5.4 m ²	0.67%		
d)	Estación de camillas y sillas de ruedas: 1.9 m ² por sala	0.67%		
e)	Almacén o bodega interna: 5.6 m ²	0.67%		
f)	Interpretación: 10 m ²	0.67%		
g)	Vestidores: 2.43 m ² (con sanitario incluido), 4.7 m ² (sin sanitario).	0.67%		
h)	Sanitarios de pacientes: 1.96 m ²	0.67%		
i)	Sanitarios de personal: 4.7 m ²	0.67%		
j)	Estación de enfermeras: 7.95 m ²	0.67%		
k)	Séptico: 11.2 m ²	0.67%		

l)	Aseo: 11.2 m ²	0.67%			
m)	Salas de estudio: 5.60 m ²	0.67%			
n)	Sala para equipo móvil: 5.60 m ²	0.67%			
o)	Sala de espera de pacientes: 4.2 m ² por sala	0.67%			
Sub-Total					
UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA (10%)					
9	Las áreas que componen la unidad se encuentran separadas físicamente por medio de divisiones de cualquier material de uso en instalaciones de salud	0.58%			
10	La unidad de ultrasonografía es fácilmente localizable, dentro de la Institución de Salud, para los pacientes a los que presta sus servicios	0.58%			
11	La ubicación del área de recepción permite que este sea un punto de control para los pacientes, visitantes y empleados ingresan a la unidad	0.58%			
12	El área de recepción, está próxima a la sala de espera de pacientes	0.58%			
13	La oficina del encargado de la unidad, se encuentra próxima al acceso principal de la unidad, evitando que los visitantes entorpezcan las actividades laborales dentro de la misma	0.58%			
14	La estación de camillas y sillas de ruedas, se comunica directamente con los pasillos de hospitalización y urgencias	0.58%			
15	El área destinada para la estación de camillas y sillas de ruedas, se encuentra libre de elementos fijos que obstruyan o dificulten el paso	0.58%			
16	El almacén o bodega interna, se encuentra ubicado cerca de la sala de estudio	0.58%			
17	Los vestidores de pacientes, se encuentran anexos a las salas de estudio	0.58%			
18	Los sanitarios para pacientes, se encuentran dentro de las salas de estudio	0.58%			

19	El sanitario y vestidor de pacientes, están en un sitio cercano al área de estudio, a no más de 5 metros	0.58%			
20	Los sanitarios de personal, se encuentran dentro del área operativa de la unidad	0.58%			
21	La estación de enfermera, es inmediata a la estación de camillas y sillas de ruedas, de tal forma que la enfermera de turno tenga contacto visual con los pacientes que esperan a que se les realice el estudio	0.58%			
22	El área de séptico y aseo, se encuentran cercanos a alguno de los accesos de la unidad	0.58%			
23	La ubicación de las salas de estudio, es céntrica en relación a las demás áreas de la unidad	0.58%			
24	El acceso del área donde se ubica el equipo móvil, facilita su salida del servicio por la circulación destinada a hospitalización y urgencias	0.58%			
25	Desde la sala de espera de pacientes, es visible el área de recepción y la entrada a las salas de estudio	0.58%			
Sub-Total					
GENERALES (5%)					
26	En las cercanías de la unidad de ultrasonografía, no existen áreas en construcción o susceptibles al polvo	0.83%			
27	La unidad cuenta con sistemas de comunicación interna entre las distintas áreas	0.83%			
28	Se cuenta con detectores de humo, fuego y extintores en la unidad de ultrasonografía	0.83%			
29	Se encuentra alguna fuente de radiación ionizante (por ejemplo rayos x) en las cercanías de la unidad de ultrasonografía.				
a)	Si la respuesta anterior fue afirmativa, las unidad cuenta con protección adecuada contra dichas radiaciones	0.83%			
30	Las instalaciones garantizan en todo momento la privacidad del paciente	0.83%			
31	Existen pasamanos en baños y pasillos para personas discapacitadas	0.83%			

Sub-Total				
PASILLOS Y CIRCULACIONES (5%)				
32	Se observa separación física de los pasillos en la unidad por medio de los conceptos de pasillo interno y pasillo externo	1.67%		
33	Los pasillos de acceso público tienen como mínimo 1.50 metros de ancho	1.67%		
34	Los corredores de circulación para pacientes de hospitalización y urgencias tiene un ancho mínimo de 2.40 metros para permitir el paso de las camillas y sillas de ruedas	1.67%		
Sub-Total				
SALAS DE ESTUDIO (10%)				
35	En cada sala se encuentra un equipo de ultrasonografía	0.58%		
36	Las condiciones de operación en las salas de estudio, se mantienen en un ambiente de temperatura controlada, entre 21°C y 24°C (70°F y 76°F), para favorecer la disipación de calor de los equipos	0.58%		
37	El aire acondicionado utilizado es tipo Shiller o Split	0.58%		
38	La humedad relativa está entre un mínimo de 50% hasta un máximo de 60%	0.58%		
39	Se utilizan filtros adecuados en las entradas de aire acondicionado y se realiza mantenimientos preventivos programados de los mismos, para evitar el ingreso de aire contaminado en las salas	0.58%		
40	Para facilitar la limpieza del piso, las paredes tienen pintura epóxica o algún tipo de cubierta lavable a una altura de un metro del nivel del piso terminado	0.58%		
41	No existen tuberías de agua o algún líquido sobre el techo de la sala de ultrasonografía	0.58%		
42	Existen medidas preventivas para evitar que el equipo se moje en caso de que se produzcan goteras en el techo o algún tipo de inundación	0.58%		
43	Las salas de estudio disponen de una mesa de exploración adecuada para la especialidad	0.58%		

44	La iluminación es ajustable y libre de resplandor y su ajuste es reproducible (regulación con escala)	0.58%			
45	El panel de distribución eléctrica está accesible para cortar la energía de suministro en la unidad por cualquier caso de emergencia	0.58%			
46	El interruptor de emergencia tiene un seguro para prevenir que sea desactivado inadvertidamente	0.58%			
47	No existen alfombras dentro de las salas de estudio	0.58%			
48	Cada sala cuenta con vestidores y sanitarios dentro del área	0.58%			
49	Cada sala cuenta con dos tipos de acceso, uno para pacientes que provienen de hospitalización y urgencias y otro para consulta externa (sala de espera)	0.58%			
Sub-Total					
PUERTAS (5%)					
50	Los vestidores tienen dos puertas, una hacia la sala de espera y otra hacia la sala de estudio	0.83%			
51	Las puertas de los vestidores que comunican al exterior (sala de espera), cuentan solo con perillas interiores, para asegurar las pertenencias del paciente	0.83%			
52	Las puertas de acceso al público y personal no son menores de 1 metro de ancho	0.83%			
53	Las puertas de paso de camillas y sillas de ruedas no son menores de 1.20 metros	0.83%			
54	Se utilizan puertas de tipo vaivén de doble hoja, con ventanas de vidrio para facilitar la visibilidad al interior en las puertas de acceso principal de la unidad	0.83%			
55	Las puertas son lisas para evitar acumulación de polvo y facilitar la limpieza	0.83%			
Sub-Total					
CONSIDERACIONES ELÉCTRICAS (10%)					
56	Las salas cuentan con instalaciones eléctricas según las especificaciones del equipo	0.71%			

57	Las instalaciones eléctricas están conectadas al sistema de emergencia del hospital	0.71%			
58	El equipo de ultrasonografía cuenta con un estabilizador de voltaje y UPS	0.71%			
59	El estabilizador de voltaje y en general aparatos eléctricos están colocados con una elevación de unos 5 centímetros del nivel de piso terminado, para evitar que se mojen en caso de inundación o en el momento de realizar la limpieza en el área	0.71%			
60	Los tomacorrientes se encuentran a una altura de 0.40 m., sobre el nivel del piso terminado	0.71%			
61	Existe un toma corriente exclusivo para el equipo de ultrasonografía	0.71%			
62	Los toma de corriente de la unidad están correctamente polarizados y son grado hospitalario	0.71%			
Sub-Total					
AIRE ACONDICIONADO (5%)					
63	Las entradas de aire ambiente (del aire acondicionado) se encuentran al menos a 7.62 metros de cualquier salida evacuante que pudiera ser contaminante	3.33%			
64	Las salidas de aire (rejillas de descarga) en las áreas de estudio con pacientes, están en el cielo falso y las rejillas de succión se encuentran a nivel del piso	3.33%			
65	La rejilla de succión no está más abajo de 7.6cm del nivel del piso terminado	3.33%			
Sub-Total					
ILUMINACIÓN (10%)					
66	Los niveles de iluminación se encuentran como mínimo dentro de los valores especificados a continuación:				
a)	Servicio de ultrasonografía 200 Luxes	2%			
b)	Sala de Interpretación 200 Luxes	2%			
c)	Vestidor 75 Luxes	2%			
d)	Control de Pacientes 75 Luxes	2%			
e)	Pasillos, escaleras, iluminación de emergencia 50 luxes	2%			

Sub-Total				
GASES MÉDICOS (5%)				
67	Se utilizan tomas tipo DISS para los gases médicos	1.25%		
68	Los tomas de gases médicos están colocados en las paredes a una altura de 1.52 mts	1.25%		
69	La estación de camillas y sillas de ruedas, cuenta con tomas de oxígeno y vacío	1.25%		
70	Se cuenta con un toma de oxígeno y vacío por sala de estudio	1.25%		
Sub-Total				
ORNATO Y LIMPIEZA (5%)				
71	Los colores son utilizados de acuerdo a sus propiedades terapéuticas, considerando sus potencias psicológicas y fisiológicas y tratando de evitar esa impresión severa y fría que es característica en las instituciones anticuadas	0.29%		
72	Se mantiene limpia toda la unidad de ultrasonografía	0.29%		
73	Se utilizan materiales de fácil limpieza en paredes, techos, pisos, entre otros	0.29%		
74	Se utilizan sábanas y batas limpias con cada paciente o se utilizan insumos de materiales desechables	0.29%		
75	Cada área cuenta con iluminación y ventilación naturales y/o artificiales adecuadas	0.29%		
76	Las paredes están bien pintadas	0.29%		
77	Las bisagras en puertas y ventanas están lubricadas	0.29%		
78	Todas las puertas y ventanas están en buen estado	0.29%		
79	Todas las luminarias están completas y funcionando	0.29%		
80	Los inodoros y lavamanos están en buen estado	0.29%		
81	Las válvulas y sistemas de suministro de agua funcionan correctamente	0.29%		
82	Las ventanas, puertas, pisos y paredes se limpian periódicamente	0.29%		

83	Las sillas en sala de espera no obstruyen el paso libre de los pacientes	0.29%			
84	Los sanitarios se limpian por lo menos dos veces diarias	0.29%			
85	Los lavamanos se limpian por lo menos dos veces diarias	0.29%			
86	Los basureros destinados a desechos contaminados y no contaminados se vacían por separado por lo menos dos veces diarias	0.29%			
87	Existen señalizaciones en cada área de forma legible	0.29%			
Sub-Total					
Total					

Tabla 8.1. Protocolo para control de calidad en instalaciones.

8.2.3 Sistema de valoración de resultados

La evaluación es la fase del proceso administrativo que consiste en medir los resultados alcanzados en relación con el plan formulado. A esto debe seguir la retroalimentación, o sea, volver a planear el trabajo a fin de hacer las correcciones necesarias. En este caso la evaluación se lleva a cabo respondiendo a cada parámetro contenido en el formulario. El evaluador verificará el cumplimiento de las características en base a dos condiciones "Si" o "No", el valor asignado a cada una de estas opciones de respuesta depende de la categoría a la que pertenece.

Se ha considerado el porcentaje total de todas las características de evaluación en un 100%. Tomando en cuenta el número de categorías en las que se han agrupado, se ha asignado a cada una ellas, de acuerdo a la importancia que representan en la seguridad del equipo, empleados y pacientes, un total del 10% para las que se consideran indispensables en el funcionamiento óptimo de la unidad, de tal forma que sin ellas los procedimientos realizados no serían posibles o se efectuarían de forma deficiente y otras un 5%, que no son indispensables para el desarrollo de las diferentes actividades, pero si para mejorar el ambiente de la unidad. Estos porcentajes están dado a criterio, según porcentajes dados en el texto: Principles of

Biomedical Engineering for Nursing Staff. Esta distribución se muestra en la tabla 8.2.

Categoría	Porcentaje total	Cumplimiento del parámetro de evaluación	
		Si	No
Funcionalidad	10%	1.67%	0
Áreas que componen la unidad	10%	0.67%	0
Dimensiones de las áreas	10%	0.67%	0
Ubicación y distribución arquitectónica	10%	0.58%	0
Generales	5%	0.83%	0
Pasillos y circulaciones	5%	1.67%	0
Salas de estudio	10%	0.58%	0
Puertas	5%	0.83%	0
Consideraciones eléctricas	10%	0.71%	0
Aire acondicionado	5%	3.33%	0
Iluminación	10%	2%	0
Gases médicos	5%	1.25%	0
Ornato y limpieza	5%	0.29%	0
Total	100%		

Tabla 8.2 Puntuación de la evaluación

Una unidad no tiene que cumplir completamente con todos los criterios para que sus instalaciones sean las más apropiadas, sino más bien, el formulario propuesto permite valorar el porcentaje de calidad que posee la unidad, permitiendo visualizar las fallas y corregirlas posteriormente. Para considerarse aceptable, una instalación debe obtener un nivel de calidad superior al 70%.

El porcentaje asignado a una respuesta afirmativa en cada parámetro se ha calculado tomando en cuenta el porcentaje total según la categoría y el número de parámetros que contiene cada categoría como se ve en el ejemplo para la funcionalidad:

$$\frac{\text{Porcentaje total por categoría}}{\text{Número total de parámetros por categoría}} = \frac{10\%}{6} = 1.67\%$$

8.2.4 Guía para correr el protocolo

Es importante que la institución de salud aplique periódicamente (se recomienda cada 5 años) controles de calidad a fin de procurar un mejoramiento constante en pro del bienestar de los pacientes, personal y equipos. Los controles de calidad deben ser corridos por personal de la Institución; debido a que actualmente no existe en nuestro país entidades que realicen tal proceso. Se deberá formar un comité que evalúe los resultados obtenidos y tome las medidas necesarias para alcanzar un alto grado de calidad en las instalaciones de ultrasonografía diagnóstica.

A continuación se listan los pasos a seguir para correr el protocolo propuesto:

- a) Formar un comité que elabore y cumpla un programa de control de calidad en la Institución de salud. En dicho comité se podría incluir un representante de los siguientes departamentos: dirección (director o subdirector), administración (administrador), ingeniería y mantenimiento (jefe de biomédica o jefe de ingeniería y mantenimiento) y división médica (jefe de la unidad o jefe de la división médica).
- b) Designar a una persona, que forme parte del comité, para que realice la evaluación en las instalaciones de la unidad de ultrasonografía, según programación elaborada.
- c) Preparar el formato presentado en la tabla 8.1 y todos los instrumentos necesarios para la evaluación, como son, lápiz, cinta métrica, luxómetro,

termómetro ambiental, entre otros, además de documentación necesaria entre los que se pueden mencionar:

- Estudio epidemiológico de los últimos 5 años
 - Manual de organización interno
 - Cuadro estadístico de los estudios realizados en los últimos 2 años
- d) Verificar la disponibilidad en la unidad de ultrasonografía para realizar el control de calidad, el cual debe ser como mínimo un tiempo de 8 horas.
- e) El evaluador se presentará a la unidad el día y hora acordados.
- f) El evaluador verificará el cumplimiento o no de los parámetros presentados en el formato de la tabla 8.1.
- g) Según los parámetros a evaluar, se realizarán visitas a cada área de la unidad, haciendo mediciones y observando detenidamente la misma, a fin de responder de acuerdo a la realidad de la Institución.
- h) Una vez completado el formato, el evaluador se retirará de la unidad para realizar la asignación de puntos de acuerdo a la respuesta dada y la categoría, según la tabla 8.2.
- i) El evaluador, completará las casillas de los subtotales de acuerdo al porcentaje obtenido en cada categoría.
- j) Finalmente, deberá sumar todos los subtotales, para obtener el porcentaje de calidad total de la unidad.
- k) Para que la instalación sea aceptable, deberá obtener como mínimo el 70% de la sumatoria total.
- l) El evaluador presentará al comité el resultado obtenido para su discusión.
- m) El comité verificará las fallas de la instalación y propondrá soluciones para su mejora, asignando responsables y tiempo específicos para su realización.
- n) Según la programación propuesta por el comité, el evaluador repetirá el mismo procedimiento mencionado anteriormente, a fin de verificar el cumplimiento o no de las fallas encontradas en la evaluación anterior.

Se debe tener en cuenta que cada evaluación deberá de ser analizada a fin de proponer soluciones para mejorar el nivel de calidad obtenido, además de verificar que dichas soluciones sean cumplidas en el tiempo estipulado, permitiendo mejorar continuamente y acercarse lo más posible al prototipo propuesto, garantizando la seguridad y comodidad del paciente, personal y alargando la vida útil de las tecnologías.

8.3 PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO

8.3.1 Definición de Protocolo de Mantenimiento

Son todos los procedimientos periódicos o que en un momento determinado deben hacerse para minimizar riesgo de falla y asegurar la continuidad de operación apropiada del equipo. El mantenimiento puede ser de dos formas:

- a) Mantenimiento Preventivo y
- b) Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento Preventivo: Consiste en la inspección periódica del equipo, para evaluar el estado de funcionamiento e identificar fallas. También puede incluirse el mantenimiento que es realizado por el usuario sin embargo, en los protocolos de mantenimiento que serán descritos en este capítulo no se incluirán.

Mantenimiento Correctivo: Es el conjunto de procedimientos utilizados para reparar un equipo que haya tenido daños, además se realizan ajustes de los procesos que presenten fallas.

8.3.2 Protocolos de Mantenimiento

Los protocolo de mantenimiento, que se plantea dentro del documento, esta orientada al mantenimiento preventivo, ya que no se pueden crear rutinas de mantenimiento correctivo porque este tipo de mantenimiento solo se da si el equipo ha sufrido algún daño o presente fallas.

El mantenimiento preventivo para un ultrasonógrafo, es recomendable que se de en un período de 2 a 4 veces en el año para tener un mejor control de estos, ya que es un equipo muy requerido por los médicos para el diagnóstico de diferentes patologías.

Debe haber un responsable para dar el mantenimiento a estos equipos, que podrá ser personal de mantenimiento biomédico de la institución de salud, el cual debe haber sido previamente capacitado para ello o contratar mantenimiento de parte del personal técnico de la empresa que distribuye el equipo. Es importante recalcar que la persona que dé el mantenimiento a este equipo debe tener un conocimiento adecuado sobre este, para que el mantenimiento sea eficiente.

Para un buen mantenimiento de estos equipos es necesario tomar en cuenta también diferentes aspectos como condiciones ambientales, mantenimiento diario, operación del equipo, entre otras, los cuales si se cumplen hacen que la vida útil del equipo y su eficiencia sea mayor. A continuación se presentan las rutinas de mantenimiento que se deben llevar a cabo con este tipo de equipos.

8.3.2.1 Examen de Reconocimiento e Inspección del Ultrasonógrafo.

a) Análisis Exterior del Equipo

Examinar la limpieza exterior del equipo y las condiciones físicas generales. Asegurarse que la carcasa está intacta, que todos los accesorios estén bien y, que no haya señales de líquidos derramados. Si fuera necesario limpiar el ecógrafo

exteriormente e interiormente. Utilizar únicamente productos aprobados por el fabricante para las superficies escaneadoras de los transductores. Limpiar el exterior y el interior de los equipos grabadores de imagen, incluyendo monitores, videoimpresoras, y grabadores de vídeo.

b) Toma de Red Eléctrica (debe ser tipo grado hospitalario) y Base de Toma

Examinar si está dañado el toma de red. Examinar el toma corriente y su base para determinar que no falta ningún tornillo, que no está el plástico roto y que no hay indicios de peligro. Si el equipo tiene un receptáculo de tomas de corriente para otros accesorios, verificar la presencia de tensión, e insertar un toma para revisar que entra y se sujeta con seguridad. Si el equipo tiene otros accesorios o equipos asociados conectados a él, ver que éstos estén también en buenas condiciones.

c) Cable de Red

Inspeccionar el cable por si existen señales de daños. Si está dañado, reemplazar el cable entero. Si el daño está producido en el principio o en el final se puede reparar cortándolo y volviéndolo a unir. Estando seguro que se conecta con la polaridad correcta.

d) Interruptores y Fusibles

Si el equipo tiene un interruptor chequear que su movilidad sea libre. Si el equipo está protegido por un fusible externo chequear su valor y modelo, ver que es el adecuado según marca la etiqueta de características del equipo.

e) Cables

Inspeccionar todos los cables (ej: transductores, electrodos, control remoto) y sus seguridades contra tirones. Examinar los cables para detectar roturas en el aislamiento y asegurarse que ellos agarran bien en sus partes finales. Verificar que no haya fallos intermitentes al doblar los cables eléctricos cerca de cada final y medir continuidad para verificar que no hay problemas.

f) Cables y Conectores

Examinar todos los cables eléctricos, condiciones generales de los conectores. Los conectores eléctricos deberían estar limpios y rectos.

g) Lubricación

Lubricar las partes móviles, incluyendo ruedas, accesorio para conducción, y arrastres para deslizamiento.

h) Transductores

Revisar que no haya deterioros, grietas, o deformaciones en la superficie de la cabeza de la sonda de ultrasonidos. Revisar que el fluido acústico es mecánicamente distribuido a los transductores; rellenar las sondas con el fluido recomendado, si existen burbujas de aire e indicarlo en la hoja de protocolos.

i) Controles y Teclas

Antes de mover o pulsar cualquier control o tecla chequear y anotar sus posiciones. Si alguno parece estar en un valor inusual (ej: el control de ganancia al máximo), considerar la posibilidad de uso inapropiado o de un incipiente fallo del equipo. Examinar todos los controles y teclas en su estado físico, montaje seguro y movimientos correctos. Si algún mando de control esta fijado al límite, revisarlos y ver que el mando se detiene en la posición conveniente.

j) Ventiladores

Revisar las condiciones físicas del sistema de ventilación. Limpiar y lubricar los ventiladores si les hace falta.

k) Indicadores y Displays

Durante la inspección confirmar el funcionamiento de lámparas, indicadores, medidores y displays de visualización de datos y, programaciones, etc., de la unidad.

Asegurarse que funcionan todos los segmentos de los displays. Observar una imagen en la pantalla y, ver que ésta es de calidad (ej: distorsión, focalización, etc).

l) Modos de Calibración

Verificar que todas las funciones de calibración son operativas. Donde una revisión sea necesaria anotarlo en la hoja de protocolos.

m) Señales Audibles

Operar con el equipo para que se active cualquier señal audible. Confirmar que se escucha con el adecuado volumen; usar el control de volumen si es requerido.

n) ECG

Usando un simulador de ECG, verificar la operación normal de funcionamiento de los ecógrafos configurados para cardiografía, de acuerdo con el siguiente criterio:

- a) La línea base debería tener constante espesor, ser horizontal y no descender. En sistemas equipados con control de posición, revisar el rango de movimiento.
- b) Todas las partes de una simulación de ECG, la forma de onda debería ser claramente visible, incluyendo la P del complejo de QRS.
- c) No debería haber ruido presente de 60 Hz.
- d) La exactitud de los intervalos entre la frecuencia marcada en pantalla por el ecógrafo debería concordar con la frecuencia del simulador de ECG.

o) Accesorios

Confirmar la presencia y las condiciones de los accesorios (ej: electrodos y gel de acoplamiento), verificar que no han caducado.

8.3.2.2 Análisis de Parámetros del Ultrasonógrafo

a) Identificación del Transductor y Revisión del Ecógrafo con el simulador Phantom

En primer lugar identificar la sonda o transductor, anotando las características que la definen, según la tabla siguiente.

Identificación del Transductor

- a) Tipo/Configuración
- b) Número de Serie
- c) Frecuencia (MHz)

Puntos a revisar mediante el Análisis

- a) Potencia
- b) Ganancia
- c) Rango Dinámico o de Movimiento
- d) Preprocesado
- e) Posprocesado
- f) Fidelidad
- g) Transmisión del Foco (cm)
- h) Otros

Programar los controles para una óptima penetración y calidad de imagen para cada transductor que va a ser revisado. Sacar una fotografía en la videoimpresora con cada una de las sondas, para documentar la imagen obtenida con cada transductor. (La mayoría de los parámetros de la sonda aparecerán grabados en la foto).

Para medir los parámetros de los transductores, se necesita un método práctico y rápido, para ello se utiliza un Phantom, el cual consiste en un recipiente de acrílico que se llena con una mezcla de agua y alcohol tal que produce una velocidad de propagación del ultrasonido de 1540 m/s, la cual es la velocidad de propagación media en los tejidos del ser humano. Transversalmente a las caras laterales de este

recipiente, se colocan varillas plásticas o de metal para crear las interfaces que permiten hacer las mediciones. Las capacidades que un simulador Phantom debería tener son:

- a) Zona de silencio (zona muerta).
- b) Calibración de la medición vertical y horizontal.
- c) Zonal focal.
- d) Sensibilidad.
- e) Resolución axial y lateral.
- f) Resolución funcional.
- g) Escala de grises y rango dinámico de visualización.

La figura 8.1 es una vista lateral esquemática del Phantom en la que se pueden ver los siguientes grupos:

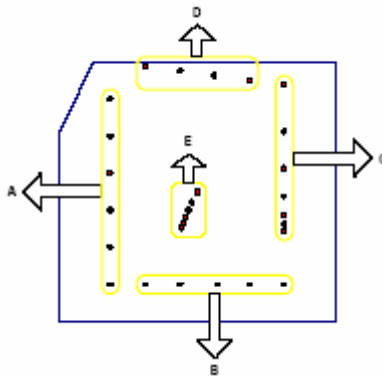


Figura 8.1. Phantom de la AIUM*

Grupo A: varillas colocadas a una misma distancia de 20 mm. Usado para medir calibración y linealidad vertical.

Grupo B: 20 mm de separación. Usado para evaluar calibración y linealidad horizontal.

Grupo C: compuesto de 7 varillas espaciadas a 25, 20, 15, 10, 5 y 3 mm. Permite medir la resolución lateral.

Grupo D: consiste de 4 varillas colocadas a 2, 4, 6 y 8 mm medidos desde la superficie superior. Permite medir la zona muerta.

Grupo E: 6 varillas espaciadas a 5, 4, 3, 2 y 1 mm con una inclinación de 15° respecto de la vertical. Permite medir la resolución axial.

La técnica de medición de parámetros consiste en obtener, con el equipo y transductor en cuestión, una imagen de los diferentes grupos de varillas. Como la distancia entre las mismas es conocida, basta solamente con hacer una medición con el equipo para comprobar que esté midiendo correctamente. Por ejemplo, para obtener la resolución axial, hay que colocar el transductor sobre la cara superior del fantoma y ver en el equipo las varillas del centro. En el supuesto caso de que puedan discriminarse las dos más cercanas, podemos decir que la resolución axial es de 1 mm o menor.

El Phantom debe usarse para evaluar todas las características del ecógrafo. Se debe hacer revisión de la escala de grises (puntos de referencia ecogénicos*) para evaluar el rango de movimiento en la pantalla y el desarrollo del proceso de la escala de grises, el cual debe considerar una variación de $\pm 5\text{dB}$ dentro del rango establecido. En estructura cilíndrica se debe observar la ausencia de ecogenidad. Un punto de referencia anecoico* debería estar claramente definido. Los transductores de mayor frecuencia deberían producir las imágenes más claras en los puntos de referencia anecoicos. Usando ganancia normal y revisión de potencia de salida, chequear la sensibilidad y la penetración relativa a la frecuencia del transductor que está siendo usado. (Ver tabla 8.3).

Sensibilidad Típica	Penetración en el equipo Phantom
Frecuencia del transductor	Penetración (± 1 cm)
1.9 MHz	20 cm
2.3 MHz	18 cm
3.0 MHz	16 cm
3.5 MHz	15 cm
5.0 MHz	8 cm
7.5 MHz	5 cm
10.0 MHz	3 cm

Tabla 8.3. Penetración y Frecuencia del Transductor Típica

a) Zona Muerta

Colocar el transductor sobre la línea de puntos de referencia que determinan zona muerta. Determinar la mínima distancia (en mm) a la cual el ecógrafo puede resolver estructuras individuales.

b) Resolución Axial

Colocar el transductor sobre uno de los grupos de líneas de puntos de referencia para resolución axial. Determinar la mínima distancia requerida (en mm) a la cual el eje del rayo del transductor produce reflexiones separadas.

c) Resolución Lateral

Colocar el transductor en cada línea de puntos de referencia para resolución lateral. Determinar la mínima separación del reflector (en mm) perpendicular a la trayectoria del sonido necesaria para producir reflexiones discretas. Porque la resolución lateral puede variar con la profundidad, hacerlo con el transductor en múltiples localizaciones.

Grabar la resolución lateral para cada profundidad chequeada. Si el transductor tiene transmisión de foco ajustable, verificar su funcionamiento y tomar la medida para cada resolución lateral en la correspondiente zona focal, si es posible.

d) Distancia Vertical

Colocar el transductor sobre una línea de puntos de referencia de calibración de distancia vertical. Usar el calibrador digital del ecógrafo y/o marcar las rejillas para determinar la exactitud de la medida lineal (longitudinal) a lo largo del eje del rayo del transductor, cuando éste lo colocamos a distancias medidas de 20 mm y 100 mm.

e) Distancia Horizontal

Colocar el transductor sobre una línea de puntos de referencia de calibración de distancia horizontal. Usar el calibrador digital del ecógrafo y/o marcar las rejillas para determinar la exactitud de la medida lineal perpendicular a la trayectoria del sonido.

En imágenes producidas por sondas que secuencian conjuntos de líneas de puntos de referencia por superficies, chequear aquellas que se ven para las distancias medidas de 20 mm y 60 mm usando cualquier localización de la izquierda o la derecha.

Sobre imágenes producidas por transductores de sector, chequear las distancias medidas a 20 mm y a 60 mm, para múltiples posiciones de izquierda a derecha. Si el transductor tiene foco de transmisión ajustable, desarrollar las medidas con la zona focal, si es posible.

f) Calibración del Doppler

Si el equipo Phantom tiene la posibilidad de chequear el calibrado del Doppler, verificar la exactitud de la velocidad del flujo de sangre, la discriminación direccional, y si es posible, el posicionamiento de la compuerta del Doppler pulsado. No debería haber variación entre la medida de los parámetros y la calidad de la imagen

escaneada, con la configuración de un mismo transductor, programación de escaneo, y técnica.

- *Especificaciones para un equipo de prueba "Phantom" para equipos de ultrasonidos con efecto Doppler*

Este equipo es necesario para la evaluación de aquellos equipos de ultrasonidos que incorporan ondas continuas, ondas de pulso, o posibilidades de flujo con color con efecto Doppler. Algunos equipos con efecto Doppler están diseñados específicamente para evaluar sistemas vasculares periféricos o sistemas de cardio. Un equipo de revisión debería ser capaz de poder revisar:

- a) Velocidad de flujo.
- b) Localización del flujo.
- c) Indicador direccional.

El equipo puede estar preparado para imitar un tipo de tejido con uno o más canales de fluido de flujo (conteniendo una imitación de una solución de sangre no degradable con puntos de reflexión calibrada) o el modelo que incorpora un movimiento de una hilera de puntos con un contenedor llenado con fluido.

Esta cadena de puntos proporciona mayor exactitud para la calibración de la velocidad de flujo. Para la evaluación del sistema vascular periférico, el punto o los puntos de referencia del simulador deberían moverse paralelamente a la superficie de escaneamiento del simulador (perpendicular a la trayectoria del rayo del transductor). Para la evaluación del sistema cardíaco, el punto o puntos de referencia del simulador deberían desplazarse a un ángulo de aproximadamente 45° sobre la superficie de escaneo del equipo Phantom. Aunque no es óptimo, los equipos simuladores diseñados específicamente para evaluación de sistemas cardiacos pueden ser usados para evaluar sistemas vasculares periféricos.

El equipo debería posibilitar al usuario dar una velocidad variable de los movimientos de los puntos de referencia.

Para chequear únicamente sólo la operación básica de Doppler, no es necesario usar el equipo calibrado para Doppler descrito anteriormente. Un simulador menos costoso de flujo de sangre puede ser elegido, o se puede construir uno usando una bomba de fluido y un tubo flexible sumergido en un contenedor lleno de fluido. En lugar de una solución imitadora de sangre con puntos de reflexión calibrados, cualquier fluido ecogénico, tal como una solución de detergente con agua puede ser usada.

8.3.3 Formatos para el Mantenimiento

En las tablas 8.4 y 8.5 se presentan los formatos de mantenimiento para equipos de ultrasonografía.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ULTRASONOGRAFOS O ECOGRAFOS Período Bimensual		FORMATO 1
Datos de Placa de Equipo.		
Marca:		
Modelo:		
Serie:		
Reconocimiento e Inspección del Equipo		
		Revisado
1	Verificar el medio ambiente en el que se encuentra el equipo.	
2	Inspección de:	
2.1	Controles	
2.2	Cables	
2.3	Transductores	
2.4	Periféricos (videograbadora, impresora, etc)	
3	Inspección de las partes internas del equipo, como componentes electricos, mecanicos, etc.	
4	Lubricar las partes móviles, incluyendo ruedas, accesorio para conducción, y arrastres para deslizamiento.	
5	Comporbar la operación de los controles del sistema, indicadores y alarmas.	
6	Comprobar que no haya deterioros, grietas, o deformaciones en la superficie de la cabeza de los transductores.	

7	Comprobar que el fluido acústico es mecánicamente distribuido a los transductores; rellenarlos con el fluido recomendado si existen burbujas de aire e indicarlo en la hoja.	
8	Comprobar la operación de los transductores, su funcionamiento, potencia de salida y análisis de parámetros (formato 2).	
9	Comprobar la operación del equipo en todas sus modalidades (Formato 2).	
10	Si tiene programas auxiliares, verificar su operación.	
11	Verificar la operación de grabación de información.	
12	Pruebas de seguridad Eléctrica:	
12.1	Voltaje de la red eléctrica	
12.2	Potencia de Consumo del equipo	
12.3	Verificar corrientes de fuga	
OBSERVACIONES:		
<hr/>		
<hr/>		
<hr/>		
Tiempo de realización: _____ horas		

Tabla 8.4. Formato 1 para el Mantenimiento de Equipos de Ultrasonografía

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ULTRASONOGRAFOS O ECOGRAFOS Período Semestral		FORMATO 2
Datos de Placa de Equipo.		
Marca:		
Modelo:		
Serie:		
Análisis de Parámetros de los Transductores		Revisado
1	Datos del Transductor	
1.1	Tipo/Configuración:	
1.2	Frecuencia:	
2	Verificación de parámetros (con el simulador Phantom)	
2.1	Potencia	
2.2	Ganancia	
2.3	Rango dinámico o de movimiento	
2.4	Fidelidad	
2.5	Transmisión del Foco	
2.6	Otros parámetros:	

Verificación de otros Parámetros de los Transductores		Revisado
1	<i>Zona muerta.</i> Determinar la mínima distancia a la cual el ecógrafo puede resolver estructuras individuales.	
2	<i>Resolución axial.</i> Determinar la mínima distancia requerida a la cual el eje del rayo transductor produce reflexiones separadas.	
3	<i>Resolución Lateral.</i> Determinar la mínima separación del reflector perpendicular a la trayectoria del sonido necesaria para producir reflexiones discretas.	
4	<i>Distancia Vertical.</i> Determinar la exactitud de la medida lineal a lo largo del eje del rayo del transductor, cuando éste lo colocamos a diferentes distancias.	
5	<i>Distancia horizontal.</i> Determinar la exactitud de la medida lineal perpendicular a la trayectoria del sonido.	
Comprobación de la operación del equipo en todas sus modalidades		Revisado
ECG		
1	Verificar que la línea base debería tener constante espesor, ser horizontal y no descender.	
2	Si tiene control de posición, revisar el rango de movimiento.	
3	Con un simulador de ECG comprobar que la forma de onda sea claramente visible.	
4	Verificar que no haya ruido.	
5	Verificar que la exactitud de los intervalos entre la frecuencia marcada en pantalla por el ecógrafo concuerde con la frecuencia del simulador de ECG.	
DOPPLER		Revisado
1	Verificar con la exactitud del sistema de velocidad del flujo de la sangre.	
2	Verificar con el sistema Phantom el sistema de localización del flujo.	
3	Verificar con el sistema Phantom el indicador direccional.	
OBSERVACIONES:		

Tiempo de realización: _____ horas		

Tabla 8.4. Formato 2 para el Mantenimiento de Equipos de Ultrasonografía

8.3.4 Definición de tecnologías para el Mantenimiento

Las tecnologías para el mantenimiento de los equipos, son todos los aparatos o dispositivos que van a ser utilizados para dar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de Ultrasonografía. Estas tecnologías son las siguientes:

1. Sistema "Phantom" simulador para probar equipos de ultrasonidos.
2. Sistema "Phantom" simulador para probar equipos de ultrasonidos, válido para ecógrafos que tengan capacidad para medir con efecto Doppler.
3. Simulador de flujo de sangre, sólo si se va a revisar el funcionamiento del Doppler.
4. Simulador de ECG, válido para sistemas de cardiología por ultrasonidos.
5. Equipo de seguridad eléctrica.
6. Osciloscopio y puntas de prueba.
7. Multímetro.
8. Aspirador para el polvo.
9. Juego de Llaves.
10. Juego de destornilladores (philips y planos)

8.4 PLAN DE CAPACITACIÓN PARA USUARIOS

Los departamentos de ingeniería y mantenimiento de los servicios de salud son los responsables de conservar y mantener la infraestructura y el equipamiento en estado seguro y funcional para la atención oportuna a los pacientes. Una capacitación adecuada a los usuarios u operadores reduce, a la larga la incidencia de fallas de equipos; por tal razón estos departamentos deben proporcionar la asistencia que sea necesaria, al personal encargado de los equipos, para obtener el uso eficiente, seguro, adecuado y oportuno de los mismos.

Para que dicho apoyo, prestado por el departamento de ingeniería y mantenimiento, alcance los objetivos deseados, es importante la elaboración de un plan de capacitación, en coordinación con el Jefe del servicio o Departamento respectivo, que contenga aspectos como a quién va dirigida, donde se efectuará, quién la desarrollara, cuando se efectuará, además de los contenidos a desarrollar. Los conocimientos deben poseer un enfoque general y básico, de orientación teórico-práctico, con énfasis en fundamentos fisiológicos, anatómicos y de operación, características técnicas y seguridad e higiene del equipo; con el único objetivo de alargar su vida útil. En este apartado se presenta un plan de capacitación orientado al personal operador* de los equipos de ultrasonografía diagnóstica, se consideran aspectos importantes como objetivo, duración, instructores, método y la descripción del contenido a desarrollar.

8.4.1. Componentes del plan de capacitación

Un plan de capacitación como tal está fundamentado en cuatro etapas de operatividad, las cuales son:

- a) Determinación de las necesidades de capacitación
- b) Preparación de un plan de capacitación

- c) Ejecución del plan de capacitación
- d) Evaluación y seguimiento del plan de capacitación

El primer paso en el ciclo de capacitación es detectar las necesidades de capacitación, el cual es el procedimiento que permite identificar las deficiencias de conocimientos y actitudes que impiden que los usuarios desarrollen sus actividades con efectividad. Estas necesidades pueden ser detectadas a través del análisis de fallas frecuentes en los equipos, de supervisión y observación del trabajo y encuesta o entrevista al personal.

El segundo paso de este proceso es la preparación del plan de capacitación. Un plan de capacitación está formado por varias etapas que conllevan a la solución de interrogantes como:

- a) Qué capacitación se dará
- b) Cuando ocurrirá
- c) Cuantos participarán
- d) Donde se efectuará
- e) Cual será el contenido del curso
- f) Quién lo impartirá

La respuesta a los literales anteriores facilita la elaboración de un programa adecuado. En la tabla 8.6 se muestran las partes que componen un plan de capacitación con su respectiva aplicación para el presente caso. En la primera columna se enuncian las partes del plan, en la segunda se presenta una definición general de cada parte y en la tercera una propuesta para una capacitación de Ultrasonografía diagnóstica:

Partes del plan de capacitación	Definición	Aplicación
Objetivo del curso	Contiene la(s) meta(s) a alcanzar con la realización de la capacitación.	Proporcionar a los participantes los conocimientos básicos necesarios para la operación adecuada y segura del equipo de ultrasonografía diagnóstica.
Población objetivo	Formado por las personas a las cuales va dirigida la capacitación.	Personal operador.
Requisito	Perfil técnico mínimo que el capacitando debe reunir.	Empleados de la Institución que operen equipos de ultrasonografía diagnóstica.
Fecha	Fecha en la cual se va a impartir la capacitación.	Depende de las necesidades de la Institución.
Horario	Horas en las que se va a realizar la capacitación.	1:00 p.m. – 4:00 p.m.
Lugar	Local donde se impartirá la capacitación.	Salón de reuniones o conferencias dentro de la Institución de Salud y/o local externo a la Institución de Salud.
Duración	Tiempo que tardará el desarrollo de la capacitación.	12 horas
Cupo	Cantidad mínima y máxima de personas asistentes a la capacitación.	Máximo 8 personas Mínimo 2 personas

Tipo de certificado	Es el documento que demuestra la asistencia y aprovechamiento de la capacitación.	Aprovechamiento
Instructores	Persona que estará a cargo de la realización del plan de capacitación, previa precalificación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usuario con conocimientos avanzados de uso del equipo. 2. Personal de ingeniería y mantenimiento.
Contenido	Temas a tratar, prácticas y evaluaciones dentro del desarrollo de la capacitación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción 2. Objetivos 3. Fundamentos de operación 4. Transductor 5. Aplicaciones 6. Descripción del equipo 7. Procedimiento para la toma de un examen 8. Seguridad e higiene del equipo correspondiente al operador
Método	Modalidad a emplear en el plan de capacitación.	Adiestramiento.
Materiales	Todos aquellos recursos que servirán para el mejor desarrollo del plan de capacitación.	Acetatos, lápices, libretas, pizarra, plumones, puntero láser, retroproyector, equipo de ultrasonido, entre otros.

Tabla 8.6. Componentes del plan de capacitación

Tomado de Elaboración de un plan de capacitación para la conservación de equipos médicos en un hospital.

Justificaciones:

a) Requisito

Las principales consideraciones en este punto son que debe ser un empleado activo dentro de la institución donde se desarrollara la capacitación y que debe estar en contacto directo y frecuente con el equipo de ultrasonografía.

b) Horario

Se ha considerado que las horas de la tarde se tiene menor afluencia de pacientes en los servicios de ultrasonografía, sin embargo, esta decisión deberá tomarla el personal del servicio, evaluando el horario de atención en cada institución.

c) Lugar

El plan de capacitación puede ser implementado en dos localidades:

- Interna: se utilizará un local dentro de la institución que reúna los requisitos mínimos necesarios, tanto en espacio como en material y recursos.
- Externa: todo aquel lugar fuera de la institución, el cual pueda ofrecer un espacio ideal para la exposición de los temas y la realización de las prácticas necesarias.

d) Cupo

El número de participantes debe asegurar que estos tengan la oportunidad de repetir y practicar las operaciones y técnicas mostradas en el marco de la capacitación. Se considera un máximo de 8 personas porque es la cantidad ideal de participantes en las cuales el instructor podrá tener incidencia directa, logrando la eficiencia en la receptividad de conocimientos con el propósito de lograr los objetivos planteados.

e) Instructores

Se define como una persona que reúne ciertos requisitos de experiencia y/o estudios en un área técnica y clínica, capaz de poder desempeñarse con efectividad en el proceso de transmitir conocimientos en base a un programa pre-elaborado.

Para que la capacitación se desarrolle con éxito, se recomienda que el contenido a desarrollar en el plan sea realizado por dos instructores: uno que pertenezca al grupo capacitando, que sea un operador del equipo con amplios conocimientos en el uso y la aplicación clínico-médica del mismo; y otro que pertenezca al personal de ingeniería y mantenimiento, para explicar los cuidados y la buena práctica que los operadores deben tomar en cuenta en el uso de los equipos.

f) Método

Para determinar el método se ha tomado de referencia el documento "Guía para el diseño ejecución y evaluación de la capacitación en un departamento de mantenimiento de los servicios de salud", ya que este ha sido elaborado por Instituciones de Salud Salvadoreñas en colaboración con organismos internacionales, además de ser utilizado en la práctica para la capacitación de personal en las diferentes áreas dentro de la red de salud; de acuerdo a la información contenida, las principales modalidades de capacitación son:

- Adiestramiento: Capacitación con el objetivo de conocer y ejercitar la ejecución de las instrucciones o pasos de un procedimiento o conjunto de procedimientos. La duración del adiestramiento dependerá de la complejidad del contenido a capacitar y del número de capacitandos. La componente teórica en este tipo de capacitación es baja (menos del 30%).
- Conferencia: Disertación o exposición pública de un tema.
- Curso: Capacitación en la que se pretende conocer con relativa profundidad algún tópico del saber. Normalmente en esta modalidad de capacitación se

desarrollan varios temas teóricos y se tiene la oportunidad de llevar los más importantes a la práctica.

- Jornada de estudio: Consiste en una serie de reuniones cuyo objetivo principal es intercambiar conocimiento e información sobre temas determinados.
- Pasantía: Modalidad en la que el capacitando, bajo la supervisión de una persona con experiencia, tiene la oportunidad de observar y practicar en condiciones normales de trabajo los métodos y técnicas sobre una tarea en específico. La efectividad de esta opción depende de que las prácticas se realicen en condiciones similares a las del lugar de origen del pasante, y que se haya acordado entre el capacitando y el capacitador un programa que se comprometen a seguir.

El método sugerido para la capacitación de usuarios es el de adiestramiento, ya que las capacitaciones dirigidas a la operación y cuidados de equipos se realiza bajo esta modalidad porque permite conocer y llevar a la práctica los pasos para llevara cabo un procedimiento.

8.4.2. Manual de Capacitación

El manual de capacitación contiene los temas a tratar durante el desarrollo de la misma, estos contenidos deben ser seleccionados previamente durante la elaboración del plan de capacitación. Para el presente caso se recomienda considerar los siguientes literales:

- a) Introducción
- b) Objetivos
- c) Fundamentos de operación
- d) Transductor
- e) Aplicaciones

- f) Descripción del equipo
- g) Procedimiento para la toma de un examen
- h) Seguridad e higiene del equipo correspondiente al operador

Se describen a continuación las consideraciones para cada tema:

- a) Introducción: se debe realizar una breve introducción del manual a elaborar, tomando en cuenta hacia quien va dirigido y que se va a desarrollar en él.
- b) Objetivos: contiene las metas a alcanzar con la elaboración del manual de capacitación.
- c) Fundamentos de operación: este tema contiene los principios básicos del ultrasonido, como son, definición, instrumentación, proceso de generación y adquisición y modos de presentación de la imagen.
- d) Transductor: contiene información sobre la definición de transductor, su aplicación, frecuencias, relaciones entre las diferentes características y tipos de transductores.
- e) Aplicaciones: se mencionan y explican las diferentes aplicaciones del ultrasonido, dando énfasis a los diferentes campos de aplicación en medicina diagnóstica.
- f) Descripción del equipo: contiene una descripción general de las partes de un equipo de ultrasonografía diagnóstica, se debe incluir además la función de cada una de ellas.
- g) Procedimiento para la toma de un examen: se deben presentar los pasos a seguir para la toma de una imagen a través de ultrasonografía.
- h) Seguridad e higiene del equipo correspondiente al operador: en este tema se debe hacer énfasis en los cuidados que el operador debe tener con el equipo, contiene los cuidados generales, limpieza y desinfección del equipo y cuidado de transductores.

CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

1. Para analizar tecnologías de aplicaciones en el área de la Ultrasonografía y obtener mejores resultados para cualquier aplicación clínica debe de estudiarse desde distintos puntos de vista como el económico, recurso humano, avances tecnológicos, marcas y funciones.
2. Las características de los equipos, tanto las generales, eléctricas, mecánicas, y biomédicas, son factores fundamentales para comparación de las tecnologías, independientemente del tipo de necesidad que se tenga.
3. Para al Adquisición de equipos de Ultrasonografía se deben seguir una serie de pasos los cuales llevan a la institución de salud a adquirir un equipo que cumpla con un porcentaje alto de las necesidades que esta tiene, esta serie de pasos son:
 - a) Evaluar la necesidad, tomando en consideración aspectos clínicos y técnicos que deberá contener el equipo.
 - b) Definir criterios de valoración que incluyen características técnicas, administrativas, económicas y de procedimientos; las cuales ayudan a elegir o adquirir un equipo según la necesidad que tiene una institución.
 - c) Comparar las diferentes marcas de acuerdo a estos criterios de valoración.
 - d) Evaluar el medio ambiente y la instalación en donde se va encontrar el equipo.
4. Los criterios de valoración de equipos que han sido descritos en esta tesis son importantes para la selección de un equipo, ya que de estos depende el buen uso y funcionamiento del mismo y que la empresa distribuidora o representante preste un buen servicio a la institución de salud en cuanto a soporte técnico, mantenimiento, capacitación, entre otras.

5. El manual de calidad de tecnologías es una guía que servirá de orientación al usuario o a la institución, para identificar las virtudes, ventajas y desventajas que tiene cada uno de los equipos y modelos de Ultrasonógrafos.
6. Una capacitación adecuada a los usuarios de los equipos de ultrasonografía es uno de los requisitos más importante para conservar y alargar la vida útil de los mismos. La utilización de está técnica de diagnóstico por personas con conocimientos teóricos y prácticos inadecuado puede dar lugar a un mayor número de fallas de los equipos, diagnósticos incorrectos y un fallo en la atención oportuna de los pacientes.
7. Para que una capacitación resulte satisfactoria y se obtengan los resultados deseados, se deberá elaborar un plan de capacitación que esté fundamentado en cuatro etapas de operatividad, las cuales son:
 - a) Determinación de las necesidades de capacitación
 - b) Preparación de un plan de capacitación
 - c) Ejecución del plan de capacitación
 - d) Evaluación y seguimiento del plan de capacitación
8. Cada una de las guías y formatos presentados en esta investigación, deberán ser estudiadas y analizadas por las Instituciones de Salud que las deseen utilizar, a fin de adecuarlas a su propia realidad y obtener resultados reales con la aplicación de los mismos.
9. Es importante definir procesos que permitan conservar las tecnologías de ultrasonografía en su óptimo estado, de tal forma que se mantenga y alargue su vida útil a través de actividades como capacitaciones a usuarios, control de calidad y un apropiado mantenimiento a los equipos.

8. Los controles de calidad en instalaciones de ultrasonografía permiten verificar el porcentaje de calidad en que se encuentran dicha infraestructura; permitiendo visualizar las fallas y corregirlas oportunamente.
9. Es importante que los resultados de las evaluaciones de calidad sean analizadas por un comité permanente en la Institución, formado por personal médico, administrativo y técnico; a fin de tomar las decisiones apropiadas para obtener un alto grado de calidad.
10. El equipo, la formación y la práctica de la ultrasonografía diagnóstica, deberían estar orientados a los problemas de atención sanitaria locales, y deberían tener un efecto positivo en la calidad de los servicios sanitarios.

9.2 RECOMENDACIONES

1. Las distintas unidades de Ultrasonografía visitadas deben evaluar cada una de las recomendaciones realizadas, con el fin de mejorar el nivel de atención que tienen, dando énfasis a aspectos como flujos, iluminación, seguridad eléctrica para crear un mejor ambiente para el profesional que trabaja dentro de la unidad como para el paciente que llega a realizarse estudios. Por tanto las instituciones de salud deben realizar lo siguiente:

Hospital Nacional "Dr. Jorge Mazzini Villacorta" de Sonsonate

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- Se debe tener un equipo móvil para ser utilizado para pacientes de emergencia y en algunos casos pacientes de hospitalización.
- Para mejorar el flujo de pacientes de consulta externa y pacientes hospitalizados se recomienda programar dichos estudios a diferentes horas del día, por ejemplo por la mañana hospitalización y por la tarde consulta

externa o viceversa. Los pacientes de urgencias serán atendidos siempre en cualquier momento que sea necesario hacer un estudio.

- Deberá incluirse una estación de camillas y silla de ruedas para los pacientes son llevados en esta forma a realizar sus estudios, para una mejor comodidad del paciente y para un mejor flujo de pacientes dentro de la unidad.
- Considerar el criterio de pasillo interno y externo, para un mejor control de los flujos en el departamento. Ya que el pasillo de acceso a la unidad es muy estrecho, lo que provoca obstrucción del paso a los otros servicios.

Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- El aire acondicionado debe ser tipo shiller o split.
- Si es posible se deberá trasladar la sala de estudio de Ultrasonografía a un cuarto más grande como por ejemplo hacer un intercambio entre el cuarto de lectura y bodega con la sala de Ultrasonografía, para mayor comodidad del usuario y del paciente.

Hospital Nacional de Maternidad "Dr. Raúl Argüello Escolán"

- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- El aire acondicionado debe ser tipo shiller o split.
- Se recomienda que no existan terceras personas durante el examen, salvo casos especiales. La secretaría debería estar en una ubicación fuera de la sala de estudio, de no ser posible esto se recomienda ubicar cortinas corredizas para privacidad del paciente.
- Los tomacorriente donde se conecta el equipo de Ultrasonido deben estar a una altura no menos de 0.4 metros de altura del NPT.

- En la sala de estudio no debe haber más que lo necesario para que se realice el examen, otros objetos deben estar ubicados en otro lugar.

Hospital Nacional de Zacamil "Dr. Juan José Fernández"

- Se debe tener un equipo móvil para ser utilizado para pacientes de emergencia y en algunos casos pacientes de hospitalización.
- Se recomienda que el canapé que se utiliza en la sala de Ultrasonografía sea cambiado por un canapé ginecológico o por un canapé hidráulico para mayor comodidad del paciente.

Hospital General del ISSS

- Se debe ubicar un equipo por sala de Ultrasonografía para mayor comodidad del paciente y del médico.
- Se debe instalar un control de intensidad lumínica o dimmer ya que la iluminación debe ser ajustable y libre de resplandor (regulación con escala).
- Deberá incluirse una estación de camillas y silla de ruedas para los pacientes son llevados en esta forma a realizar sus estudios, para una mejor comodidad del paciente ya que la mayoría de estos son de hospitalización. De ser posible los estudios no deben ser realizados fuera de la sala de estudio porque esto causa incomodidad al paciente.
- Considerar el criterio de pasillo interno y externo, para evitar obstaculizar el paso peatonal con camillas o sillas de ruedas.

2. En el proceso de selección y adquisición de equipos de ultrasonografía se tome en cuenta personal profesional del área médica, técnica y administrativa con el fin de que entre ellos puedan llegar a un acuerdo el cual traiga la beneficios esperados por la institución de salud, esto beneficiará al paciente que es el fin de una institución de salud.

3. Las instituciones de salud deben crear un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de Ultrasonografía tomando de referencia el que se encuentra detallado en esta tesis o aplicando el mismo, esto de acuerdo al equipo que tienen en uso o al equipo que se va adquirir, con la finalidad de la conservación y preservación de la vida útil del equipo.
4. Se debe utilizar aire acondicionado tipo Shiller para las salas de estudio de Ultrasonografía, ya que este permite la renovación del aire y crea un mejor ambiente libre de bacterias. Sin embargo, de no tener posibilidades de instalación de un Aire tipo Shiller, se recomienda uno tipo Split con las características recomendables para rejillas y succionadores más cercanas a las de un aire tipo Shiller.
5. El aire acondicionado siempre debe ser dimensionado para el cuarto de estudio, teniendo en cuenta por lo menos tres personas dentro del cuarto y la generación de calor por el equipo (generalmente en BTU).
6. Es recomendable iluminar el área de estudio por lo menos con 200 Luxes de iluminación general y teniendo en consideración la colocación de un dimmer de ajuste de intensidad, para obtener mejores resultados en el contraste del monitor de video a la hora de realizar el diagnóstico.
7. Se recomienda elaborar y poner en marcha un plan de capacitación continua para los usuarios de los equipo de ultrasonografía, en coordinación con el jefe de la unidad y el departamento de ingeniería y mantenimiento, ya que ambas partes obtienen beneficios al fortalecer los conocimientos de los trabajadores.

8. Todas las Instituciones que posean servicio de ultrasonografía deberían correr los protocolos de control de calidad para instalaciones sugeridos en este trabajo de graduación, con el fin de verificar las fallas y hacer las correcciones pertinentes para poder alcanzar un alto grado de calidad.

GLOSARIO (❖)

Adenopatía: Enfermedad de los ganglios. Caracterizada por un aumento de su volumen.

Agiografía con substracción digital: Método radioscópico computarizado que proporciona buena visualización de los vasos arteriales y que resulta menos invasivo y más rápido que la angiografía con catéter simple.

Ahumado: Método para conservar alimentos que se utiliza a menudo para la conservación del pescado, el jamón y las salchichas. El humo se obtiene por la combustión de madera, con una aportación limitada de aire. En este caso, parte de la acción preservadora se debe a agentes bactericidas presentes en el humo, como el metanal y la creosota, así como por la deshidratación que se produce durante el proceso. El ahumado suele tener como finalidad dar sabor al producto, además de conservarlo.

AIUM: American Institute of Ultrasound in Medicine.

Amniocentesis: Prueba prenatal común en la cual se extrae una pequeña muestra del líquido amniótico que rodea al feto para analizarla y detectar así la presencia de anemia en bebés con intolerancia de Rh y para determinar si los pulmones del feto han madurado lo suficiente para el parto.

Anecoico: Punto o estructura que carece de eco.

Angiografía: Visualización radiográfica de la anatomía interna del corazón y de los vasos sanguíneos, después de la introducción de un medio de contraste radiopaco intravascular.

Angiografía con substracción digital: Método radioscópico computarizado que proporciona buena visualización de los vasos arteriales y que resulta menos invasivo y más rápido que la angiografía con catéter simple.

Arteriografías: Técnica radiológica para la visualización de las arterias.

Biopsia: Examen diagnóstico de una porción de tejido de un ser vivo.

Bursitis: Inflamación de un tendón (inserción del músculo en el hueso) o de una bursa (pequeñas bolsas que facilitan los movimientos de los músculos y tendones sobre los huesos).

Creosota: Mezcla compleja de varios éteres fenólicos obtenidos a partir de la destilación seca de la madera. En estado puro, la creosota es un líquido incoloro y transparente, algo más pesado que el agua y con un olor acre. Normalmente varía de color, de amarillo a negro, según sus impurezas. La creosota es un buen antiséptico y se utilizaba en el pasado para el tratamiento de infecciones pectorales. La presencia de creosota en el humo contribuye al aderezo y conservación de la carne ahumada.

Defectoscopía Ultrasónica: Sistema de pulso eco y pulso transmisión que trabaja en modo A. Estos equipos se utilizan principalmente en metales para la detección de defectos de fundición, fatigas, soldaduras etc.

Ecogénico: propiedad de algunos tejidos y estructura de reflejar los ultrasonidos, lo que permite generar imágenes.

Estenosis valvular: estrechamiento de una válvula del corazón.

Éteres: Grupo de compuestos orgánicos que responden a la fórmula general R—O—R', en donde O es un átomo de oxígeno, y R y R' representan los mismos o distintos radicales orgánicos.

Entidad Federativa: Sistema de varios departamentos que rigiéndose por sus propias leyes, están sujetos a las decisiones de una dirección central.

Epididimitis: Inflamación del epidídimo, la estructura tubular que conecta el testículo con los vasos deferentes.

Escalpelo: Especie de cuchillo de doble filo y punta aguda usado por los médicos cirujanos.

Fenol: Compuesto químico que corresponde a la fórmula general C_6H_5OH .

Fístula: Comunicación anómala patológica o artificial que comunica dos órganos entre sí o con el exterior.

Fistulografía: Radiografía con medios de contraste del trayecto de una fístula.

Fistulografía: Radiografía con medios de contraste del trayecto de una fístula.

Flebografía: Técnica radiológica para la visualización de las venas mediante la inyección de un medio de contraste opaco a los rayos x.

Foniatría: Parte de la medicina que se ocupa de los defectos de la fonación.

FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos): Programa que se utiliza para transferir información, almacenada en ficheros, de una máquina remota a otra local, o viceversa. Para poder realizar esta operación es necesario conocer la dirección IP (o

el "nombre") de la máquina a la con la que se va a conectar, para realizar algún tipo de transferencia.

Gota: Enfermedad metabólica persistente, que produce un aumento del ácido úrico circulante, este se deposita en las articulaciones produciendo dolor sobre todo en los pies y piernas.

Hemodinamia: Forma invasiva (Cateterismo) de estudiar las enfermedades Cardiovasculares. El estudio utiliza la medición de presiones, volúmenes, corto circuitos entre cavidades cardíacas y también el estudio de la morfología de las diferentes cavidades cardíacas por angiografía. En el momento actual el término de hemodinamia se está suplantando por Cardioangiología Intervencionista.

Hemodinámica: Dinámica del movimiento del flujo sanguíneo.

Hidrococele: Hidropesía de la túnica serosa del testículo.

Hidropesía: Acumulación de líquido seroso en una cavidad o en el tejido celular.

IMACS: Sistema de integración de imágenes e información clínica de los pacientes.

Ictericia: Síndrome caracterizado por un exceso de pigmentos biliares (bilirrubina y derivados) en la sangre, que impregnan la piel y las mucosas, dándoles una coloración amarillenta.

Intendencia: Dirección y gobierno de una determinada entidad.

Intersticial: Espacios pequeños que media entre dos cuerpos o entre dos partes de un mismo cuerpo.

Litiasis: Precipitación con formación de cálculo en el conducto excretorio de un órgano.

Litotricia: Tratamiento de los cálculos urinarios o biliares que consiste en la trituración de los mismos a través de la aplicación de ondas.

LPR(Programa de impresora de líneas remoto): A través de este programa se da la impresión remota, es decir, permite enviar trabajos de impresión desde una máquina, hacia otra (ordenador/impresora) conectada a una red; por ejemplo, si un equipo funciona de servidor en una red, o si una impresora asignada a una máquina debe ser accesible por otros ordenadores.

Mastografía: Estudio de Rayos X o radiografía de los senos en el que se toma una serie de placas que son interpretadas por un médico radiólogo.

Metanal: o Formaldehído, compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno de fórmula HCHO o CH_2O . Fue descubierto en 1867 por el químico alemán August Wilhelm von Hofmann. Es el más simple de los aldehídos. A temperatura normal es un gas de un olor penetrante. Puede ser comprimido hasta el estado líquido; su punto de ebullición es $-21\text{ }^\circ\text{C}$. Su preparación industrial requiere calentar aire seco y vapor de alcohol metílico en presencia de un catalizador, como el cobre o la plata.

MIB (Medical Information Bus): Representa un uso de la tecnología redes de información para el cuidado de la salud. El propósito del MIB es definir medios estándares para la conectividad entre los dispositivos de cabecera crítica del cuidado y los ordenadores estaciones de trabajo y otros dispositivos de cuidados del paciente. Los dispositivos incluyen monitores pacientes, las bombas de la infusión, los ventiladores, los oxímetros del pulso y otros dispositivos usados en cuartos de funcionamiento, unidades de cuidado intensivo y cuartos de la emergencia.

Nefritis: Inflamación del tejido renal, que puede afectar al parenquima, al tejido intersticial y al sistema vascular.

NFS (Sistema de Archivos de la Red): Desarrollado para permitir montar una partición perteneciente a una máquina remota como si fuese una partición local. Proporciona, por tanto, un método rápido y eficaz de compartir archivos y espacio de disco entre distintos ordenadores de una red que soporte este sistema

Osteogénesis: Proceso de formación o desarrollo de los huesos.

Ortopantomografía: Radiografía panorámica que muestra la totalidad de las estructuras orales y que se realiza en un aparato específico denominado ortopantomógrafo. Esta técnica permite el estudio simultáneo y comparativo de ambas articulaciones, las ramas ascendentes y la totalidad de las arcadas alveolodentales.

Ortopantomógrafo: Sirve para realizar radiografías de la boca completa de frente y de perfil (telerradiografía), de gran utilidad para diagnósticos generales de la boca y estudios de ortodoncia.

PACS: Picture Archiving and Communications Systems. Sistema de archivo y comunicación de imágenes. Bajo esta denominación se agrupan todos aquellos dispositivos encargados de obtener, archivar, visualizar y transmitir imágenes.

Parénquima: Tejido constituyente de los distintos órganos, formados por células diferenciadas.

Pasteurización: Tratamiento que consigue la destrucción de microorganismos sensibles al calor. Su nombre se debe a Luis Pasteur, que utilizó el calor por primera vez para controlar el deterioro del vino. Pasteurización no es sinónimo de

esterilización, porque no destruye a todos los microorganismos. En la pasteurización se emplea temperaturas inferiores a 100° C, suficientes para destruir las formas vegetativas de un buen número de microorganismos patógenos y saprofitos. Muchos alimentos, sobre todo bebidas, se pasteurizan; la leche es el ejemplo más clásico.

Personal operador: Toda persona autorizada por el centro de salud respectivo, que pueda utilizar un equipo para la curación, tratamiento, diagnóstico o medición de algún parámetro fisiológico de un paciente y dentro de este rango se consideran médicos, enfermeras, técnicos, entre otros.

Podología: Rama de la medicina que tiene por objeto el tratamiento de las afecciones y deformidades de los pies.

POP3 (Post Office Protocol 3): Diseñado para la gestión, el acceso y la transferencia de mensajes de correo electrónico entre dos máquinas, habitualmente un servidor y una máquina de usuario. Los servidores POP3 permiten tener acceso a una sola bandeja de entrada a diferencia de los servidores IMAP, que proporcionan acceso a múltiples carpetas en los servidores.

RMON (Remote Monitoring MIB): MIB de Monitorización Remota o RMON proporciona un nivel más alto de información que SNMP. Cuando un dispositivo lo soporta, RMON se ejecuta continuamente y permite al administrador de la red ver estadísticas, configurar condiciones de alarma o anotarse en una tabla y marcar ciertos eventos cuando tienen lugar.

Sialografía: Técnica radiológica en la cual se fotografía una glándula salival después de inyectar una sustancia opaca en su conducto.

Sistema Phantom: Son los cuerpos de prueba utilizados para imitar el tejido humano, posibilitando así el estudio de la interacción del tejido con el haz de ultrasonido.

SMB (Servicio de Mensajes por Bloques): Protocolo utilizado para compartir recursos entre máquinas basadas en los sistemas operativos Windows. Este protocolo permite compartir archivos, las impresoras, los puertos seriales, entre otros.

SNMP (Simple Network Management Protocol): Protocolo simple de gestión de red, es un protocolo diseñado para dar al usuario capacidad de manejar remotamente otro ordenador, preguntándole y dándole valores y monitorizando los eventos que ocurren en la red. Está compuesto del MIB, del gestor (manager) y del agente gestionado (agent). SNMP funciona sobre TCP/IP en su nivel de aplicación.

SNTP, XNTP: El SNTP y XNTP son un sincronizador de reloj en forma automática de la red, para que la hora de la red de todos los clientes sea la misma. En el caso del SNTP se deberá tener por lo menos en uno de los clientes instalado Windows 2000 o XP.

Sockets: Puntos finales de enlaces de comunicaciones entre procesos. Los procesos los tratan como descriptores de ficheros, de forma que se pueden intercambiar datos con otros procesos transmitiendo y recibiendo a través de sockets.

Sonoquímica: Estudia las reacciones químicas iniciadas por ultrasonidos.

STMP (Simple Mail Transfer Protocol): También llamado protocolo simple de transferencia de correo electrónico. Protocolo de red utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras y/o distintos dispositivos (PDA's, Celulares, etc).

TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol): TCP/IP es el protocolo base para las comunicaciones por Internet que permite que subredes con distinto protocolo en su interior puedan comunicarse entre sí.

Telnet (Terminal virtual): Programa que permite acceder a ordenadores distantes en Internet a los cuales se tiene acceso. Una vez que se ha accedido a un sistema distante, se pueden descargar ficheros y realizar las mismas funciones que si se estuviese directamente conectado al ordenador distante. Para poder utilizar Telnet se necesita tener una cuenta de Internet.

Tocología: Parte de la medicina que trata de la gestación, del parto y del puerperio.

Transfontanelar: Tipo de ultrasonografía que se realiza para la exploración del cerebro del recién nacido.

Túnica: Membrana sutil que cubre algunas partes del cuerpo.

Urodinamia: Examen que permite estudiar la funcionalidad del aparato urinario, con énfasis especial en el tracto bajo. Se utiliza como ayuda diagnóstica en casos de obstrucción urinaria baja, incontinencia urinaria tanto masculina como femenina, Vejiga neurogénica y compromiso vesical de otras enfermedades como la diabetes o patologías neurológicas.

Varicocele: Tumor formado por la dilatación de las venas del escroto y del cordón espermático.

Vejiga neurogénica: También puede denominarse vejiga neuropática. Esta se debe al mal funcionamiento de los nervios encargados de llevar los estímulos al cerebro para decirle cuando debe contraerse o relajarse.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA

1. Material de Apoyo Seguridad Social y el ISSS. ISSS. Departamento de Dolencia e Investigación Científica.
2. Taller de Fortalecimiento de la Salud Pública y del Rol Rector de la autoridad Sanitaria. San Salvador. El Salvador. 24-26 de Noviembre de 2003. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.
3. Apuntes Históricos sobre el Desarrollo de la Salud Pública en El Salvador. San Salvador. El Salvador. Diciembre de 2003.
4. Representación de la OPS/OMS en El Salvador. Dr. Rafael Cedillos, Dr. José María Ticas, Dr. Julián Rodríguez. Lic. Enrique Bará. Primera Edición. OPS 2003.
5. Medical Image Analysis. Atam P. Dhawan. Neww Jersey Institute of Technology. 2003.
6. Gestión Hospitalaria. José Luis Temes. Mc Graw Hill. 3ª Edición. 2002
7. Sistemas Básicos de Salud Integral (SIBASI). Marco Conceptual y Operativo (versión revisada). 2001. MSPAS.
8. Funciones Esenciales de Salud Pública en El Salvador. San Salvador. El Salvador. Mayo de 2001. Gobierno de El Salvador. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.
9. The Electrical Engineering Handbook. Ed. Richard C. Dorf. Boca Raton: CRC Press LLC. 2000.
10. Elaboración de un plan de capacitación para la conservación de equipos médicos en un hospital. 1999. Alejandro Díaz Arteaga.

11. Proyecto para el Desarrollo de los Sistemas Sanitarios en la Modernización. Informe de Avance de 1999 y Proyecciones para el 2000. Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social. Diciembre de 1999.
12. Health Care Facilities Handbook. Gradner, Thomas. Editorial NFPA. 1999.
13. Propuesta para la Organización de Sistemas Sanitarios. San Salvador. Diciembre de 1998. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Dirección de Modernización.
14. Maestría en Salud. Compilación de los documentos oficiales sobre la Reorma del Sector Salud en El Salvador 1995-1998. Universidad Nacional autónoma de Nicaragua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. Universidad de El Salvador. Facultad de Medicina. Ministerios de Salud Pública y Asistencia social. San Salvador. Septiembre de 1998.
15. Formación en Ultrasonografía diagnóstica: fundamentos, principios y normas. Organización mundial para la salud. 1998.
16. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Guía para el diseño ejecución y evaluación de la capacitación en un departamento de mantenimiento de los servicios de salud. Octubre de 1998. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ
17. Perfil de Proyecto para el Desarrollo de los Sistemas Sanitarios en la Modernización. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Gobierno de Suecia. OPS/OMS. El Salvador. Diciembre de 1997.
18. Sistemas Sanitarios. Gobierno de El Salvador. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Programa Modernización en Salud. Coordinador General: Dr. Eduardo Interiano. San Salvador. El Salvador. Diciembre de 1997.
19. Tratado de Radiología Clínica. Diagnóstico por Imagen. Dr. C. Sanchez Alvarez - Pedrosa. Volumen I. Generalidades. 2ª Edición. Mc Graw Hill. 1997.
20. Hospitales de seguridad social. Enrique Yañez. Noriega editores. 8ª edición. 1996
21. La Seguridad Social en El salvador. Conferencia Interamericana de Seguridad Social. Secretaría General de la Seguridad Social. México DF. 1995.

22. Sistema de Servicios de Salud. El Salvador. Análisis del Sector Salud. Mayo de 1994. Cynthia Prieto y Agustín Carrizosa.
23. Análisis Instrumental. Douglas A. Skoog/James J. Leary. Mc Graw Hill. 4ª Edición. 1994.
24. Imaging Systems for Medical Diagnostics. Editor: Erich Krestel. 1990.
25. Ultrasonidos. A.P. Cracknell. Paraninfo S.A. Edición Única. 1989.
26. Instrumentación y Medidas Biomédicas. Leslie Cromwell/Fred J. Weibell/Leo B. Usselman. Marcombo Boixareu Editores. 1980.
27. Normas de Proyecto de Arquitectura. Tomo III. Instituto Mexicano del Seguro Social. 1993.
28. Manual de organización y procedimientos hospitalarios, organización panamericana de la salud, 1990
29. Dirección de Hospitales. Barquín C., Manuel. Quinta Edición. Editorial Interamericana, México 1,985.

REFERENCIAS

1. Suplemento 50 años ISSS. El Diario de Hoy. Viernes 14 de Mayo de 2004.
2. Plan Estratégico Quinquenal 1999-2004. ISSS.
3. <http://www.elmedico.net/Images/ecografia.htm>, Ecografías y Ultrasonidos, 1997-2005.
4. http://www.centroecograficocanetti.com/1_eco_tri.htm, Centro de diagnóstico Ecográfico, Dr. Carlos Canetti, 2004.
5. <http://www.rediris.es/rediris/boletin/53/enfoque2.html>, Criterios de diseño de las infraestructuras de transmisión y comunicaciones de un hospital, RedIRIS, Javier Álvarez, año 2003.
6. www.facmed.unam.mx/gea/transpa/transpa2/Manual%20de%20organizaci%F3n%20del%20HGDMGG.pdf, Manual de Organización del Hospital General "Dr. Manuel Gea González", 2002.

7. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/208ssa102.html>, Norma Oficial Mexicana NOM-208-SSA1-2002, Regulación de los servicios de salud. Para la práctica de la ultrasonografía diagnóstica.
8. <http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddemexico-es.pdf>, Perfil del sistema de servicios de salud de México, Programa de organización y gestión de sistemas y servicios de salud, División de desarrollo de sistemas y servicios de salud, Organización panamericana de la salud, año 2002.
9. <http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddechile-es.pdf>, Perfil del sistema de servicios de salud de Chile, Programa de organización y gestión de sistemas y servicios de salud, División de desarrollo de sistemas y servicios de salud, Organización panamericana de la salud, año 2002.
10. <http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddebrasil-es.pdf>, Perfil del sistema de servicios de salud de Brasil, Programa de organización y gestión de los sistemas y servicios de salud, División de desarrollo de sistemas y servicios de salud, Organización panamericana de la salud, año 2002.
11. <http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddeestadosunidosdeamerica-es.pdf>, Perfil de sistemas y servicios de salud de Estados Unidos de América, Programa de organización y gestión de sistemas y servicios de salud, División de sistemas y servicios de salud, Organización panamericana de la salud, año 2002.
12. El Salvador: Perfil del Sistema de Servicios de Salud. Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Programa de Organización y Gestión de Servicios de Salud. División de Desarrollo de Sistemas de Servicios de Salud. Junio 2001. www.mspas.gob.sv
13. <http://www.semg.es/revista/mayo2001extra/121-125.pdf>, La Ecografía por Armónico, Medicina General, F. J. Amorós Oliveros, J. Lemos Zunzunegui, C. Fuster Palacio, E. Cerezo López, M. Solla Camino, Mayo 2001.
14. http://med.unne.edu.ar/revista/revista108/sonido_5.html, El Sonido: bases físicas para su aplicación en ecografía, Prof. Dr. Juan Fernando Gómez Rinesi,

Revista de Pos-grado de la Cátedra VI a Medicina N° 108 - Septiembre/2001.

15. <http://portal.iner.gob.mx/iner/macros/GenericContentPIner.jsp?contentid=185&version=1>, Manual de Organización del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Historia del Ultrasonido: el caso Chileno, Modernización Administrativa del Programa Nacional Chileno de Salud 1995-2000.
16. <http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddecanda-es.pdf>, Perfil del sistema de servicios de salud de Canadá, Programa de organización y gestión de sistemas y servicios de salud, División de desarrollo de sistemas y servicios de salud, Organización panamericana de la salud, año 2000.
17. <http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddeargentina-es.pdf>, Perfil de los sistemas y servicios de salud de argentina, Área de desarrollo estratégico de la salud, Unidad de políticas y sistemas de salud, Organización panamericana de la salud, año 1998.
18. <http://www.uaca.ac.cr/acta/1994nov/jalvarez.htm>, Algunas consideraciones sobre el funcionamiento y organización de un hospital, Universidad autónoma de centro América, José Carmelo Álvarez, año 1994.
19. http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_03_04/infra_y_ultra/ultrasonidos.htm, Proyecto de Ingeniería de las Ondas I, Luis Miguel Vega Hidalgo- David Zorita Téllez, Universidad de Valladolid, E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación.
20. <http://www.encolombia.com/medicina/ginecologia/obstetricia52201ultrasonido.htm>, Ultrasonido de tercera dimensión en obstetricia y ginecología, Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología, Dr. Juan Carlos Sabogal, Profesor Asistente, Departamento de Ginecología y Obstetricia, Universidad Nacional de Colombia. Unidad de Ultrasonido, Instituto Materno Infantil, Bogota.
21. <http://www.mevepa.cl/modules.php?name=News&file=article&sid=414>, Fundamento Biofísico de la Exploración Ecográfica, Dr. Eduardo Freire C.

22. http://www.colegus.com/leccion_magistral/doppler/frame.html?ppiosdoppler.htm&2, Principios físicos doppler, Ing. Guillermo Mac CLay, Ingeniero Electrónico de Servicios y Productos de Griensu S.A.
23. http://www.med.uchile.cl/otros/dra_ancic/capitulo3.html, Ecografía, Fernando Amor L.
24. <http://www.abchospital.com/>, Centro Médico ABC, Centro de Especialidades Médicas.
25. http://www.colegus.com/leccion_magistral/doppler/frame.html?ppiosdoppler.htm&2, Principios físicos doppler, Ing. Guillermo Mac Clay, Colegio de Ultrasonografía Diagnóstica.
26. <http://www.investigacionesmedicas.com/quienessomos.asp>, Investigaciones Médicas, Centro de Diagnóstico.
27. <http://www.elglobal.net/documentacionpdf/docglobal83.pdf>, Modelo sanitario de Francia, Colegio oficial de farmacéuticos de Madrid.
28. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. www.iss.gov.sv