



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

**PROPUESTA ADMINISTRATIVA DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PARA INCUBADORAS**

MARIO RENÉ GONZÁLEZ LÓPEZ

Asesorada por Inga. María del Rosario Colmenares de Guzmán

Guatemala, agosto de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA ADMINISTRATIVA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PARA INCUBADORAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIO RENÉ GONZÁLEZ LÓPEZ

Asesorado por: Inga. María del Rosario Colmenares de Guzmán

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I:	---
VOCAL II:	Lic. Amahán Sanchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR:	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA:	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo graduación titulado:

PROPUESTA ADMINISTRATIVA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INCUBADORAS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica – Industrial con fecha 18 de mayo de 2004.

Mario René González López

ACTO QUE DEDICO A:

Dios:

Padre celestial supremo que me diò la vida y bendice mi camino a donde quiera que vaya. A èl le agradezco el tesoro más grande que tengo, mi familia, también haberme permitido alcanzar una gran meta anhelada; llegar a la cúspide de mis estudios.

Mi padre:

Mario René González Vielman (Q.E.P.D.)

Es un peldaño inmenso en mi vida. Solo estuvo en la etapa inicial de mi vida, pero fue lo suficiente para encaminarme en un camino de bien.

Mi madre:

Sandra Trinidad López Vda de González.

Que el triunfo alcanzado hoy se pose a sus pies, como una pequeña muestra a sus grandes esfuerzos.

Mis hermanos:

Viviana, Nidia, Mayra, Silvia, Lizzette y Martín. Cada uno de ellos representa un eslabón irrompible de una cadena de amor y unión familiar.

Mis sobrinos:

Fernanda, Gabriela, David, Angel, Geancarlo, Pablo, Yenci, Jordan, Marta Alicia. Por alumbrar mi camino con su inocencia.

Mis cuñados

Les comparto el triunfo alcanzado.

Las personas que colaboraron en mi trabajo de graduación

En especial a Fresly Ajché por compartir abiertamente sus conocimientos y sin egoísmo.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Casa de estudios que fue medio esencial para convertirme en profesional.

AGRADECIMIENTO SINCERO

A:

Mi papá, porque fue y será el mejor padre del mundo, y, cuando levanto la mirada al firmamento, siempre hay un lucero más brillante que los demás, que sobresale en el manto de estrellas; eso significa que me cuida en donde quiera que vaya,

Mi mamá, que fue la única persona que dio la cara para sacarnos adelante y desde el final de mi niñez hasta hoy, tomó el papel de padre y madre, por ello, le estaré agradecido para siempre. Por sus arduos sacrificios durante toda mi carrera, que se los demuestro y materializo con la obtención de mi título profesional. Eternamente a ella,

Lizzette (*cacha*), por ser como una segunda madre en mi vida, por formar parte importante en mí y crecimiento personal y moral. Aunque sé que soy como un hijo de sus entrañas, su amor siempre será correspondido.

Mayra por ser una hermana excepcional y apoyarme a lo largo de mi carrera. A ella como las muletas de un liciado, sin ellas, no pudiera caminar. Eternamente agradecido.

Vivi, por acompañarme en las buenas y en las malas. Por crecer de la mano, tanto moral como profesionalmente desde el primer y último día de estudios en mi vida.

Nidia por ser como una luz blanca que me anima y me apoya en los momentos buenos y malos, y, por su amor incondicional. Por tener confianza franca y sincera.

Silvia por sus consejos sanos y amor inseparable. Por su carácter inconfundible, destello alegre en la familia.

Martín, por ser mi único hermano y mi mejor amigo. Me dá consejos sabios. Me ha ayudado a tomar decisiones importantes.

Hospital General San Juan de Dios que me abrió las puertas para desarrollar mi trabajo de graduación.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1 ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 La incubadora	1
1.1.1 Antecedentes	2
1.1.2 Pacientes que usan el equipo	4
1.1.2.1 Anatomía del paciente	5
1.1.3 Descripción del equipo	7
1.1.3.1 Usos	9
1.1.3.2 Funcionamiento del equipo	11
1.1.3.3 Diferencia entre equipos	13
1.1.3.4 Beneficios de la incubadora	13
1.1.3.5 Partes integrantes	14
1.1.4 Factores relevantes	21
1.1.4.1 Temperatura	22
1.1.4.2 Oxígeno	22
1.1.4.3 Humedad	24
1.1.5 Consecuencias al mal uso del equipo	24
1.1.5.1 Microbiología de agentes patógenos	25
1.1.5.2 Enfermedades nosocomiales	25

1.1.5.3	Muerte del paciente	28
2	SITUACIÓN ACTUAL DEL EQUIPO	31
2.1	Revisión del equipo de incubadoras	31
2.1.1	Condiciones de las incubadoras	33
2.1.2	Tabulación de datos	34
2.1.2.1	Registro de incubadoras en mal estado	34
2.1.2.2	Marcas más comunes de incubadoras	37
2.1.2.3	Tiempo de uso diario del equipo	39
2.1.2.3.1	Horas hombre	39
2.1.2.3.2	Horas equipo	40
2.2	Fallas más comunes de la incubadora	40
2.2.1	Clasificación de fallas	41
2.2.1.1	Síntoma	42
2.2.1.2	Posible causa	42
3.	PROPUESTA DE ADMINISTRACIÓN PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPO	47
3.1	Planificación del mantenimiento preventivo	47
3.1.1	Análisis FODA	48
3.1.1.1	Fortalezas	48
3.1.1.2	Oportunidades	48
3.1.1.3	Debilidades	49
3.1.1.4	Amenazas	49
3.1.2	Mantenimiento preventivo	50
3.1.3	Descripción de las rutinas de mantenimiento	51
3.1.3.1	Rutina de mantenimiento diaria de incubadora	51
3.1.3.2	Rutina de mantenimiento semanal de incubadora	53
3.1.3.3	Rutina de mantenimiento mensual de incubadora	55

3.1.3.4	Rutina de mantenimiento trimestral de incubadora	57
3.1.4	Rutina de mantenimiento de módulos térmicos y fototerapia	60
3.1.5	Frecuencia de uso de materiales y herramientas para realizar las rutinas de mantenimiento	63
3.1.6	Cantidad de materiales y herramientas requeridos para realizar las rutinas de mantenimiento	64
3.2	Control del mantenimiento	66
3.2.1	Mantenimiento de emergencia	66
3.2.2	Instructivos y procedimientos	67
3.3	Registros del equipo	73
3.3.1	Fichas de mantenimiento	73
3.3.2	Ficha de registro de consumo e insumos	75
3.3.2.1	Accesorios requeridos por los equipos para realizar mantenimiento	75
3.3.2.2	Insumos de incubadora	76
3.4	Análisis de costos	78
4.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INCUBADORAS	79
4.1	Procedimiento de utilización adecuada de los equipos	79
4.1.1	Operación del equipo	79
4.1.1.1	Antes de su uso realizar	80
4.1.1.2	Operaciones que deben realizarse Durante el uso del equipo	80
4.1.1.3	Operaciones que deben realizarse después del uso del equipo	81
4.1.1.4	Diagramas	81
4.1.1.4.1	De flujo de servicio	81
4.1.1.4.2	De operaciones de servicio	84

4.1.1.5	Materiales de consumo e insumo	86
4.1.1.6	Seguridad para el equipo	86
4.1.1.7	Higiene para el equipo	87
4.1.1.7.1	Limpieza del equipo	89
4.1.1.7.2	Calendario de limpieza	90
4.2	Mantenimiento preventivo de incubadora	91
4.2.1	Chequeos mecánicos	92
4.2.1.1	Sustitución de termómetro	92
4.2.1.2	Sustitución de fusible	93
4.2.1.3	Sustitución del filtro estéril	93
4.2.1.4	Clips de agarre	93
4.2.1.5	Nivel de líquidos	94
4.2.1.6	Ruedas y frenos	94
4.2.2	Chequeos cuantitativos	94
4.2.2.1	Revisión de los accesorios	95
4.2.2.2	Resistencia a tierra	95
4.2.2.3	Control de temperatura	95
4.2.2.4	Identificación de fallas en el sistema por medio de calibración de alarmas	97
4.2.3	Chequeos cualitativos	98
4.2.3.1	Bóveda de plexiglás	98
4.2.3.2	Empaques	98
4.2.3.3	Cambio de reservorio de humedad	99
4.2.3.4	Cables de poder	99
4.2.3.5	Cables	100

4.2.3.6	Sensores	100
4.2.3.7	Filtros	100
4.2.3.8	Alarmas	101
4.2.3.8.1	Temperatura	101
4.2.3.8.2	Humedad	102
4.2.3.8.3	Oxigeno	102
5.	SEGUIMIENTO PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE INCUBADORAS	103
5.1	Efectos de la aplicación de la administración del mantenimiento preventivo	103
5.2	Control de proveedores	104
5.3	Verificación del cumplimiento del mantenimiento programado	105
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFIA	111
	APÉNDICE	113
	Apéndice 1. Valoración general de equipo de neonatología	113
	Apéndice 2: Datos gráficos de equipo neonatal	114
	Apéndice 3: Gráfica de marcas de equipo neonatal	114
	ANEXOS	116
	Anexo 1. Organigramas del hospital general San Juan de Dios	116
	Anexo 2. Inventario situacional de equipo	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Aparato respiratorio	6
2.	Frente de incubadora	15
3.	Lado izquierdo de la incubadora	16
4.	Lado derecho de la incubadora	17
5.	Módulo térmico	18
6.	Lámparas de fototerapia	20
7.	Procedimiento I	58
8.	Procedimiento II	58
9.	Procedimiento III	58
10.	Procedimiento IV	58
11.	Procedimiento V	58
12.	Procedimiento VI	58
13.	Procedimiento VII	58
14.	Procedimiento VIII	58
15.	Procedimiento XI	59
16.	Procedimiento XII	59
17.	Procedimiento XIII	59
18.	Procedimiento XV	59
19.	Procedimiento XVII	59
20.	Procedimiento XVIII	59
21.	Paso 1	69
22.	Paso 2	69
23.	Paso 3	69

24.	Paso 4	69
25.	Paso 6	69
26.	Paso 7	69
27.	Paso 8	69
28.	Paso 9	69
29.	Paso 10	70
30.	Paso 11	70
31.	Paso 12	70
32.	Paso 13	70
33.	Paso 15	70
34.	Paso 1	72
35.	Paso 4	72
36.	Paso 6	72
37.	Paso 7	72
22.	Diagrama de flujo del uso adecuado de una Incubadora antes de ponerlo en funcionamiento	82
23.	Diagrama de operaciones del servicio de incubadoras durante su uso	85
24.	Capacidad de equipos en neonatología del Hospital General San Juan de Dios	113
25.	Marcas de incubadora más usadas en los hospitales de la capital	113
27.	Marcas de módulos térmicos más usadas en los hospitales de la capital	114
27.	Marcas de módulos térmicos más usadas en los hospitales de la capital	114
28.	Organigrama del Hospital General San Juan de Dios	115
29.	Organigrama de doctores especialistas en Neonatología del Hospital General San Juan de Dios	116

30.	Organigrama de enfermeras en neonatología del Hospital General San Juan de Dios	116
31.	Organigrama de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios	117

TABLAS

I.	Comparación entre distancia y luminosidad en fototerapia	10
II.	Accesorios y partes del lado frontal de la incubadora	15
III.	Accesorios y partes del lado izquierdo de la incubadora	16
IV.	Accesorios y partes del lado derecho de la incubadora	17
V.	Accesorios y partes del módulo térmico	18
VI.	Accesorios y partes de lámparas de fototerapia	20
VII.	Concentración de oxígeno	23
VIII.	Posibles enfermedades nosocomiales infantiles	27
IX.	Niños nacidos de enero – febrero 2005	32
X.	Porcentaje de capacidad de los equipos en neonatología	32
XI.	Inventario de Incubadoras del Hospital San Juan de Dios	35
XII.	Inventario de Incubadoras del Hospital Roosevelt	35
XIII.	Inventario de módulos térmicos del Hospital San Juan de Dios	36
XIV.	Inventario de Módulos térmicos del Hospital Roosevelt	37
XV.	Inventario de fototerapia del Hospital San Juan de Dios	37
XVI.	Inventario de fototerapia del Hospital Roosevelt	37
XVII.	Marcas más utilizadas de equipo de neonatología en los hospitales más grandes de la capital	38
XVIII.	Síntoma de falla, causa y solución a problemas de incubadora	43
XIX.	Síntoma de falla, causa y solución a problemas de incubadora de transporte	44
XX.	Síntoma de falla, causa y solución a problemas de módulo térmico	45
XXI.	Síntoma de falla, causa y solución a problemas de fototerapia	46
XXII.	Materiales y Herramientas requeridas para realizar la rutina de mantenimiento diaria para incubadora	52
XXIII.	Materiales y Herramientas requeridas para	

	realizar la rutina de mantenimiento mensual para incubadora	55
XXIV.	Rutinas de mantenimiento de incubadora ilustrada	58
XXV.	Rutinas de mantenimiento de Módulos térmicos	60
XXVI.	Rutinas de mantenimiento de fototerapia	61
XXVII.	Frecuencia de uso de materiales y herramientas Para las rutinas de mantenimiento en incubadoras	63
XXVIII.	Cantidad de materiales y herramientas requeridas para realizar las rutinas de mantenimiento	64
XXIX.	Procedimiento antes de operar el equipo de neonatología	68
XXX.	Procedimiento ilustrado antes de operar del equipo de neonatología	69
XXXI.	Procedimiento de operación durante el uso del equipo de neonatología	71
XXXII.	Procedimiento ilustrado de operación durante el uso del equipo de neonatología	72
XXXIII.	Registro de actividades de mantenimiento	73
XXXIV.	Insumos del equipo	77
XXXV.	Calendario de limpieza del área neonatología	91
XXXVI.	Cotización de equipos más utilizados en hospitales nacionales	113
XXXVII.	Orden de trabajo	119

GLOSARIO

Apnea	falta o suspensión de la respiración
Celsius:	medida del sistema inglés, que indica el valor en grados de temperatura
Cianosis	color azulado de la piel y las mucosas debido a un aumento de la hemoglobina reducida (que no transporta Oxígeno) en sangre
Fahrenheit:	medida del sistema internacional, que indica el valor en grados de temperatura
Hipoxia:	déficit de Oxígeno en un organismo
Hiperoxia:	exceso de Oxígeno en un organismo
Ictericia:	enfermedad producida por la acumulación de pigmentos biliares en la sangre, cuya señal exterior más perceptible es la amarillez de la piel y de las conjuntivas
LED:	siglas que en español significa diodo emisor de luz, que es una pieza electrónica que emite luz

Retinopatía:	enfermedad degenerativa de la vista que provoca ceguera
Taquipnea:	aceleración del ritmo respiratorio
Termocopla:	pieza principal de un termostato que ayuda a determinar la temperatura de un sistema
Termostato:	aparato regulador que mantiene automáticamente una temperatura programada
Tierra física:	conexión en un circuito eléctrico que lleva al suelo o a un objeto conductor grande o masa que se encuentra a potencial cero en relación al resto del circuito
Sensor:	dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente
Interruptor (<i>switch</i>)	mecanismo destinado a interrumpir o establecer un circuito eléctrico

RESUMEN

En el Hospital general San Juan de Dios existe un número de inventario adecuado para el departamento de Neonatología, del cual, por la demanda actual, se está justo en ocupación de cada equipo, ya que se tiene incubadora, módulo térmico y fototerapia para neonatos.

El mantenimiento preventivo es necesario para el buen funcionamiento del equipo, además de ello, adecuados procedimientos que tienen los usuarios al equipo; por no darle la limpieza adecuada ni el mantenimiento a su debido tiempo, el equipo se deteriora y se descompone, por lo que se vuelve obsoleto.

Nace la necesidad de crear procedimientos administrativos para que se lleve, adecuadamente, la limpieza y mantenimiento del equipo, para que el usuario, tenga un soporte y se cree una base para manejar el equipo.

Con la organización actual del hospital, pueden atender la demanda incurrida en éste, siempre y cuando se lleve a conciencia el control del mantenimiento preventivo del equipo.

OBJETIVOS

GENERAL

Dar a conocer un programa de mantenimiento preventivo para incubadoras con enfoque administrativo para personal usuario que manipule el equipo.

ESPECÍFICOS

1. Cuantificar las incubadoras que se encuentran en mal estado en uno de los hospitales más importantes a nivel regional de Guatemala.
2. Dar a conocer los conceptos básicos sobre el equipo de incubadora.
3. Determinar los parámetros de temperatura, Oxígeno y humedad del neonato para que se eviten negligencias por parte del usuario.
4. Evitar el deterioro de las incubadoras utilizando herramientas administrativas para crear procedimientos adecuados y mejorar el buen manejo del equipo.
5. Planificar con eficiencia un procedimiento sistemático que facilite las rutinas de mantenimiento preventivo para incubadoras.

6. Proponer un programa de mantenimiento que en comparación con el programa actual minimice costos.
7. Conocer la demanda real de equipos para satisfacer las necesidades de los pacientes en el hospital.

INTRODUCCIÓN

En los hospitales nacionales existe una serie de máquinas, equipo y herramientas que son relevantes para prestar el debido servicio a la población guatemalteca. Para que este equipo no se deteriore, es necesario concienciar al personal que opera éste y, además, a las personas que le prestan el servicio de mantenimiento, quienes deben hacer buen uso del equipo que tienen a su cargo, ya que de ello pueden depender varias vidas. Se analiza la situación de las incubadoras, equipo de alto riesgo para el paciente. Se refiere a un bebe o neonato con problemas de salud, por lo que su uso es importante en los hospitales.

A través de dicho equipo se ha logrado detectar contagios de otras enfermedades, esto indica que se debe al mal uso que se le da al equipo. Por ser un equipo electrónico puede deteriorarse rápidamente lo cual es delicado para el neonato ya que no presta el servicio requerido y al haber equipos en mal estado, el hospital no satisface la demanda de pacientes que requieren de dicho equipo. Se tomará de referencia el Hospital San Juan de Dios porque es un hospital importante a nivel nacional.

Es necesario describir al usuario los conceptos generales de lo que es el equipo de incubadora teniendo en cuenta sus componentes y que los pacientes a utilizar son los neonatos, es por ello que se le cataloga como equipo de alto riesgo.

Posteriormente se analizar la situación de las incubadoras en los hospitales y la razón por la cual se deteriora el equipo rápidamente y observar los factores en la cual se interrelaciona el equipo y con esto proponer la administración del programa de mantenimiento preventivo para volver eficiente los procedimientos y rutinas para obtener una buena productividad en el rendimiento de los equipos de incubadoras en neonatología de los hospitales, para ello se utilizarán las herramientas de ingeniería industrial para administrar los recursos y asignar tiempos adecuados al mantenimiento y, además, darle seguimiento al programa, velando por el desarrollo de la propuesta analizada.

Con el presente trabajo de graduación se debe hacer un diagnostico general de cómo se encuentran dichos equipos en los hospitales y dar a conocer las rutinas de buen uso y mantenimiento que se le debe dar a los equipos para mejorar su vida útil. Con lo anterior se pretende detectar los puntos críticos de mantenimiento, ya que de esto depende mucho el funcionamiento del equipo, y darle la solución óptima atribuida a este tipo de equipo porque la demanda del uso de éste se incrementa diariamente.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Se hace referencia de lo que es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y del hospital General San Juan de Dios, para ubicar al lector del área en la que se está desarrollando el trabajo de tesis.

Para conocer el equipo de incubadoras, se debe de describir los antecedentes del equipo, como funciona, sus funciones principales, a que tipo de pacientes está dirigido.; esto con motivo de introducir al usuario al proyecto de mejoramiento que se realizará.

1.1 La incubadora

Es un aparato o cámara creada para mantener organismos vivos en un entorno favorable para su crecimiento. Las incubadoras neonatales mantienen una temperatura constante y, a menudo, un nivel de humedad constante.

El término incubadora suele aplicarse a los dispositivos empleados para mantener calientes a niños prematuros o débiles. El niño permanece en una cámara bien ventilada que suele mantenerse a una temperatura de entre 31 y 32 °C según la condición del bebé; el aire entrante se humidifica y se filtra. Las incubadoras empleadas en los centros especializados en el cuidado de niños prematuros están equipadas con dispositivos electrónicos para vigilar la temperatura del bebé y la cantidad de oxígeno en la sangre. Las incubadoras conservan el calor corporal por medio de un ambiente calido y unas determinadas condiciones de humedad.

También pueden proporcionar un suministro regulable de oxígeno y reducir la contaminación ambiental si se limpian escrupulosamente.

La supervivencia de los niños enfermos y de bajo peso es mayor cuando se encuentran en un ambiente térmico neutro, que consiste en una serie de condiciones térmicas, como la temperatura del aire, la humedad relativa y el flujo de aire, con las que la producción de calor es mínima y la temperatura central del niño se mantiene dentro de los límites normales.

Esta es una función del peso y la edad postnatal del lactante. Los de mayor peso y edad necesitan una temperatura ambiente menor que los niños más jóvenes y pequeños.

La temperatura óptima de la incubadora para conseguir una pérdida de calor y un consumo de oxígeno mínimos en un lactante desnudo es aquella con la que se mantiene una temperatura central de $35.5 - 37^{\circ} \text{C}$:: Esto dependerá del peso y el grado de madurez del lactante; cuando más pequeño e inmaduro sea, mayor será la temperatura ambiente que se necesita. Cuando no basta con la incubadora para mantener caliente a un prematuro pequeño, se puede utilizar una cubierta de plexiglás o un gorro para la cabeza y ropas para el cuerpo.

1.1.1 Antecedentes

Las incubadoras humanas, que se utilizan desde 1880, han permitido salvar a bebés nacidos hasta 17 semanas antes de plazo. La cuna incubadora para los niños nacidos antes del término fue inventada por Sr. el Dr. Juan Luis Paul Denucé que nació en Francia en el año 1824 y murió en el año 1889.

El era profesor-suplente de la Clínica "*chirurgicale a l'École de Médecine de Burdeos*". El diario de Medicina de Burdeos es la primera literatura medica occidental que hace referencia a una incubadora, y fue publicado en diciembre de 1857, en la pagina 723 y 724

Para dar cuidados a un niño venido al mundo a partir del sexto mes de vida fetal, el Dr. Denucé presentó dos indicaciones: la alimentación infantil y mantener su calor. Para cumplir el segundo, se le ocurrió realizar una cuna en la cual era posible mantener un calor constante y un grado requerido del mismo.

Hizo hacer esta cuna en cinc, a doble fondo y a dobles paredes. Quién supuso, por ejemplo, dos bañeras, una más pequeña que la otra y ésta colocada dentro de la otra, separadas por un intervalo vacío en el cual era posible poner de lado. Estas dos bañeras era unidas enteramente por su borde superior, lo que completa la cavidad cerrada en la cual tuvo dos lados vacíos.

Se colocaba un embudo sobre el borde superior de la cuna y un grifo de evacuación cerca del borde inferior. Los panales estaban colocados de forma cerrada en la cuna, con el fin de evitar la pérdida del calor, se envolvía con manta de lana. Por lo tanto, el termómetro que se colocaba en la pared de la cuna, se podía colocar y retirar, y con esto se establecía y mantenía el grado de temperatura requerido de la cuna.

Por otro lado, con la precaución de mantener el calor requerido al envolver la cuna de lana, porque la pérdida de calor era significativa, y cuando se empleaba este aparato, bastaba cada seis horas con retirar de la incubadora un medio litro alrededor agua y de sustituirlo por un medio litro de agua renovada.

Con la primera incubadora el Dr. Denucé conservó durante diecisiete días el calor del primer niño recién nacido que tomó como experimento, para poder constatar en su último momento el menor grado de enfriamiento en la temperatura de su cuerpo. Desgraciadamente, el doctor no pudo cumplir completamente la primera indicación. A pesar de todos los cuidados que empleó en el pequeño enfermo, la alimentación fue insuficiente y la extrema juventud del infante, fue la causa principal de la muerte del bebé.

El Dr. Denucé se convenció de que para los niños nacidos desde el séptimo mes, usar la cuna incubadora que acababa de describir, podría prestar muy grandes servicios para la neonatología.

El Sr. Gendron, fabricante de estos tipos de instrumentos, realizó la mayoría de los aparatos, como la cama a suspensión, la cuna incubadora, aparatos que hizo desde nuevos modelos perfeccionados.

1.1.2 Pacientes que usan el equipo

La incubadora está destinada a niños prematuros, de bajo peso, débiles al nacer o que presenten alguna complicación durante su crecimiento. Generalmente es utilizado por recién nacidos que presentan problemas respiratorios, entre los cuales se encuentra el niño que no puede respirar por si mismo, por respiración deficiente o cuando no entra la cantidad de oxígeno necesaria a los pulmones. También utilizado en pacientes que no generan una temperatura corporal adecuada. Además en aquellos niños que son vulnerables a las bacterias del ambiente, por ello se debe de dar una protección total para que no tenga complicaciones en su salud.

1.1.2.1 Anatomía del paciente

La anatomía de un bebé se describe como la de un humano adulto normal. Para efectos de la investigación solo se describirá las funciones del aparato respiratorio, por la aplicación primordial que controla la incubadora.

El cuerpo humano tiene funciones esenciales como respirar y la buena circulación de la sangre en el cuerpo. Para que haya buena circulación de sangre debe de estar el corazón en buenas condiciones, y para ello debe de tener cantidades normales de oxígeno que son transmitidas a través de la hemoglobina en la sangre la cual alimenta de oxígeno al corazón, cerebro y todos los tejidos.

Se denomina respiración al intercambio de gases en cualquier proceso biológico. El organismo humano debe tener, para sustentarse, oxígeno que se combina con carbono, hidrogeno y otros elementos proporcionados por los alimentos, produciendo calor y energía para realizar sus funciones.

Como consecuencia de este proceso de metabolismo, que tiene lugar en las células, se produce junto con el producto de desecho principal, anhídrido carbónico (CO₂), cierta cantidad de agua.

El medio por el cual se transporta el oxígeno al medio interno es la sangre del sistema circulatorio.

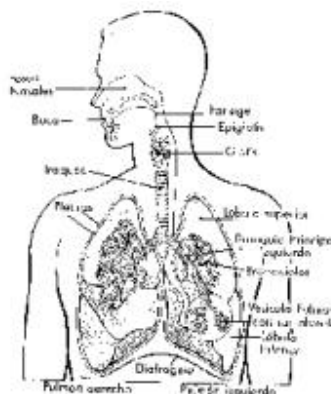
El anhídrido carbónico se transporta desde los fluidos del tejido por los mismos mecanismos. El intercambio de gases entre la sangre y el medio externo tiene lugar en los pulmones y se denomina respiración externa.

La función de los pulmones es oxigenar la sangre y eliminar el anhídrido carbónico de forma controlada. Durante la inspiración del aire fresco entra en las vías respiratorias, se humedece y calienta a la temperatura del organismo y se mezcla con los gases presentes en la región que comprende la tráquea y los bronquios. Posteriormente este gas se mezcla con el gas que ocupa los alvéolos conforme va entrando en estas pequeñas bolsas de la pared de los pulmones. El oxígeno se difunde de los alvéolos al riego sanguíneo capilar de los pulmones, mientras que el anhídrido carbónico se difunde de la sangre a los alvéolos.

El oxígeno se transporta desde los pulmones mediante el sistema circulatorio y se distribuye entre las distintas células devolviéndose el anhídrido carbónico a los pulmones por el mismo sistema.

Se conoce como función pulmonar al proceso entero de inspirar y expirar con el aire, al intercambio de gases, la distribución de oxígeno en las células y a la eliminación del CO₂ de estas. El aire entra hacia los pulmones por las vías respiratorias, que incluyen: las fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos.

Figura No. 1. Aparato respiratorio



1.1.3 Descripción del equipo

Incubadoras fijas

La incubadora neonatal es un equipo semi automatizado, en el cual intervienen partes mecánicas y electrónicas, que en conjunto proporcionan un ambiente adecuado para el paciente, además es un equipo que provee calor al infante forzando un flujo de aire caliente a través de la cámara.

Las incubadoras infantiles están diseñadas básicamente para uso en hospitales que puedan operar con corriente alterna, en un área de temperatura controlada. Generalmente todas las incubadoras vienen provistas de ruedas para que se puedan trasladar a otros ambientes si es necesario.

Incubadora de transporte

Las incubadoras de transporte proveen de calor al paciente mientras el mismo es trasladado de un hospital a otro en automóvil, ambulancia o en algún tipo de transporte aéreo. Operan utilizando fuentes de poder de diferente tipos que van, desde baterías selladas que están sujetas a la base hasta la interconexión con la fuente de poder del vehículo en el que se transporta.

Sus bases son de altura ajustable para que quepan dentro de las ambulancias permitiendo espacio en su parte superior para cualquier maniobra del paciente si fuera necesario. Estas deben estar preparadas para trabajar en condiciones críticas pues no contarán con un ambiente estable como el del hospital.

La diferencia entre las incubadoras fijas y las de transporte es el medio de energía. La fija usa corriente alterna y la móvil o de transporte usa baterías que se requiere que se estén cargando cada cierto tiempo.

Módulo térmico

Existe un equipo similar a la incubadora; el módulo térmico, el cual es usado por pacientes que tienen más defensas en su cuerpo, por mayor peso y deben de ser más maduros.

El módulo térmico está diseñado para proporcionar un sistema integrado que pueda utilizarse inmediatamente después del nacimiento, durante procedimientos especiales, o durante tratamientos duraderos de infantes que requieren acceso, visibilidad y soporte térmico.

El sistema del módulo térmico se compone de un ensamblaje de carro y cuna, módulo de calentamiento y con una luz para examen integrada. Cuenta con elemento de calefacción y luz de examen para procedimientos especiales.

El módulo térmico se puede mover a la izquierda o derecha de la posición central, para acomodar el equipo de rayos X. En esta posición, el calentador continuará liberando calor al área del colchón, sin embargo, el nivel de calor liberado al área del colchón, disminuirá cuando el calentador se coloque a cualquiera de los lados de la posición central.

La cuna proporciona máxima visibilidad y acceso al infante; el carro incluye un montaje para el módulo térmico y la cuna. El panel posterior de la cuna cuenta con puertos de acceso para guiar la tubería, cables de registro.

además cuenta con control de temperatura del cuerpo del paciente, con medios para subir o bajar la cuna para alcanzar la altura conveniente para trabajar.

Módulo de fototerapia

El equipo está diseñado para proporcionar un sistema integrado que pueda utilizarse inmediatamente después del nacimiento, durante procedimientos especiales, o durante tratamientos duraderos de infantes que requieren acceso, visibilidad y soporte térmico y también recuperar el color de su piel por medio de energía radiante.

1.1.3.1 Usos

La incubadora

El equipo del área de neonatología en un hospital, es delicado, especialmente porque esta destinado a pacientes con pocos días de vida, pero, aun mas cuando el equipo es transportable.

Un equipo cuando se traslada con frecuencia a diferentes lugares, está mas propenso a sufrir daños, que en el caso de la incubadora, contiene cables y piezas en el lado exterior que fácilmente pueden dañarse.

El transito de pacientes para ocupar la incubadora, tiende a un crecimiento masivo, porque si en la sala de incubadoras están todas ocupadas, y entra un niño que necesita los servicios de la misma, se debe de colocar al bebé más sano en un ambiente propicio, similar al de la incubadora, el cual es el del módulo térmico, que difiere de la incubadora en que es usado en bebés más maduros y con más defensas en su cuerpo.

La incubadora está destinada a usarse por lapsos de tiempo prolongado, ya que la demanda de niños con problemas al nacer, es muy alta. Esto hace que las incubadoras sean mas susceptibles a las fallas cuando no se le da el mantenimiento adecuado. Por recibir un trato pesado se deterioran fácilmente, especialmente si no se les proporciona el cuidado que el equipo necesita. Es necesario la revisión y limpieza diaria de parte del personal que las emplea y la revisión constante del personal de mantenimiento.

Módulo térmico

Es necesario proporcionar ayuda a los infantes cuando tienen problemas en su nacimiento. El módulo térmico es un apoyo para proporcionarle al paciente un ambiente caliente para que regule normalmente su temperatura corporal, además puede someterse a terapia de oxígeno, dependiendo de las condiciones del mismo.

Módulo fototerapia

La fototerapia es un equipo usado para niños recién nacidos que padecen de ictericia (color amarillento en la piel). Esta se puede combatir con terapia de rayos ultravioleta, la cual la proporciona la fototerapia. A continuación se muestra una tabla de relación de temperatura, distancia y luminosidad.

Tabla no. I. Comparación entre distancia y luminosidad en fototerapia

Distancia de la iluminación (cm)	Luminosidad (lux) a la temperatura del cuarto		
	10° C	25 °C	35 °C
35	8300	7860	7000
40	6860	6420	5840
45	5750	5330	4900
50	4850	4540	4180
55	4180	3960	3590
60	3500	3370	3040

Fuente: Manual de fototerapia Nideal PT-2000 H y C

1.1.3.2 Funcionamiento del equipo

La incubadora

Los servicios que presta la incubadora a un paciente es variado, dependiendo de la calidad del equipo, pero lo que tienen en común son los parámetros de servicio los cuales requieren que genere la temperatura adecuada, una buena proporción de oxígeno, según lo requiera el paciente y la humedad necesaria.

El interior de una incubadora parte de un mismo principio, el cual es que tiene un mecanismo en su interior, que en las incubadoras modernas están, apoyadas por circuitos electrónicos. El mecanismo interior empieza desde el entorno donde se debe obtener una proporción de aire, el cual debe contener como mínimo el 40% de oxígeno y como apoyo se debe de ayudar con oxígeno al vacío en un 100%. Para filtrar la contaminación del oxígeno extraído del entorno, debe de llevar un filtro que no deje pasar los agentes que contaminen la incubadora.

El flujo del oxígeno pasa por una resistencia gradual, que en la entrada de la resistencia entra a temperatura ambiental, y al salir de ésta sale a la temperatura graduada, según lo programó el operador del equipo. La salida de esta torrente de gas a la temperatura ideal, debe de pasar aún por roce de agua para que esté humidificado el ambiente final.

Módulo térmico

Este equipo tiene funciones similares a la incubadora neonatal. El módulo irradia calor en la sección superior a través de una resistencia eléctrica y / o lámparas fototerapia. Además cuenta con aditamentos para oxígeno que pueden ser suministrados al paciente, si éste lo requiere.

La temperatura del paciente se puede detectar a través de una sonda colocada en el abdomen del paciente. Esta puede ser variable, por determinados factores: por la graduación de fototerapia, temperatura ambiental, fiebre corporal (si la presenta el paciente) y cercanía del colchón con el módulo de calentamiento.

Módulo fototerapia

La función esencial del módulo de fototerapia es proporcionar una lluvia de radiación directa al cuerpo del paciente a través de lámparas que emiten rayos ultravioleta.

Este equipo para que funcione adecuadamente necesita un correcto suministro de energía eléctrica (corriente alterna), con cierto rango de temperatura ambiental el cual varía de 10 a 35° C y una humedad relativa menor al 80%.

1.1.3.3 Diferencia entre equipos

El módulo térmico es un reemplazo indispensable de la incubadora. Uno difiere del otro por la hermeticidad de su medio; en el caso de la incubadora, y el módulo térmico es de ambiente abierto, ya que los niños que son colocados en este equipo deben tener más defensas en su cuerpo y deben tener un peso mayor de 1.8 Kg.

Para calentar la incubadora y módulo térmico se requiere de una resistencia eléctrica. Para la fototerapia no necesariamente requiere de resistencia, por lo que es otra diferencia. Por ello la fototerapia y la incubadora son completamente diferentes por su medio de calentamiento.

El módulo de fototerapia solo difiere con el módulo térmico en que la primera solo proporciona al paciente radiación de rayos ultravioleta y no presta otro servicio, y el módulo térmico tiene cámaras de oxígeno, es móvil su base de colchón, tiene sonda para detectar la temperatura corporal y tiene luz blanca de examen.

1.1.3.4 Beneficios de la incubadora

La incubadora es un equipo esencial que presta un ambiente ideal para bebés que han nacido antes de los nueve meses de gestación, con bajo peso al nacer o con complicaciones en su nacimiento.

Constituye un equipo auxiliar necesario para las madres canguro, ya que estas le generan calor al bebé. Pero por alguna condición se presenta alguna pérdida de calor o simplemente no es la adecuada, y el bebé puede presentar problemas respiratorios que hace que peligre su vida.

La incubadora se simula el ambiente del vientre de la madre, el cual es propicio para el bebé, ya que cuenta con los tres factores principales para que un bebé pueda sobrevivir, que son la temperatura, oxígeno y humedad.

Los equipos de neonatología, cada día dan más esperanza de vida a los bebés, ya que cada día que pasa, avanza más la tecnología, y ésta es más certera y confiable. No obstante, requiere del mantenimiento adecuado para que esta pueda funcionar adecuadamente, según los lineamientos del fabricante.

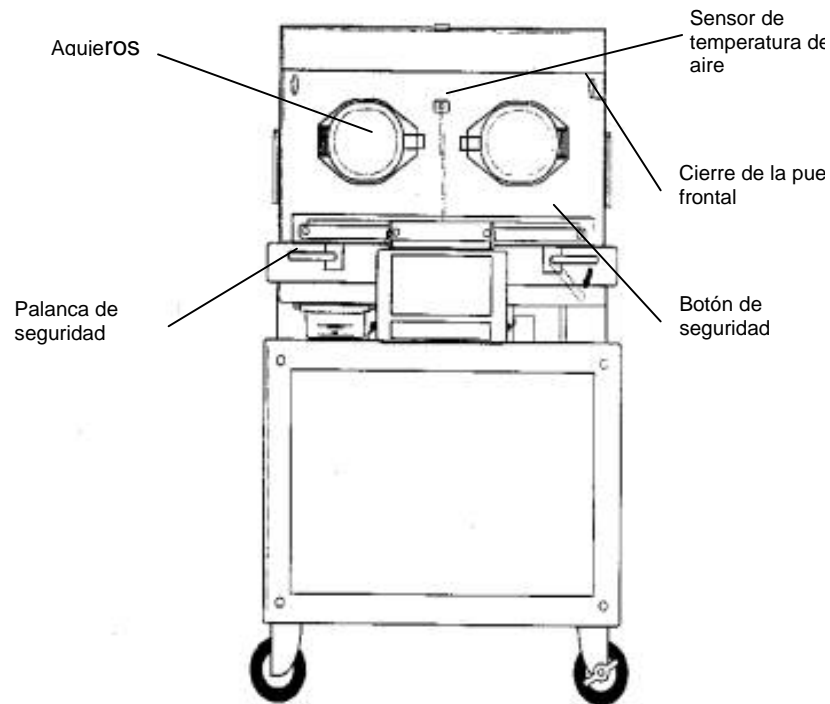
Es necesario tener algunos datos del proveedor cuando se va adquirir algún equipo. Los datos pueden ser: marca, modelo, país fabricante, casa representante en el lugar comprado, precio aproximado. (ver apéndice 1)

1.1.3.5 Partes integrantes

La incubadora

La incubadora consta de tres partes esenciales: Cámara, Base y Gabinete. La cámara es la parte superior de la incubadora, donde se coloca al bebé y circula el oxígeno, humedad y con la temperatura ideal. La base es donde va integrado los mecanismos y circuitos principales del equipo y el gabinete es la parte inferior de la incubadora para almacenaje de ropa o papelería del bebé que se encuentra en ese momento usando la incubadora.

Figura no 2. Frente de la incubadora



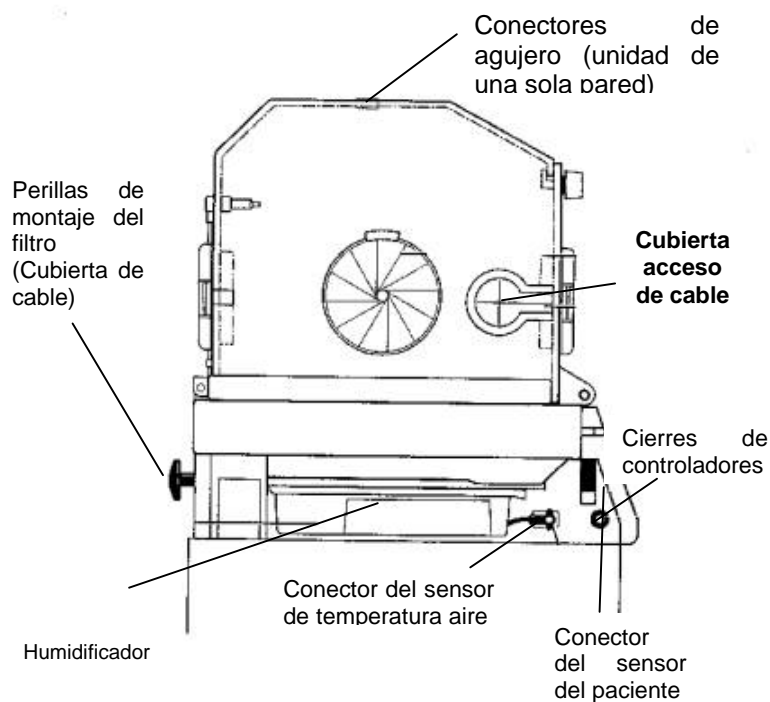
Fuente: Manual operativo de incubadora Ohmeda ohio care plus

Tabla no. II. Accesorios y partes del lado frontal de la incubadora

Parte	Uso
Agujeros	Se utiliza para que el médico o enfermera pueda meter las manos para manipular al bebe.
Sensor de temperatura de aire	Alarma que indica la temperatura de la corriente de aire que circula en el interior de la incubadora
Cierre de la puerta frontal	Es un seguro que sostiene la puerta frontal del equipo, al girarlo deja mover la puerta libremente
botón de seguridad	Este se utiliza para asegurar que la cúpula esté fija
Palanca de giro	Controlan la posición de la colchoneta, puede tener posición horizontal, inclinada hacia delante o hacia atrás

Fuente: Manual de incubadora Ohmeda Ohio Care Plus

Figura no. 3. Lado izquierdo de la incubadora



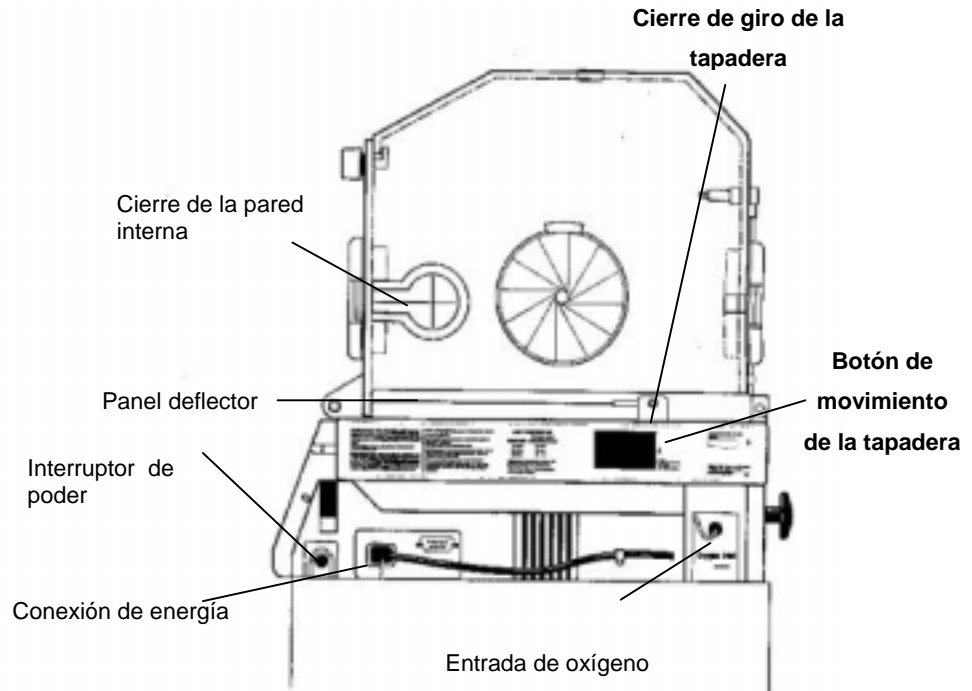
Fuente: Manual de incubadora Ohmeda Ohio Care Plus

Tabla no. III. Accesorios y partes del lado izquierdo de la incubadora

Parte	Uso
Perillas de montaje del filtro (cubierta de cable)	Seguro que cubre el filtro limpiador del oxígeno
Conectores de agujero (unidad de una sola pared)	Sirve para adaptar equipo que lea la oxígeno dentro de la incubadora
Cubiertas de acceso de cables	Agujero por el cual se ingresa la tubería de oxígeno para terapia al paciente
Cierres del controlador	Seguros que ayudan a sostener el controlador electrónico del equipo
Conector del sensor del paciente	Entrada del cable que detecta la temperatura del paciente
Humidificador	Recipiente que contiene agua para humidificar el aire interno del equipo
Conector del sensor de temperatura de aire	Entrada que detecta la temperatura del aire

Fuente: Manual de incubadora Ohmeda Ohio Care Plus

Figura no. 4. Lado derecho de la incubadora



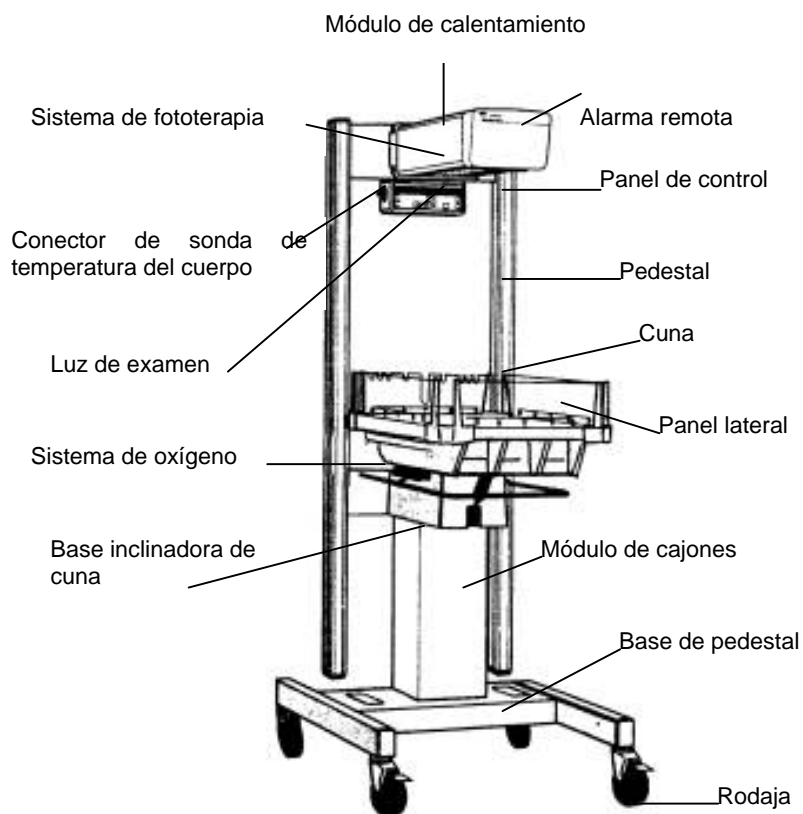
Fuente: Manual de incubadora Ohmeda Ohio Care Plus

Tabla no. IV. Accesorios y partes del lado derecho de la incubadora

Parte	Uso
Cierre de la pared interna	Gancho que sostiene la pared interna de la incubadora
Panel deflector	Base que sostiene la pared lateral de la cúpula del equipo
Interruptor de poder	Interruptor de energía que apaga y enciende el equipo
Conexión de energía	Conector que enchufa el cable de corriente
Entrada de oxígeno	Base en la cual se conecta el tanque de oxígeno
Botón de movimiento de la tapadera	Botón que permite desmontar la placa lateral que cubre la parte interna del equipo
Cierre de giro de la tapadera	Cerrojo que sostiene y asegura la tapadera lateral del equipo

Fuente: Manual de incubadora Ohmeda Ohio Care Plus

Figura no. 5. Módulo térmico



Fuente: Manual de incubadora Ohmeda Ohio Care Plus

Tabla no. V. Accesorios y partes del módulo térmico

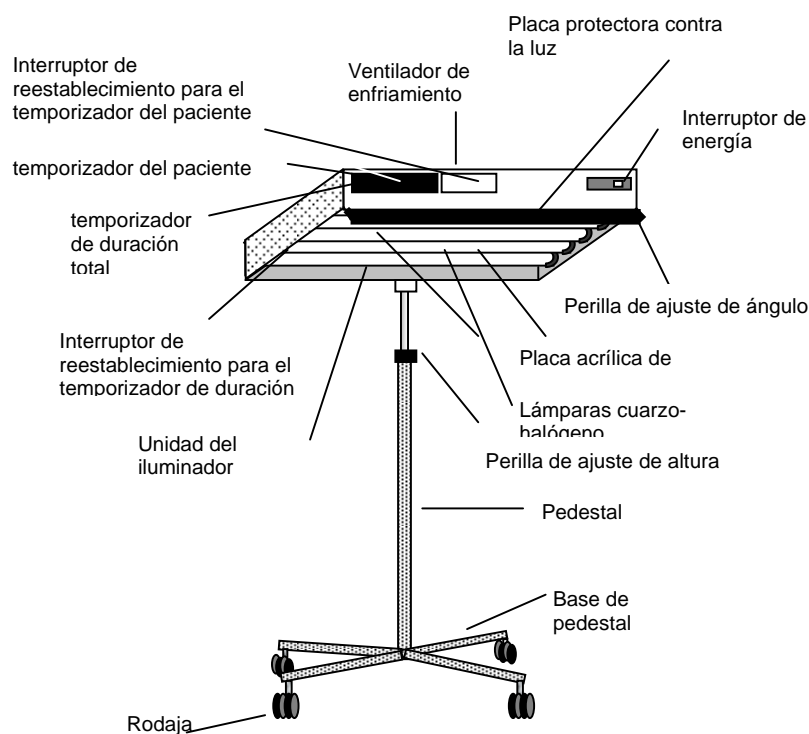
Parte	Uso
Módulo de calentamiento	Base superior que calienta al paciente por medio de una resistencia eléctrica
Alarma remota	Sistema que avisa al usuario, que la temperatura del paciente está fuera de lo establecido
Sistema de Fototerapia	Lámparas de cuarzo-halógeno conectadas en serie que proporciona una intensidad de irradiación al paciente
Panel de control	Controlador de datos que programa el usuario para las condiciones ideales del paciente
Conector de sonda de temperatura del cuerpo	Base en la que se enchufa la sonda que detecta la temperatura corporal del paciente
Cuna	Accesorio central donde se coloca al paciente

Continuación

Módulo de cajones	Estante inferior en el que se puede almacenar los aditamentos del equipo, expediente del paciente, medicamentos.
Sistema de oxígeno	Base que alberga tanque de oxígeno para conectarlo al paciente
Base inclinadora de la cuna	Sistema hidráulico que permite inclinar la cuna hacia delante o atrás
Rodaja	Rodos que permiten la movilización del equipo
Pedestal	Barra metálica que soporta los demás componentes del equipo
Base de pedestal	Plataforma que asegura el equipo permanezca en posición vertical
Panel lateral	Barandas laterales de la cuna, que no permiten caer al paciente al suelo
Luz de examen	Luz blanca que se utiliza para alumbrar al paciente cuando el doctor le practica algún tipo de análisis al paciente

Fuente: Manual de módulo térmico Ohmeda 3400

Figura no. 6. Lámparas de fototerapia



Fuente: Manual de fototerapia Nideal PT-2000 H

Tabla no. VI. Accesorios y partes de lámparas de fototerapia

Parte	Uso
Ventilador de enfriamiento	Parte del equipo que disipa el calor interno que generan las lámparas fluorescentes de cuarzo-halógeno
Interruptor de restablecimiento para el temporizador del paciente	Se utiliza para regresar a cero el desplegado del temporizador
Temporizador del paciente	Mide el tiempo de irradiación para cada paciente
Temporizador de duración total (lámpara fluorescente)	Muestra las horas totales de uso de la lámpara fluorescente
Interruptor de restablecimiento para el temporizador de duración total	Detiene la corrida de tiempo de uso de las lámparas
Placa acrílica de seguridad	Placa transparente que detiene la posible caída de alguna lámpara sobre el paciente
Pedestal	Barra metálica que soporta los demás componentes del equipo

Continuación

Base de pedestal	Plataforma que asegura el equipo permanezca en posición vertical
Rodaja	Rodos que permiten la movilización del equipo
Perilla de ajuste de altura	Regulador de altura del pedestal
Perilla de ajuste de ángulo	Regulador de la abertura de iluminación al paciente
Placa protectora contra la luz	Placa que separa la iluminación fluorescente con la luz natural
Interruptor de energía	Botón que deja o no pasar la corriente eléctrica al equipo
Unidad del iluminador	Parte superior que contempla los componentes de la iluminación del equipo

Fuente: Manual de fototerapia Nideal PT-2000 H

1.1.4 Factores relevantes

El equipo de incubadoras debe de estar en buenas condiciones para que preste buen servicio a los pacientes que la usen, ya que estos requieren de tres factores esenciales: temperatura, oxígeno y humedad. Éstos se establecen con parámetros variables, por lo que el doctor que tiene seguimiento del paciente, debe de dar los parámetros que se requiere el.

En la parte técnica se debe de seguir al pie de la letra las instrucciones, según la marca y el modelo del equipo y sus valores deben de tener precisión y exactitud para no lamentar pérdida de vidas por negligencias.

1.1.4.1 Temperatura

El paciente que usa la incubadora es un bebé que necesita cuidados especiales, entre los cuales está controlar su temperatura corporal, porque en la mayoría de casos el bebé es incapaz de generar calor por si mismo.

El calor en el cuerpo es esencial, porque controla algunos procesos en el cuerpo como la metabolización esta conduce a tener la temperatura corporal correcta, de 37 °C. Se considera que el intervalo de normalidad está entre 36,4 y 37,2 °C. Si la temperatura corporal es excesiva, puede causar daños serios al paciente, deteriorando principalmente las células en el cuerpo y cuando es demasiado baja disminuye el ritmo de metabolización de los alimentos. La temperatura corporal se regula por medio del calor por la piel y por la evaporación del agua en el cuerpo.

1.1.4.2 Oxigeno

Al administrar oxigeno para reducir el riesgo de lesiones por hipoxia e insuficiencia circulatoria hay que sopesar los riesgos de la hiperoxia para los ojos (retinopatía de los prematuros) y los pulmones.

Siempre que sea posible, el oxigeno se administrará mediante un aparato de presión respiratoria continua, o un tubo endotraqueal para poder mantener la concentración del oxigeno inspirado dentro de unos limites estables y seguros, aunque la cianosis, la taquipnea, y la apnea son indicaciones clínicas concretas para la oxigenoterapia (en las cantidades mínimamente imprescindibles para eliminar dichos signos) y los pulmones.

No pueden ignorarse los peligros potenciales derivados de la hipoxia y la hiperoxia, por lo que hay que controlar la tensión del oxígeno en sangre arterial (Po₂), y dependiendo de los resultados de los análisis, reajustar constantemente la concentración del oxígeno administrado. La eficacia de los controles ha mejorado notablemente con el uso del electrodo transcutáneo de oxígeno y la oximetría de pulsos para la asistencia clínica rutinaria de estos neonatos. La gasometría de sangre capilar no resulta adecuada para estimar los niveles de oxígeno en sangre arterial.

La siguiente tabla muestra las cantidades de oxígeno y sus respectivas variaciones en porcentajes. Se debe de recordar que las dosis de oxígeno las ordena el doctor que lleva el control del paciente, ya que las condiciones de estos varían según su estado.

Tabla no. VII. Concentración de oxígeno

Entrada de oxígeno	Variación media de la concentración del oxígeno
2 L/min.	25 – 30%
4 L/min.	29 – 35 %
6 L/min.	33 – 41%
8 L/min.	37 – 52 %
10 L/min.	45 – 75 %
12 L/min..	65 - 95%

Fuente: Registros de incubadora Ohmeda care plus, hospital General San Juan de Dios

Al estar el oxígeno al 40% dentro de la incubadora, se debe de tener cuidado, y vigilar las lecturas del bebé, ya que si excede de este porcentaje puede perjudicar a la salud del paciente.

1.1.4.3 Humedad

Manteniendo una humedad relativa del 40 – 60 por 100 se puede estabilizar mejor la temperatura corporal, ya que se reduce la pérdida de calor a temperaturas ambientales inferiores, se previene la sequedad y la irritación de la mucosa respiratoria (especialmente cuando se administra oxígeno y durante o después de la intubación endotraqueal o nasotraqueal), se fluidifican las secreciones viscosas y se reducen las pérdidas insensibles de agua por los pulmones.

1.1.5 Consecuencias al mal uso del equipo

La mala administración de un programa de mantenimiento preventivo de incubadoras puede crear complicaciones en la salud del paciente, ya que es muy delicado la incubadora, porque el ambiente del equipo tiene condiciones aptas para la proliferación de agentes patógenos y dentro de la misma se encuentra una temperatura más alta de la temperatura ambiental la cual ayuda a los microorganismos a su multiplicación entre sí.

La consecuencia más severa de la falta de mantenimiento y limpieza del equipo, es la muerte del bebé, porque el cuerpo del paciente es muy susceptible a los organismos que lo rodean, y más que todo es por el escaso tiempo de vida del paciente que acelera las complicaciones en el cuerpo y todo ello induce a la muerte del paciente.

1.1.5.1 Microbiología de agentes patógenos

Los virus causan muchas enfermedades humanas, pero para el caso de los neonatos todas se complican si no se da la atención necesaria, no obstante, se puede evitar la presencia de agentes patógenos en el cuerpo de los pacientes que usan incubadoras, si se tiene un buen procedimiento de limpieza con soluciones que puedan desaparecer a todo tipo de microorganismos.

A continuación se muestra una lista de los microorganismos más frecuentes que se encuentran en el entorno de la incubadora.

Acinetobacter baumanis, alcaligenes xiloxidans, borknaldia cepacia, candida albica, enerobacter aerogenes, enterobacter agglomerans, klebsiella pneumoniae, pseudomona aeruginosa, staphylococcus cohnii, staphylococcus epidermidis, staphylococcus haemolyticus, staphylococcus hominis, staphylococcus alfa hemolitico.

1.1.5.2 Enfermedades nosocomiales

El contagio de enfermedades a individuos en nuestro medio es común, que generalmente se dá por un microorganismo en el entorno o transmisión de una persona a otra.

Los pacientes destinados al uso de incubadoras, son mas susceptibles al contagio de enfermedades nosocomiales, lo cual sucede por la falta de mantenimiento preventivo y limpieza exterior e interior del equipo porque esto causa la multiplicación de bacterias y virus que al entrar al cuerpo del paciente provoca enfermedades, y estas se complican más, por las pocas defensas que tienen por nacer antes de los nueve meses de gestación.

Las enfermedades nosocomiales más comunes registradas en el departamento de neonatología son las siguientes:

Enfermedades de transmisión respiratoria

Tos ferina, meningitis cerebro-espinal, meningococemia, micoplasma pneumoniae, paperas, ornitosis, psitacosis en fase aguda, sarampión, rubéola, escarlatina, tuberculosis pulmonar, varicela.

Enfermedades de transmisión entérica

Cólera, disentería con shigella, hepatitis infecciosa (A) y sérica (B), salmonelosis (fiebre tifoidea y paratifoidea).

Enfermedades de transmisión cutánea que contienen gérmenes patógenos

Antinomycosis abierta, antrax (estafilococo), brucelosis con secreción purulenta, coccidiomicosis con supuración, conjuntivitis bacteriana aguda, criptococosis, fiebre puerperal, forúnculo, gangrena gaseosa, herpes simple del niño, keratoconjuntivitis infecciosa, enfermedad de Nicolás Favre, nocardiosis con supuración, oftalmia gonocócica del recién nacido y peritonitis supurante.

Enfermedades de transmisión respiratoria por secreciones que contengan gérmenes indeseables

Afección viral respiratoria, angina por estreptococos, aspergilosis, catarro común, fiebre Q, faringitis por estreptococos, gripe, meningitis bacteriana no meningocócica, micosis pulmonar, ornitosis, psitacosis.

Enfermedades transmitidas por heces y orina que contengan gérmenes indeseables

Amebiasis, colostomia, enteritis viral, estafilo, leptospirosis, meningitis linfocitaria, oxiuros, poliomieltis, tenia, virosis entérica.

Enfermedades respecto a las cuales es necesario adoptar medidas precautorias

Angina de Vincent, anquilostomiasis, ascariidiosis, botulismo, brucelosis sin supuración, cistercosis, disentería amebiana, encefalitis, equinococosis, esquistosomiasis, faringitis específica, fiebre amarilla, lepra, linfangitis, malaria, meningitis tuberculosa, moniliasis, mononucleosis infecciosa, paludismo, tétanos.

Tabla no. VIII. Posibles enfermedades nosocomiales infantiles

Tipo de enfermedad	Enfermedades
Respiratoria	Tos ferina, Meningitis cerebro-espinal, Meningococemia, <i>Mycoplasma pneumoniae</i> , Paperas, Ornitosis, Psitacosis en fase aguda, Sarampión, Rubéola, Escarlatina, Tuberculosis pulmonar, Varicela.
Entérica	Cólera, disentería con shigella, hepatitis infecciosa (A) y sérica (B), salmonelosis (fiebre tifoidea y paratifoidea).
Cutánea que contienen gérmenes patógenos	Antinomycosis abierta, Antrax (estafilococo), brucelosis con secreción purulenta, coccidiomycosis con supuración, conjuntivitis bacteriana aguda, criptococosis, fiebre puerperal, forúnculo, gangrena gaseosa, herpes simple del niño, kerato-conjuntivitis infecciosa, enfermedad de Nicolás Favre, nocardiosis con supuración, oftalmia gonocócica del recién nacido y peritonitis supurante.
Respiratoria por secreciones con gérmenes indeseables	Afección viral respiratoria, angina por estreptococos, aspergilosis, catarro común, fiebre Q, faringitis por estreptococos, gripe, meningitis bacteriana no meningocócica, micosis pulmonar, ornitosis, psitacosis.

Continuación

Heces y orina y gérmenes indeseables	Amebiasis, colostomia, enteritis viral, estafilo, leptospirosis, meningitis linfocitaria, oxiuros, poliomiелitis, tenia, virosis entérica.
Precautorias	Angina de Vincent, anquilostomiasis, ascaridiosis, botulismo, brucelosis sin supuración, cisticercosis, disentería amebiana, encefalitis, equinococosis, esquistosomiasis, faringitis específica, fiebre amarilla, lepra, linfangitis, malaria, meningitis tuberculosa, moniliasis, mononucleosis infecciosa, paludismo, tétanos.

Fuente: Departamento de neonatología del hospital General San Juan de Dios

1.1.5.3 Muerte del paciente

Daños severos y hasta la muerte han sido ocasionados a niños prematuros en incubadoras. Reportes de algunos casos indican fallas en los termostatos que han ocasionado sobrecalentamiento o falta del mismo hasta provocar en el infante hipotermia. En ciertos casos se han encontrado desperfectos que producen incendios, choques eléctricos, falta de oxígeno.

Las complicaciones en la salud del paciente que utiliza la incubadora, son realmente severas cuando no se tratan a tiempo o como debieran de ser tratadas, y esto conlleva en algunos casos a la muerte del paciente.

La muerte del neonato que usó dicho equipo, se puede originar por el contagio de algún microorganismo que provoque algún tipo de enfermedad que perjudica la estabilidad de la salud en el paciente. Se menciona mucho el contagio de alguna enfermedad nosocomial, por la temperatura en que se encuentra el paciente, que es mas elevada a la del entorno, y esta es favorable para la multiplicación acelerada de los microorganismos. Las muertes de este tipo, son negligencias de las personas destinadas a la limpieza del equipo, porque muchos casos hacen a conciencia la limpieza del equipo, la cual se debe dar después del cambio de paciente.

Por otra parte, la muerte se puede presentar por la mala manipulación del equipo por parte del personal que lo opera. Esto puede ser responsabilidad del mismo personal, de la inconciencia que tienen, por desconectar las alarmas de temperatura y en algunos casos las de humedad y oxígeno. Otro factor es la falta de un instructivo adecuado que especifique el procedimiento adecuado para operar el equipo.

2. SITUACION ACTUAL DEL EQUIPO

En el hospital San Juan de Dios de la capital de Guatemala, inicialmente se realizara una evaluación por medio de una encuesta para conocer la situación en que se encuentran las incubadora, porque algunos equipos han cesado en su funcionamiento, otra parte están obsoletos y otros han sido descartados por falta de conocimiento de los usuarios en como desempeñar adecuadamente su función .

2.1 Revisión del equipo de incubadoras

Para tener una información real del estado de dichos equipos, se hace una revisión de la situación actual del equipo, en el área de neonatología de uno de los hospitales principales y más grandes de Guatemala, el Hospital General San Juan de Dios.

Para la revisión del equipo fue necesario entrar a la sala de Intensivo de los hospitales principales de la capital: San Juan de Dios y Roosevelt. En el Hospital General San Juan de Dios se encuentran 9 incubadoras fijas y 1 es portátil, 30 módulos térmicos y 6 lámparas de fototerapia. En el Hospital Roosevelt tienen 19 incubadoras fijas y 5 de transporte, 20 módulos térmicos y 10 lámparas de fototerapia. Al tener tanto equipo en tales hospitales se requiere que se practique rutinas de mantenimiento adecuadas para mantenerlas en perfecto funcionamiento.

Existe cierto porcentaje poblacional de pacientes que usan determinado equipo en neonatología. Para determinar esto se requiere tomar el promedio del número de nacimientos en cierto tiempo, del cual se tomó de referencia los siguientes datos:

Tabla no. IX. Niños nacidos de enero – febrero 2005

Mes	Niños nacidos
Enero 2005	498
Febrero 2005	502

Fuente: Departamento de Neonatología, Hospital General San Juan de Dios

Con ello se determinó que en promedio nacen 17 niños por día. Ello quiere decir que la capacidad del equipo cubre la demanda, porque se tienen 11 incubadoras, 30 módulos térmicos, 6 fototerapias y 10 cunas en transición y post-parto, teniendo un total de 47 equipos y 10 cunas en el Hospital General San Juan de Dios. El porcentaje adecuado para cubrir la demanda según los datos se determina en el apéndice 2.

Tabla no. X. Porcentaje de capacidad de los equipos en neonatología

Equipo	% de Capacidad para cubrir la demanda poblacional
Incubadora	19%
Módulos térmicos	53%
Fototerapia	11%
Cunas normales	18%

Fuente: Hospital General San Juan de Dios

Pero el número de pacientes dentro de neonatología se acumula, ya que no se les dá de alta el mismo día que nacen por diversas razones (algunas pueden ser: peso bajo, ictericia, enfermedades infectocontagiosas, estado crítico del bebé, deficiencia respiratoria), y con ello se ha llegado a tener 45 niños por día, en promedio, esto refleja que el equipo está llegando a los límites de su capacidad.

2.1.1 Condiciones de las incubadoras

El estado real del los equipos que están en funcionamiento actualmente en el Hospital General San Juan de Dios, es aceptable, sin embargo requiere que se le realice sus rutinas de mantenimiento para que su vida útil sea prolongada por el uso tan intensivo que recibe.

El uso de las incubadoras es masivo, ya que la tasa de natalidad en Guatemala es ascendente, y hay cierta incerteza de la que en un nacimiento el bebé requerirá algún equipo de neonatología. Es por esta razón que no se tiene una adecuada programación de mantenimiento preventivo al equipo, y esto afecta a su deterioro acelerado, porque la incubadora se mantiene encendida las 24 hr prestando el debido servicio. De vez en cuando el equipo se apaga y es donde el personal aprovecha a limpiar y asear a la incubadora que se encuentra en ese estado.

Varias incubadoras del Hospital General San Juan de Dios se encuentran en mal estado, por lo que es necesario analizar las causas mas frecuentes que ocasionan el desperfecto de las mismas, para repararlos y que puedan haber más equipos en uso para tener un equipo en descanso y no sobresaturar el uso de los demás. El mantenimiento correctivo se debe a la mala manipulación del equipo y a la falta de mantenimiento preventivo que necesitan las mismas.

2.1.2 Tabulación de datos

Se analizó la cantidad de equipo que se encuentran en mal estado, especificando las características a las que pertenece cada una.

En este capítulo se tabuló el detalle de los equipos y su costo aproximado (ver apéndice 1), las marcas más usadas en los hospitales más grandes de la capital en el departamento de neonatología (ver apéndice 3), también el porcentaje de uso de los equipos (ver apéndice 2), además las especificaciones de los fabricantes de incubadoras a nivel mundial, entre otros.

2.1.2.1 Registro de incubadoras en mal estado

Cuando una incubadora deja de funcionar por cualquier razón, es porque algo está fallando. Las razones pueden ser diversas pero la más general es por la falta de aseo y limpieza de las mismas, en pocas palabras, porque el usuario (enfermera) no cuida y limpia el equipo como es requerido, ya que al sacar a un bebé del equipo debe ser obligatorio que se pare y limpie el equipo.

En la rama de Intensivo B2 (incubadoras) en el área de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios se presta servicio de mantenimiento externo e interno. El mantenimiento externo del área de neonatología lo da Casa Médica, la cual está contratada para dar mantenimiento preventivo y correctivo a las mismas. El mantenimiento preventivo lo realizan los técnicos de esta casa en un área apta del hospital. Cuando requiere limpieza lo practica el usuario en el lugar de operación, siempre y cuando el paciente no esté dentro del equipo.

En el departamento de inventario del Hospital General San Juan Dios, se encuentran registradas las incubadoras existentes. Las incubadoras registradas según el inventario más reciente son:

Tabla no. XI. Inventario de Incubadoras del Hospital General San Juan de Dios

Unidades	Descripción	Registro	Valor
3	Incubadoras marca OHMEDA MEDICAL, modelo Careplus 2,000, con panel de control, series: HDEH-00037, HDEH-00038, HDEH-00039, color beige con azul.	18-303	Q209,610.00
2	Incubadoras marca OHMEDA OHIO.	18-06.	Q 90,712.00
3x	Incubadora marca Nideal Donativo, modelo H-1009, serie 978.	18-07.	Q179,936.13
1	Incubadora de transporte marca Ohmeda modelo No. LR 87400 serie AKJV00164.	18-08.	Q 56,236.83
2	Incubadoras marca OHMEDA OHIO Careplus 2,000	18-303	Q139,740.00

Fuente: Departamento de inventario del Hospital General San Juan de Dios

Tabla no. XII. Inventario de Incubadoras del hospital Roosevelt

Unidades	Descripción	Registro	Valor
19	Incubadora marca AIR SHIELD modelo C450H-1	3-1171-001 al 019	Q.1,710,000.00

Fuente: Departamento de inventario del hospital Roosevelt

Tabla no. XIII. Inventario de módulos térmicos del Hospital General San Juan de Dios

Unidades	Descripción	Registro	Valor
19	Cunas radiantes marca Fanem, modelo BA-51 TS, serie JU 7397	18-04	Q 923,096.00
1	Cuna radiante marca Omega serie No. HA-JV 00103	18-05	Q 62,893.00
10	Cunas radiantes para cuidados intensivos neonatales, marca OHMEDA MEDICAL, modelo IWS 3300 de color beige con gris, series: HCCH-50072, HCCH 50070, HCCH-50071, HCCH-50076, HCCH-50074 HCCH-50069, HCCH-50078, HCCH-50077, HCCH-50073, HCCH-50075.	18-304	Q 976,776.00

Fuente: Departamento de inventario del Hospital General San Juan de Dios

Tabla no. XIV. Inventario de Módulos térmicos del hospital Roosevelt

Unidades	Descripción	Registro	Valor
20	Cunas térmicas abiertas marca AIR SHIELD modelo PM78-1	3-1173-003 al 020	Q.2,000,000.00

Fuente: Departamento de inventario del hospital Roosevelt

Tabla no. XV. Inventario de fototerapia del Hospital General San Juan de Dios

Unidades	Descripción	Registro	Valor
1	Fototerapia portátil marca Fanem modelo OO6BA DT 7727	18-09	Q 15.941.83
2	Fototerapia portátil marca Isolette Nakamurs modelo 1500-102-80, series 508467 y 508468	18-10	Q 31,883.66
3	Fototerapia marca OHMEDA MEDICAL, modelo SPOT de color beige, con rodos sin serie.	18-301	Q 50,394.00

Fuente: Departamento de inventario del Hospital General San Juan de Dios

Tabla no. XVI. Inventario de fototerapia del hospital Roosevelt

Unidades	Descripción	Registro	Valor
10	Lámparas de fototerapia marca AIR SHIELD modelo PTL68-1	3-1280-001 al 010	Q.200,000.00

Fuente: Departamento de inventario del hospital Roosevelt

2.1.2.2 Marcas mas comunes de incubadoras

Es esencial para cualquier hospital saber la marca del equipo con el que cuenta. En la mayoría de casos la vida de los pacientes dependen mucho de los equipos, y es esta una de las razones que se debe de tomar en cuenta la marca en el momento de una próxima adquisición de equipo.

Según el registro de las incubadoras en el Hospital General San Juan de Dios dos marcas son las más comunes usadas durante varios años y en el Roosevelt una sola marca. Una de estas marcas es NIDEAL H-1000, adquiridos en 1992. La otra marca y la más utilizada es OHMEDA MEDICAL modelo OHIO CARE PLUS y se encuentra una incubadora portátil de la misma marca pero con su descripción OHIO AIR-VAC TRANSPORT INCUBATOR. Y en el otro hospital unicamente usan la marca AIR SHIELD (ver apéndice 3).

Tabla no. XVII. Marcas más utilizadas de equipo de neonatología en los hospitales más grandes de la capital

Hospital	Marcas	Incubadoras	Módulos térmicos	Fototerapia	Total
Roosevelth	Air Shield	19	20	10	49
San Juan de Dios	Air Shield	0	0	2	2
	Ohmeda	8	10	3	21
	Fanem	0	19	1	20
	Nideal	3	0	0	3
	Omega	0	1	0	1

Fuente: Departamento de registro e inventario del Hospital General San Juan de Dios y del hospital Roosevelt

Las marcas mencionadas son eficientes al momento de prestar su correspondiente servicio, pero como cualquier equipo requieren de su mantenimiento para que el funcionamiento siga igual según las descripciones de la casa fabricante.

Muchas veces la marca del equipo es buena y eficiente, pero por la falta de mantenimiento este empieza a deteriorarse. Por ello se requiere mantener un buen programa de mantenimiento al equipo.

2.1.2.3 Tiempo de uso diario del equipo

El tiempo que presta servicio la incubadora al paciente es indefinido. Las condiciones del paciente son críticas y más que todo se da por el bajo peso en el nacimiento. Clínicamente se ha estimado que el bebé incrementa 20 gramos por día, y el cual se encuentra en condiciones aptas para salir de la incubadora cuando este pesa aproximadamente 1.8 Kilogramos o 4 libras. Para que el paciente llegue al peso estimado, el equipo pasa encendido las 24 horas del día y por la falta de equipo eficiente, el paciente está en cola para usar el equipo.

De acuerdo a la gravedad del paciente en cola, se evalúa las condiciones de los niños, que en ese momento las ocupan y se para pasarlos a módulos térmicos. Estos prestan el mismo servicio similares al de la incubadora, para niños con más defensas. Esto indica que el equipo es de alto riesgo.

2.1.2.3.1 Horas hombre

Las personas que usan el equipo en forma operativa, son las enfermeras. Teóricamente deben dedicar el 100% de su tiempo al cuidado de los pacientes, pero para ello se requiere que tengan el debido conocimiento del equipo. Cuando se hace referencia que deben pasar todo el tiempo al cuidado del paciente y equipo es que las 24 horas del día se debe de vigilar.

Las jornadas de trabajo para las enfermeras en el Hospital General San Juan de Dios en neonatología son rotativos. El matutino inicia a las 7:00 y termina a las 13:30 horas, el vespertino que comienza a las 13:00 y termina a las 19:30 horas y el nocturno entran a las 19:00 y salen a las 7:00 horas. Están organizados para tener un cuidado intensivo a los pacientes en neonatología, y así mismo tener un control del buen funcionamiento del equipo.

Es necesario saber el número asignado de enfermeras por turno, para determinar aproximadamente los niños que están a cargo de ellas. En el turno diurno hay nueve enfermeras: una jefe del depto. clínico de pediatría, dos supervisoras de área, una jefe de servicio y cinco auxiliares de enfermería, en el turno vespertino hay siete: una supervisoras de área, una jefe de servicio y cinco auxiliares de enfermería y en el turno nocturno hay seis enfermeras: una jefe de servicio y cinco auxiliares de enfermería. Las enfermeras auxiliares son las que directamente cuidan a los pacientes, y por día se tiene en promedio 45 niños por día, por lo tanto son 9 niños por enfermera por turno.

2.1.2.3.2 Horas equipo

Al estar encendido por días consecutivos este tipo de equipo, se deprecia, se deteriora, esto sucede con más frecuencia cuando al equipo no se le da el debido mantenimiento.

El nacimiento de muchos niños de bajo peso hace necesario el uso de incubadoras, por lo que es importante que las autoridades revisen los incrementos en las tasas de natalidad anual y determinar el porcentaje de niños nacidos requieren el uso del equipo por tamaño y condiciones de su nacimiento.

2.2 Fallas más comunes de la incubadora

Con el uso constante, la incubadora presenta desperfectos de funcionamiento, más aún cuando no se le da el debido mantenimiento preventivo.

Por el uso continuo del equipo sin que tenga los períodos de descanso, se tiende a deteriorar, y con ello puede presentar repentinamente alguna falla la cual de acuerdo a la gravedad de la misma puede hacer fallar los parámetros del equipo y producir daños en los niños o llegar a hacer.

Para la reparación de una unidad, se requiere inicialmente de un buen diagnóstico, de la limpieza profunda del equipo y del cambio de los repuestos que sean requeridos. Para ello es necesario que los equipos comprados tengan respaldo de que la casa distribuidora del equipo cuente con un stock de repuestos para que su cambio sea más rápido. En caso contrario se debe usar repuestos genéricos y si existen partes del equipo que estén rotos, se debe reconocer que tipo de plástico y adhesivos epóxicos se puedan aplicar para cambiar o pegar las partes que tengan daño.

Hay que incentivar un hábito de limpieza para evitar las fallas en los equipos y principalmente el que los mismos haya limpieza para evitar virus o bacterias que enfermen al paciente que hace uso del equipo.

2.2.1 Clasificación de fallas

Las causas por las cuales se puede clasificar las fallas de una incubadora es según el síntoma que presentan, el cual se detalla en la próxima tabla.

2.2.1.1 Síntoma

Muchos equipos pueden fallar por el desgaste que se produce por el uso continuo. Los motivos del desgaste, puede ser el uso prolongado continuo del equipo, falta de mantenimiento preventivo, limpieza inadecuada, mala manipulación del equipo.

Las fallas más comunes que puede presentar una incubadora, son las siguientes: no llega energía al controlador, la unidad no calienta, se apagan todos los leds durante el uso, no responden los interruptores del control de temperatura, aparecen desperfectos en el pantalla digital de temperatura del paciente, la alarma no se apaga y los indicadores no se iluminan, fallan las alarmas del sistema, de circulación de aire, de falta de poder.

Cuando una incubadora empieza a presentar síntomas de mal funcionamiento, significa que algo anda mal. Puede indicar la falta de mantenimiento preventivo, y si este no se practica según lo estipule un buen programa de mantenimiento, el equipo puede fallar y arruinarse, según la gravedad de la falla.

2.2.1.2 Posible causa

Cuando el equipo presenta alguna falla, se debe de buscar la causa. Para ello se debe realizar un diagnostico de que fue lo que produjo la falla para poder determinar la causa y corregirla antes que el problema sea mayor. Es importante con esto capacitar las enfermeras en los problemas que se dan y las medidas urgentes que pueden tomar o que llamen al técnico en mantenimiento para corregir el problema.

A continuación se muestra una tabla con el síntoma de falla de la incubadora, su posible causa y además se agrega una acción recomendada para los usuarios del equipo.

Tabla no. XVIII. Síntoma de falla, causa y solución a problemas de incubadora

Síntoma	Posible causa	Acción recomendada
1. No llega energía al controlador	No hay energía o está desconectada la unidad	Conecte la unidad Encienda la unidad
2. La unidad no calienta en modo de control del paciente	Temperatura de la sonda es menos que 30° C	Caliente la sonda a mas de 30° C
3. Se apagan todos los LEDs durante el uso	Abra la tierra física	Reinstale la energía Si vuelve a ocurrir, deje de usar y llame a su técnico
4. No responden los interruptores de forma de control, temperatura o sobrecarga	Los interruptores no están activos (el indicador "permitir" está apagado)	Oprima el interruptor Enable para activar interruptores
5. Aparece HHHH o LLLL en la forma de control de aire en el pantalla digital de temperatura del paciente	No está conectado el sensor del paciente Falla del sensor del paciente	Conecte el sensor del paciente al controlador
6. La alarma no se apaga y los indicadores no se iluminan	Falla del microprocesador	Deje de usar y llame al técnico
7. Alarma de falla del sistema	Falla eléctrica	Anote el código de error y apague la unidad.
8. Alarma de falla del sensor	Se desconectó el sensor de aire. Se registra 0.00 en el pantalla digital de temperatura de aire.	Vuelva a conectar el sensor de temperatura del aire.
	Se desconectó el sensor del paciente en la forma de control del paciente. La temperatura se registra como HHHH.	Vuelva a conectar el sensor de temperatura del paciente
	No funciona bien el sensor del paciente. La temperatura se registra como LLLL	Cambie el sensor del paciente.
	Falta de la unidad de control	Deje de usar y llame al técnico

Continuación

9. Alarma de circulación de aire	Falta el enfriador del motor o falta un ventilador	Deje de usar y llame al técnico
10. Alarma de falta de poder	El cordón eléctrico no está bien conectado	
11. Falla uno o más indicadores	Falla eléctrica	Deje de usar y llame al técnico

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

A continuación se muestra una tabla con el síntoma de falla de incubadora de transporte, su posible causa y además se agrega una acción recomendada para los usuarios del equipo.

Tabla no. XIX. Síntoma de falla, causa y solución a problemas de incubadora de transporte

Síntoma	Posible causa	Acción recomendada
Hacer referencia de incubadora, tabla no. XVIII		
Falta energía	Batería descargada	Cargar batería
	Batería con desperfecto	Cambiar batería

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

A continuación se muestra una tabla con el síntoma de falla del módulo térmico, su posible causa y además se agrega una acción recomendada para los usuarios del equipo.

Tabla no. XX. Síntoma de falla, causa y solución a problemas de módulo térmico

Síntoma	Posible causa	Acción recomendada
Seguir los pasos 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10 y 11 de la incubadora de la tabla no. XVIII		
1. La cuna no se puede levantar ni bajar	Interrupción térmica del motor abierta	Esperar 30 minutos para que el motor se enfríe. Si todavía no se puede subir o bajar la cuna, referir la unidad al servicio.
2. Indicador TEMP. CORPORAL °C en blanco cuando se opera en modo manual	Sonda del paciente desconectada del controlador	Reconectar la sonda del paciente en el controlador.
3. Las lámparas de la fototerapia no se encienden	Un interruptor FOTOTERAPIA en el módulo de calentamiento asociado no está en ENCENDIDO	Colocar el interruptor FOTOTERAPIA en ENCENDIDO
	Los cables del sistema de fototerapia no están conectados al módulo de calentamiento asociado	Conectar los cables a los conectores de fototerapia en el módulo de calentamiento.
4. Activada la alarma FALLA DE ENERGÍA	Alguna lámpara está quemada	Cambiar lámpara
	El interruptor de circuito se desconectó	Reprogramar los interruptores del circuito
	Desconectados los cables de energía	Confirmar que estén bien conectados a los receptáculos tanto de pared como del panel de control y el módulo de calentamiento
	Cable de energía defectuoso	Sustituir el cable

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

Se muestra la tabla con el síntoma de falla de lámparas de fototerapia, su posible causa y además se agrega una acción recomendada para los usuarios del equipo.

Tabla no. XXI. Síntoma de falla, causa y solución a problemas de fototerapia

Síntoma	Posible causa	Acción recomendada
Seguir los pasos 1, 3, 6, 7 y 10 de la incubadora de la tabla no. , y el paso 3 de módulo térmico de la tabla no.		
Reducción de la luminosidad	Placa acrílica sucia	Retirla y limpiar la placa acrílica
	Lámpara débil o quemada	Sustituirla por una nueva

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

3. PROPUESTA DE ADMINISTRACION PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPO

En este capitulo se desarrollan las técnicas y herramientas de ingeniería para planificar y desarrollar su posterior implementación, con esto se construyen los documentos e instructivos necesarios y se chequean si han sido elaborados acorde al planteamiento de los objetivos, se plantea la administración de mantenimiento preventivo.

3.1 Planificación del mantenimiento preventivo

Para prolongar la vida de las incubadoras, se debe prestar un buen mantenimiento preventivo. No obstante, debe de administrarse adecuadamente, para poder organizar bien las rutinas y materiales a utilizar, y con ello obtener resultados óptimos para el equipo.

La planificación es una de las herramientas básicas de la administración. Esta guía y orienta las metas y objetivos hacia un común. La planificación es esencial para la organización de actividades y puede ser agrupada por organigramas (ver anexo 1). Estas deben ser bien estructuradas para tener un mantenimiento eficiente cuando se le preste servicio al equipo.

3.1.1 Análisis FODA

El FODA es el principio por medio del cual se hace un análisis de la situación actual. En la palabra FODA cada sigla de la palabra tiene su significado, como “F” significa fortaleza, “O” significa oportunidades, “D” debilidades y “A” significa amenazas.

3.1.1.1 Fortalezas:

Enmarcan los elementos positivos que el mantenimiento posee y que constituyen recursos muy importantes para alcanzar los objetivos de la planificación para un buen desempeño del mismo.

- Adecuada organización de personal y recursos
- Suficiente personal en el departamento de mantenimiento
- Que el servicio de mantenimiento se realice las 24 hrs del día
- Área especial para mantenimiento
- Conocimiento empírico
- Apoyo de mantenimiento externo con casas proveedoras en equipo nuevo

3.1.1.2 Oportunidades

Detección de las deficiencias de la competencia que constituyen opciones de aprovechamiento positivo.

- Horarios por turno

- Especialización en determinada área para los técnicos
- Evaluación periódica del personal
- Bajo costo de mantenimiento

3.1.1.3 Debilidades

Son todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que el mantenimiento ya tiene y que constituyen barreras para lograr la eficiente marcha del programa.

- Capacitación irregular para el personal de mantenimiento
- Deficiencia en supervisión de los trabajos realizados en los equipos
- Falta de registros y documentación en prácticas de mantenimiento
- Los usuarios de los equipos en el hospital, a veces no siguen el procedimiento adecuado para poder operarlo
- No se cuenta con un manual de equipo oficial para operar el equipo

3.1.1.4 Amenazas

Contiene aspectos del entorno que conforman un riesgo para el departamento de mantenimiento del hospital

- Por el hacinamiento de población, los equipos tienen más demanda de uso, del cual se puede prestar por lo que el mantenimiento preventivo no es adecuado
- Obsolescencia de equipo donado por falta de manuales de operación y mantenimiento

3.1.2 Mantenimiento preventivo

Consiste en la acción planeada, por medio de programas por esa razón, este mantenimiento es mas barato que el mantenimiento correctivo, ya que, tanto el material como la mano de obra y el tiempo están adecuados en cantidad, calidad y costo.

El análisis de operación del mantenimiento preventivo conforme a la información recopilada a través del tiempo y a las recomendaciones del fabricante permitirá mejorar constantemente este tipo de mantenimiento.

El desarrollo del mantenimiento preventivo básico se realizara a través de las siguiente actividades: inspecciones, ajustes, lubricación y limpieza.

Entre las ventajas del mantenimiento preventivo está la confiabilidad, la disminución del tiempo muerto del equipo, la prolongación de la vida útil, reducción del costo de reparación y en la existencia de repuestos en bodega.

Se puede considerar que el mantenimiento es la serie de trabajos que se ejecuta en algún artefacto, instalación o edificación, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado.

El mantenimiento es una actividad íntimamente ligada a la operación de instituciones hospitalarias y tiene como propósito principal el asegurar que dichas instituciones funcionen en condiciones compatibles con los objetivos de prestación de servicios de salud. Tales objetivos deben cumplirse dentro de un nivel optimo de operación.

Para las diferentes actividades de mantenimiento hay diferentes intensidades, depende de la edad del equipo y de los años de uso, que se puede describir en una característica de eficiencia.

3.1.3 Descripción de las rutinas de mantenimiento

Para organizar adecuadamente el mantenimiento se debe de tener una rutina bien diseñada. Las rutinas de mantenimiento son esenciales para prolongar la vida del equipo.

Según el tiempo que transcurra se le dará diferente mantenimiento a la incubadora, mientras el lapso es mayor, así será profundo el mantenimiento. La rutina mas pronta en darle mantenimiento a la incubadora es la diaria, continuando con la semanal, mensual y terminando con la trimestral.

3.1.3.1 Rutina de mantenimiento diaria de incubadora

Descripción

- a. Verificación de la limpieza del equipo en general
- b. Inspección de accesorios, indicadores de funcionamiento: cabina cubierta, termómetro, mangueras, humedecedor y nivel de agua destilada, ventilador, mangas de acceso, control del filtro bacteriológico.
- c. Verificación de parámetros de funcionamiento: temperatura, humedad, oxígeno.

Tabla No. XXII. Materiales y Herramientas requeridas para realizar la rutina de mantenimiento diaria para incubadora

Tiempo de ejecución horas-hombre (hrs)	<i>Materiales</i>	Herramientas básicas
1) 0.1	1) Lanilla de tela 0.5 yardas	1) Manual de operaciones del equipo
2) Operador del equipo	2) Jabón suave germicida	
	3) Solución bactericida virucida	
	4) Filtro bacteriológico (original) por posible reemplazo.	
	5) Agua destilada estéril	

Fuente: Protocolo de mantenimiento preventivo, Dirección general de desarrollo tecnológico de Managua

Procedimiento:

- I Inspeccione la limpieza en general de la incubadora. Limpie la superficie exterior diariamente utilizando jabón suave y agua o una solución germicida.

- II Verifique que todos los accesorios eléctricos y mecánicos trabajan cabalmente comprobando el funcionamiento del termómetro, lámparas indicadoras de operación, humedecedor, mangas de acceso, alarma por falta de energía. Asimismo se debe verificar la fecha de recambio del filtro bacteriológico la cual debe estar claramente establecida en su etiqueta de control de cambio de filtro.

III Verificación de parámetros de funcionamiento según lo establecido. Temperatura, humedad (rellenar de agua destilada si es necesario) de oxígeno. alertar ante posibles desajustes y hacer las correcciones debidas.

3.1.3.2 Rutina de mantenimiento semanal de incubadora

Descripción

Realizar las actividades programadas en el mantenimiento diario

- d. Limpieza general de la incubadora al menos cada cinco días o cada vez que se saque un paciente.
- e. Limpieza de los demás accesorios.

Chequear la tabla XXII que incluye los materiales y Herramientas requeridas para realizar la rutina de mantenimiento semanal para incubadora que son iguales a los usados diariamente

Procedimiento:

- IV Antes de proceder a una limpieza general del equipo después de retirado a un niño o cada cinco días independientemente de cual sea primero es importante desconectar el equipo de la red eléctrica por seguridad.

- V La limpieza de la incubadora se deberá realizar con un jabón suave y agua tibia, haciéndose después un enjuague también con agua tibia y complementándose con una solución germicida. Se deberán limpiar todos los accesorios que soportan al bebé y el empaque de la cubierta.
- VI Limpie el deflector de la cámara humedecedora.
- VII Haga cambio de filtro bacteriológico si es posible poniendo la llave en posición de drenaje, desinfecte y vuelva a rellenar utilizando agua destilada estéril.
- VIII Después de retirar un niño de la incubador es preciso hacer una limpieza total de todos los accesorios soluciones germicidas, algunas son ellas ya conocidas en los hospitales, pero es también indicado limpiar los equipos con un jabón suave y agua tibia. Limpiar de esta manera la cubierta de la incubadora (no usar alcohol ni otras soluciones corrosivas), accesorios de las puertas de acceso: anillos retenedores, puertas, (las mangas pueden ser desechadas por otras de reemplazo).
- IX Verificar y limpiar ductos de ventilación y el tubo de entrada de aire utilizando también soluciones bactericidas para su superficie exterior e interior. Es importante comprobar que estén libres de cualquier obstáculo que impida el flujo normal de aire y cause altas concentraciones de oxígeno.
- X Drenar el agua de la cámara del humedecedor poniendo la llave en posición de drenaje, desinfectar y volver a rellenar utilizando agua destilada estéril.

- XI La unidad de potencia deberá ser removida cada vez que se haga una limpieza total de la incubadora para prevenir desperfectos debido a los residuos de líquidos bactericidas. no permita que los agentes de limpieza contactes los componentes eléctricos.

3.1.3.3 Rutina de mantenimiento mensual de incubadora

Descripción

Realizar las actividades programadas en el mantenimiento semanal.

- f. Inspección del sistema de alimentación principal: fusible de entrada, cordón de tomacorriente.
- g. Inspección del sistema eléctrico y mecánico: Sistema de alarmas por falta de energía, temperatura, sistema de temperatura (la que lo disponga). Inspección del mecanismo del ventilador, calentador y motor eléctrico.
- h. Inspección de la pila auxiliar para el sistema de alarma.

Tabla No. XXIII. Materiales y Herramientas requeridas para realizar la rutina de mantenimiento mensual para incubadora

Tiempo de ejecución horas-hombre (hrs)	Materiales	Herramientas básicas
Referencia al paso 1 de rutina semanal de la tabla no. 22	Regencia al paso 1, 2, 3, 4 y 5 de rutina semanal de la tabla no. 22	2. Juego de llaves y desarmadores mixtos
3. Técnicos en equipos médicos	6. Limpiador de contactos eléctricos (frasco de 20 onzas)	3. Equipo completo de electricidad y electrónica
	7. Lija No. 400, 1 pliego	4. Voltiamperímetro VOM con escala de (0-500)V y (0-10)A AC-DC

Continuación

	8. Aceite penetrante (frasco de 20 onzas)	5. Manual de servicio técnico
	9. Aceite no. 10 (frasco de 8 onzas)	
	10. Cepillo plástico pequeño de dientes	
	11. Agua destilada estéril	

Fuente: Protocolo de mantenimiento preventivo, Dirección general de desarrollo tecnológico de Managua

Procedimiento:

Realice el procedimiento descrito en el mantenimiento semanal.

- XII Proceda a realizar una inspección en el cable de tomacorriente de energía, es importante que se encuentre integro sin dobleces ni roturas. La clavija deberá tener un toma de tierra (polarizado) y hará contacto rígido con el tomacorriente de pared.
- XIII Tenga acceso a la unidad de potencia y haga una inspección del fusible, limpie con liquido para contactos eléctricos si es posible y permita un contacto rígido con las uñas del portafusible.
- XIV Verifique los controles que tienen que ver con el sistema de alarma: temperatura, falta de energía. Haga simulaciones de falta de estos parámetros. Asimismo verifique la temperatura y compruebe la integridad del sensor de temperatura.

XV Proceda a cambiar si presenta daños físicos visibles. Verifique las recomendaciones del fabricante las conexiones eléctricas. Inspeccione el calentador eléctrico, límpielo y verifique sus conexiones eléctricas.

XVI Inspeccione el estado de la pila auxiliar para el sistema de alarma. Compruebe con un tester su estado de carga, reemplace si es preciso. Si la pila es del tipo recargable entonces se debe seguir las recomendaciones del fabricante para su régimen de carga y descarga.

3.1.3.4 Rutina de mantenimiento trimestral de incubadora

Descripción

Realizar las actividades programadas en el mantenimiento semanal y mensual.

i. Cambio del filtro bacteriológico.

j. Inspección del estado general de la incubadora: prevenir daños físicos como abolladuras, corrosión; revisión del aislamiento interno, lubricación de su sistema motriz.

Chequear la tabla XXIII que incluye los materiales y Herramientas requeridas para realizar la rutina de mantenimiento mensual para incubadora que son iguales a los usados trimestral.









Procedimiento:

Realice el procedimiento descrito en el mantenimiento semanal y mensual.







XVII Haga el cambio del filtro bacteriológico según indicaciones del fabricante. Es importante anotar siempre la fecha en que se realiza esta acción tener una referencia.

XVIII Verificar el estado físico de la incubadora haciendo las correcciones necesarias para prevenir daños mayores.

Tabla no. XXIV. Rutinas de mantenimiento de incubadora ilustrada

<p>Procedimiento I</p>  <p>Figura no. 7</p>	<p>Procedimiento II</p>  <p>Figura no. 8</p>	<p>Procedimiento III</p>  <p>Figura no. 9</p>
<p>Procedimiento IV</p>  <p>Figura no. 10</p>	<p>Procedimiento V</p>  <p>Figura no. 11</p>	<p>Procedimiento VI</p>  <p>Figura no. 12</p>
<p>Procedimiento VII</p>  <p>Figura no. 13</p>	<p>Procedimiento VIII</p>  <p>Figura no. 14</p>	<p>Procedimiento IX</p> <p>Ver Figura no. 10</p>

Continuación

<p>Procedimiento X</p> <p>Ver figura no. 12</p>	<p>Procedimiento XI</p>  <p>Figura no. 15</p>	<p>Procedimiento XII</p>  <p>Figura no. 16</p>
<p>Procedimiento XIII</p>  <p>Figura no. 17</p>	<p>Procedimiento XIV</p> <p>Ver figura no. 9</p>	<p>Procedimiento XV</p>  <p>Figura no. 18</p>
<p>Procedimiento XVI</p> <p>Aplica unicamente a incubadoras de transporte</p>	<p>Procedimiento XVII</p>  <p>Figura no. 19</p>	<p>Procedimiento XVIII</p>  <p>Figura no. 20</p>

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

3.1.4 Rutina de mantenimiento de módulos térmicos y fototerapia

A continuación se muestra un cuadro de las rutinas de mantenimiento de módulos térmicos:

Tabla no. XXV. Rutinas de mantenimiento de módulos térmicos

Rutina	Descripción	Materiales y herramientas			Procedimiento
		Tiempo en Hrs	Materiales	Herramientas básicas	
Diaria	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina diaria de mantenimiento para incubadoras	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 1	Todos los pasos de tabla no. XXII, excepto el 4, Columna 2	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 3	Realizar todos los pasos de procedimiento de la rutina diaria de mantenimiento para incubadoras
	A. Inspección de los paneles laterales				1. Revisar que los paneles estén bien colocados en sus bases
Semanal	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina semanal de mantenimiento para incubadoras, y el paso A de esta columna	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 1	Todos los pasos de tabla no. XXII, excepto el 4, Columna 2	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 3	Realizar los pasos de la rutina de procedimiento de mantenimiento para incubadoras, excepto pasos 6, 7 y 10, y agregar los pasos 1 de esta columna.
	B Limpiar las lámparas de fototerapia				2. quitar la suciedad que están en la fototerapia, para hacer esto se debe retirar al paciente.
Mensual	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina mensual de mantenimiento para incubadoras, exceptuando únicamente el inciso h, y agregar los pasos A, y B de esta columna	Todos los pasos de la columna 1, tabla no. XXIII	Todos los pasos de columna 2 tabla no. XXIII, excepto paso 4	Todos los pasos de la columna 3, tabla no. XXIII	Realizar los pasos de la rutina de procedimiento de mantenimiento para incubadoras, excepto pasos 6, 7 y 10, y agregar los pasos 1, y 2 de esta columna.
	C Chequear lámparas de luz de examen				3. sustituir la lámpara de luz blanca por una nueva
	D. Cambiar lámparas cuarzo-halógeno				4. sustituir las lámparas fluorescentes por nuevas

Continuación

Trimestral	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina trimestral de mantenimiento para incubadoras, exceptuando los incisos h e i, y agregar los pasos A, B, C, y D de esta columna	Todos los pasos de la columna 1, tabla no. XXIII	Todos los pasos de columna 2 tabla no. XXIII, excepto paso 4	Todos los pasos de la columna 3, tabla no. XXIII	Realizar los pasos de la rutina de procedimiento de mantenimiento para incubadoras, excepto pasos 6, 7, 10, 16 y 17 y agregar los pasos 1, 2, 3, y 4 de esta columna.
	E Revisión del sistema hidráulico de la cuna				5. Lubricar el sistema hidráulico, además revisar el pistón que se encuentre en buen estado

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

A continuación se muestra un cuadro de las rutinas de mantenimiento de lámparas de fototerapia:

Tabla no. XXVI. Rutinas de mantenimiento de fototerapia

Rutina	Descripción	Materiales y herramientas			Procedimiento
		Tiempo en Hrs	Materiales	Herramientas básicas	
Diaria	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina diaria de mantenimiento para incubadoras, excepto inciso b	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 1	Todos los pasos de tabla no. XXII, excepto el 4, Columna 2	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 3	Realizar todos los pasos de procedimiento de la rutina diaria de de mantenimiento para incubadoras, excepto el paso II
	A. Limpieza de placa acrílica				1. Frotar con una franela, la solución germicida sobre la placa acrílica de las lámparas

Continuación

Semanal	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina semanal de mantenimiento para incubadoras, excepto el paso b y e. Agregar el paso A de esta columna	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 1	Todos los pasos de tabla no. XXII, excepto el 4, Columna 2	Paso 1 de tabla no. XXII, columna 3	Realizar los pasos de la rutina de procedimiento de mantenimiento para incubadoras, excepto pasos 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, y agregar los pasos 1 de esta columna..
	B Limpiar las lámparas de fototerapia				2. quitar la suciedad que están en la fototerapia, para hacer esto se debe retirar al paciente.
Mensual	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina mensual de mantenimiento para incubadoras, exceptuando los incisos b, e y h,, y agregar los pasos A, y B de esta columna	Todos los pasos de la columna 1, excepto el paso 2 de tabla no. XXIII	Todos los pasos de columna 2 tabla no. XXIII, excepto paso 4	Todos los pasos de la columna 3, tabla no. XXIII	Realizar los pasos de la rutina de procedimiento de mantenimiento para incubadoras, excepto pasos 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 12, y agregar los pasos 1, y 2 de esta columna.
	C Chequear lámparas de luz de examen				3. sustituir la lámpara de luz blanca por una nueva
	D. Cambiar lámparas cuarzo-halógeno				4. sustituir las lámparas fluorescentes por nuevas
Trimestral	Realizar todos los pasos de descripción de la rutina trimestral de mantenimiento para incubadoras, exceptuando los incisos b, e, h e i, y agregar los pasos A, B, C, y D de esta columna	Todos los pasos de la columna 1, excepto el paso 2 de tabla no. XXIII	Todos los pasos de columna 2 tabla no. XXIII, excepto paso 4	Todos los pasos de la columna 3, tabla no. XXIII	Realizar los pasos de la rutina de procedimiento de mantenimiento para incubadoras, excepto pasos 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16 y 17 y agregar los pasos 1, 2 , 3, y 4 de esta columna.
	E Revisión del sistema hidráulico de la cuna				5. Lubricar el sistema hidráulico, además revisar el pistón que se encuentre en buen estado

Fuente: Departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios

3.1.5 Frecuencia de uso de materiales y herramientas para realizar las rutinas de mantenimiento

A continuación se muestra en forma resumida las rutinas de mantenimiento de la incubadora:

Tabla no. XXVII. Frecuencia de uso de materiales y herramienta para realizar las rutinas de mantenimiento en incubadoras

Tiempo de ejecución horas-hombre (hrs)	Materiales	Herramientas básicas	Diario			Semanal			Mensual			trimestral		
			Tiempo hrs	Materiales	Herramienta	Tiempo hrs	Materiales	Herramienta	Tiempo hrs	Materiales	Herramienta	Tiempo hrs	Materiales	Herramienta
0.1	Lanilla de tela 0.5 yardas	Manual de operaciones	x	X	x	x	x	X	X	X		x	x	X
Operador del equipo	Jabón suave germicida	Juego de llaves y desarmadores mixtos	x	X		x	X			X	X		x	X
Técnicos en equipos médicos	Solución bactericida virucida	Equipo completo de electricidad y electrónica		X			X		x	X	X	x	x	X
	Filtro bacteriológico (original) por posible reemplaza.	Voltiamperímetro VOM con escala de (0-500)V y (0-10)A AC-DC		X			X				X			X
	Agua destilada estéril	Manual de servicio técnico		x			X				x			X
	Limpiador de contactos eléctricos (frasco de 20 onzas)									X			X	
	Lija No. 400, 1 pliego									X			X	
	Aceite penetrante (frasco de 20 onzas)									X			X	
	Aceite no. 10 (frasco de 8 onzas)									X			X	

Continuación

	Cepillo plástico pequeño de dientes									X			X	
	Agua destilada estéril									X			X	

Fuente: Resumen de la tabla 22 y 23

3.1.6 Cantidad de materiales y herramientas requeridos para realizar las rutinas de mantenimiento

Para cada rutinas de mantenimiento se requieren algunas cantidades de ciertos materiales especiales, de los cuales se mencionan a continuación:

Tabla no. XXVIII. Cantidad de materiales y herramientas requeridas para realizar las rutinas de mantenimiento

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Herramientas básicas	Observaciones
1	Lanilla de tela	Yardas	0.5	Manual de operación del equipo	Posible reemplazo
	Jabón suave germicida	Unidad	1		
	Solución bactericida virucida	Onzas	1		
	Filtro bacteriológico (original)	Unidad	1		
	Agua destilada estéril	Litros	0.5		
2	Lanilla de tela	Yardas	0.5	Manual de operación del equipo	Posible reemplazo
	Jabón suave germicida	Unidad	1		
	Solución bactericida virucida	Onzas	1		
	Filtro bacteriológico (original)	Unidad	1		
	Agua destilada estéril	Litros	0.5		

Continuación

3	Lanilla de tela	Yardas	0.5	Juego de llaves y desarmadores mixtos
	Jabón suave germicida	Unidad	1	Equipo completo de electricidad y electrónica
	Solución bactericida virucida	Onzas	1	Voltiamperímetro VOM con excalas de (0-0.5)V y (0-10)A AC - DC.
	Limpiador de contactos eléctricos (frasco de 20 onzas)	Frasco	1	Manual de operación del equipo
	Lija para metal No. 400	Pliego	1	
	Aceite penetrante (frasco 20 onzas)	Frasco	1	
	Aceite lubricante No 10 (frasco de 20 onzas)	Frasco	1	
	Cepillo de Nylon pequeño (dientes)	Unidad	1	
	Agua destilada estéril	Litros	0.5	
4	Lanilla de tela	Yardas	0.5	Juego de llaves y desarmadores mixtos
	Jabón suave germicida	Unidad	1	Equipo completo de electricidad y electrónica
	Solución bactericida virucida	Onzas	1	Voltiamperímetro VOM con excalas de (0-0.5)V y (0-10)A AC - DC.
	Limpiador de contactos eléctricos (frasco de 20 onzas)	Frasco	1	Manual de operación del equipo
	Lija para metal No. 400	Pliego	1	
	Aceite penetrante (frasco 20 onzas)	Frasco	1	
	Aceite lubricante No 10 (frasco de 20 onzas)	Frasco	1	
	Cepillo de Nylon pequeño (dientes)	Unidad	1	

Fuente: Protocolo de mantenimiento preventivo, Dirección general de desarrollo tecnológico de Managua

3.2 Control del mantenimiento

Es necesario llevar un control de la ejecución o no. de las rutinas de mantenimiento respectivas y las fechas que se realizaron por equipo. Para ello es indispensable que el técnico de mantenimiento lleve una hoja denominada “orden de trabajo” (ver Anexo 2), en donde se destalla lo que se le hizo al equipo, nombre del técnico, fecha y debe ir firmada por la encargada del servicio en donde está el equipo y por el jefe de mantenimiento. Esto permitirá que se establezca un control de lo ejecutado.

3.2.1 Mantenimiento de emergencia

Es la serie de trabajos que es necesario ejecutar en las instalaciones, aparatos o maquinaria, cuando estos dejan de proporcionar, parcial o totalmente, el servicio para el cual fueron diseñados, es decir, cuando ya es necesario recuperar el servicio.

El empleo único de mantenimiento correctivo origina descontrol debido a que se puede tener en uso un equipo que no cumple con las funciones específicas y puede causar daños en la salud del paciente sin que muchas veces la enfermera se percate de que el equipo está en mal estado. En resumen, son muchos los estragos que trae consigo este sistema, por lo que solo debe emplearse como emergencia. En el caso de las incubadoras, se vuelven obsoletas, y muchas veces rechazan el equipo, y lo sustituyen por un equipo nuevo.

Las fallas se pueden presentar debido a defectos de fabricación e instalación, en un hospital este tipo de falla debería ser cubierta con la garantía de la empresa proveedora. Normalmente se presentan también fallas de tipo ocasional por razones de estadística. También se producen fallas debidas a la edad del equipo, causadas por desgaste de los componentes del equipo, este porcentaje aumenta hasta cierto nivel, cuando todos los componentes son reemplazados.

3.2.2 Instructivos y procedimientos

Un equipo siempre debe de contar con un manual que respalde el correcto procedimiento para el buen desempeño del mismo, es por ello que surge la necesidad de hacer un instructivo básico para la operación de la incubadora, que continuación se presenta. Con referencia a los procedimientos, se trata de estandarizarlos para poder aplicarlos a cualquier marca de incubadoras.

El procedimiento de operación se divide en dos: procedimiento de revisión general funcional de operación y operación durante su uso. La revisión operacional se debe realizar cada vez que la incubadora se pone en servicio, para verificar la operación correcta de todas las funciones. La sección de operación debe utilizarse para operación rutinaria subsecuente.

Procedimiento de revisión general funcional y de operación

La revisión operacional se debe realizar antes de que por primera vez la incubadora se ponga en servicio, y después de que se desensamble para limpieza o mantenimiento.

A continuación se presenta una serie de pasos básicos que son esenciales para encender una incubadora, se procura generalizar para que sea practicada en cualquier equipo.

Tabla no. XXIX. Procedimiento antes de operar el equipo de neonatología

No.	Pasos:	Aplica para el equipo de:
1	1. Revise las roldanas del gabinete estándar que no estén flojas, ya que si estas no están seguras, el equipo puede volcar hacia el piso.	Incubadora Módulo térmico
2	Antes de conectar el equipo a la fuente de energía, oprima el botón de encendido, y si enciende esta luz indica que la batería recargable puede energizar a los circuitos del equipo por cualquier falla de energía en un momento no estimado.	Incubadora
3	Conecte el cable de energía AC directamente al equipo cuando esté segura sobre su respectivo gabinete. La conexión debe de tener tierra física, con tres conectores en el tomacorriente, ya que esta previene cualquier carga eléctrica que perjudique al equipo.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
4	Si al equipo se le puede graduar la altura, se debe de realizar en este momento para tener la altura ideal desde un inicio	Incubadora Fototerapia
5	Oprima el interruptor de energía, y al encenderse indica que si ha llegado energía para poder encender el equipo.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
6	Programa el pantalla digital a la temperatura ambiental del equipo que indique el doctor.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
7	Revise la operación de la bisagra de la cámara, abriéndola y cerrándola solo una vez, y con ello se debe cerciorar de que el cerrojo cierre bien al equipo.	Incubadora
8	Se debe asegurar de que el panel de acceso este bien cerrado, girando adecuadamente el cerrojo para que este cierre adecuadamente la puerta.	Incubadora
9	Revise los elevadores del colchón, para que se mantenga estable y seguro el paciente en el momento de ingresar al equipo.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
10	Revise el filtro de la entrada de aire, si está visiblemente sucio se debe de reemplazar	Incubadora
11	Revise el sistema de aire / oxígeno introduciendo 8 lpm de oxígeno, y comparando la lectura de la válvula con los datos ingresados por el usuario.	Incubadora Módulo térmico
12	Dejar que la incubadora se caliente a la programación del pantalla digital de temperatura a 33° C (o según prescripción del doctor) durante 1 hora	Incubadora Módulo térmico Fototerapia

Continuación






13	Conecte la sonda de temperatura corporal para observar si tiene lectura en el correspondiente pantalla digital.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
14	Haga pruebas con las alarmas según cada manual de operación de la incubadora, según la marca varía las condiciones de prueba de cada equipo.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
15	Revisar que ninguna lámpara fluorescente esté quebrada	Módulo térmico Fototerapia

Fuente: Departamento de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios

Tabla no. XXX. Procedimiento ilustrado antes de operar del equipo de neonatología

<p>Paso 1</p>  <p>Figura no. 21</p>	<p>Paso 2</p>  <p>Figura no. 22</p>	<p>Paso 3</p>  <p>Figura no. 23</p>
<p>Paso 4</p>  <p>Figura no. 24</p>	<p>Paso 5</p> <p>Ver figura no. 8</p>	<p>Paso 6</p>  <p>Figura no. 25</p>
<p>Paso 7</p>  <p>Figura no. 26</p>	<p>Paso 8</p>  <p>Figura no. 27</p>	<p>Paso 9</p>  <p>Figura no. 28</p>

Continuación

<p>Paso 10</p>  <p>Figura no. 29</p>	<p>Paso 11</p>  <p>Figura no. 30</p>	<p>Paso 12</p>  <p>Figura no. 31</p>
<p>Paso 13</p>  <p>Figura no. 32</p>	<p>Paso 14</p> <p>Figura no. 11</p>	<p>Paso 15</p>  <p>Figura no. 33</p>

Operación durante el uso

La incubadora se debe ventilar y precalentar en el control de modo aire a la temperatura prescrita por el medico encargado, o de acuerdo con las ordenes del personal de enfermería de guardia. Durante el precalentamiento, opere la incubadora sin agua en la reserva de humedad.





A continuación se presenta una serie de pasos para operar el equipo de neonatología durante su uso, se procura generalizar para que sea practicada en cualquier equipo de índole.

Tabla no. XXXI. Procedimiento de operación durante el uso del equipo de neonatología

No.	Pasos:	Aplica para el equipo de:
1	Colocar al paciente dentro del equipo, ingresándolo por el panel de acceso que se encuentre abierto, y posteriormente se debe cerrar bien.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
2	Seleccionar el control del modo de temperatura. Este control y programación debe ser prescritas por el médico encargado o de la enfermería de guardia.	Incubadora Módulo térmico Fototerapia
3	Graduar el flujo de entrada de aire con los botones que se encuentren en el panel de control.	Incubadora Módulo térmico
4	Conectar el contacto de la sonda para la temperatura corporal del bebé. El área de la piel en donde se coloque la sonda debe estar totalmente limpia y seca. Cuando el infante este boca arriba o de lado, la sonda se debe colocar en el pecho. Cuando el infante este boca abajo, la sonda se debe colocar sobre su espalda. Nunca aplique la sonda abajo del infante ni en el recto.	Incubadora Módulo térmico
5	Asegurar la sonda de temperatura corporal con una cinta adhesiva adecuada para el cuerpo del paciente, colocándola a dos o tres centímetros a partir de la punta que tiene contacto con la piel.	Incubadora Módulo térmico
6	Conectar la salida del flujometro de oxígeno a la boquilla de la válvula de entrada de oxígeno utilizando tubería quirúrgica de 3/16 o dependiendo de su diámetro. Esta guía aparece en la cubierta del filtro de l a entrada de aire que se encuentra en la parte posterior de la incubadora. Tomar nota que el uso impropio del oxígeno puede ocasionar graves efectos en el paciente, incluyendo ceguera, daño al cerebro y muerte. El método, la concentración y la duración de la administración de oxígeno en una emergencia deben ser prescritos por el médico encargado.	Incubadora Módulo térmico
7	Colocar reserva de humedad. Si el medico encargado prescribe humidificación, llene la reserva de humedad con 2200 cc de agua destilada esterilizada. Un solo llenado es suficiente para cuando menos un día de operación; la humedad relativa dentro de la incubadora típicamente es de 50 – 60% bajo estas condiciones. Para minimizar la contaminación en la reserva de humedad, diariamente se debe drenar y volver a llenar.	Incubadora Módulo térmico
8	Graduar la radiación de fototerapia según prescriba el médico	Módulo térmico Fototerapia

Fuente: Departamento de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios

Tabla no. XXXII. Procedimiento ilustrado de operación durante el uso del equipo de neonatología

<p>Paso 1</p>  <p>Figura no. 34</p>	<p>Paso 2</p> <p>Ver figura no. 11</p>	<p>Paso 3</p> <p>Ver figura no. 16</p>
<p>Paso 4</p>  <p>Figura no. 35</p>	<p>Paso 5</p> <p>Ver figura no. 23</p>	<p>Paso 6</p>  <p>Figura no. 36</p>
<p>Paso 7</p>  <p>Figura no. 37</p>		

3.3 Registros del equipo

Para obtener un eficiente resultado de la administración del programa de mantenimiento se debe tener registros del equipo. La documentación es esencial para medir los resultados obtenidos en cada practica de mantenimiento que se le de al equipo, además de ello se debe tener un historial del mismo que ayude en determinado momento a analizar los problemas que han tenido los equipos.

3.3.1 Fichas de mantenimiento

Para tener organizado el mantenimiento del equipo es necesario tener fichas de mantenimiento, en la cual se pueden manejar datos necesarios que se utilicen en algún momento para el área de mantenimiento.

La ficha de mantenimiento puede manejar el calendario de limpieza, los datos del técnico que realice el mantenimiento, tiempo de servicio, el tipo de rutina y algún comentario adicional por cada practica que se realice en el equipo.

La siguiente es una tabla que describe las actividades del mantenimiento para que se tome de referencia al momento de realizarle una practica al equipo.

Tabla no. XXXIII. Registro de actividades de mantenimiento

Actividad	Descripción	Rutina	Horas hombre	Realizado	No realizado	Comentario
1	1.1 Verificación de la limpieza del equipo en general	Diario	0.1 Operador del equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	1.2 Inspección de los accesorios, indicadores de funcionamiento : cabina y su cubierta, termómetro, mangueras, humedecedor y nivel de agua destilada, ventilador, manga de acceso, control del filtro bacteriológico			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	1.3 Verificación de parámetros de funcionamiento : temperatura, humedad, oxígeno.			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	2.1 Limpieza general de la incubadora al menos cada cinco días o cada vez que se saque a un niño	Semanal	1 Operador del equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2.2 Limpieza de los demás accesorios			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2.3 Inspección de los accesorios, Indicadores: cabina , termómetro, mangueras, humedecedor , ventilador, mangas de acceso.			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2.4 Verificación de parámetros de funcionamiento : temperatura, humedad, oxígeno			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	3.1 Realizar las actividades programadas en la Actividad No 2	Mensual	1.5 Técnico en equipos médicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3.2 Inspección del sistema de alimentación principal: fusible de entrada y cordón del tomacorriente.			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3.3 Inspección del sistema eléctrico y mecánico : Sistema de alarma de temperatura (la que lo posea). Inspección del mecanismo del ventilador calentador y motor eléctrico			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3.4 Inspección de la pila auxiliar para el sistema de alarma			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	4.1 Realizar las actividades programadas en la Actividad No 2 y 3	Trimestral	1.5 Técnico en equipos médicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4.2 Cambio del filtro bacteriológico			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4.3 Inspección del estado general de la incubadora. Prevenir daños físicos como abolladuras , corrosión, revisión del aislamiento interno, lubricación de su sistema automatiz.			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fuente: Protocolo de mantenimiento preventivo, Dirección general de desarrollo tecnológico de Managua

3.3.2 Ficha de registro de consumo e insumos

En la tabla XXVIII se incluye la información sobre los materiales que requiere una incubadora cuando se le practica cada rutina de mantenimiento.

3.3.2.1 Accesorios requeridos por los equipos para realizar mantenimiento

La incubadora necesita algunos accesorios para que funcione adecuadamente. Los equipos requieren la compra de accesorios para que funcionen adecuadamente y cumplan los objetivos sin daños a la salud de los pacientes. Para que el equipo funcione el requiere suministrarle lo siguiente:

- Electricidad
- Oxígeno
- Aire
- Agua destilada

La incubadora aunque no tenga paciente, necesita usar constantemente electricidad debido a que debe de estar preparada para el uso inmediato de un paciente, ya que el proceso de estabilización de temperatura y humedad no es instantáneo. Las incubadoras que son móviles, se requiere que estén encendidas para que las baterías estén continuamente cargándose para que en una emergencia funcionen correctamente.

El oxígeno se debe aplicar únicamente con las cantidades exactas que indique el doctor que encuesta modelos del flujo de oxígeno que es controlado automáticamente por los equipos.

El agua destilada se debe suministrar con los niveles requeridos del recipiente de humidificación y además cuando el paciente lo requiera, de acuerdo a la orden de aplicación del doctor que lleve el control del paciente.

3.3.2.2 Insumos de incubadora

Para el correcto funcionamiento de la incubadora se debe de suministrar ciertos insumos al equipo. Los materiales deben de ser los indicados.

Los insumos adecuados para el mantenimiento preventivo se mencionan a continuación:

- Agua destilada estéril
- Jabón suave germicida
- Mantilla limpia y seca
- Cubeta
- Solución bactericida virucida
- Filtro bacteriológico por posible reemplazo
- Limpiador de contactos eléctricos (frasco de 20 onzas)
- Lija No. 400 1 pliego
- Aceite penetrante (frasco de 20 onzas)
- Aceite No. 10 (frasco de 8 onzas)
- Cepillo de plástico pequeño (dientes)

Tabla no. XXXIV. Insumos del equipo

Equipo	Código
Casa Fabricante	Modelo
Dimensiones	Peso neto
Tipo de instalación	
	Apoyo de piso Sobre base de mesa
	<p>Trifásica <u>V=</u> <u>I=</u> <u>P=</u> <u>F=</u></p> <p>Tipo de conexión <u>V=</u> <u>I=</u> <u>P=</u></p> <p>Fija <input type="checkbox"/> Con enchufe <input type="checkbox"/> con baterilla <input type="checkbox"/></p> <p>Tipo de enchufe _____</p> <p>Tipo de toma _____</p> <p>Tipo de cable _____</p> <p>Descripción particular de conexión a la máquina _____</p> <p>Notas: _____</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Consumo H2O (l/h) Caliente <input type="checkbox"/> Fría <input type="checkbox"/></p> <p>Tipo de conexión de agua _____</p> <p>Temperatura de agua caliente _____</p> <p>Tratamiento agua Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Notas: _____</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Capacidad _____</p> <p>Presión _____</p> <p>Cantidad de entradas de O2 _____</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mas de 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Notas: _____</p>
Nota: _____	

Fuente: Manual de incubadora estándar CARE ETTE

Vale la pena aclarar que cada material se utiliza dependiendo la rutina de mantenimiento (ver detalle en la tabla de consumos e insumos) que se le practicará al equipo. Además es necesario dejar claro que el aceite penetrante y el aceite no. 10 es solo para lubricar las ruedas y para lubricar partes mecánicas, ya que no se debe usar frecuentemente en un equipo que maneja oxígeno porque puede haber una explosión.

3.4 Análisis de costos

Los gastos planificados cuidadosamente en mantenimiento, reducen la depreciación del equipo y aumentan su vida útil.

El costo de mantenimiento preventivo contratado a una empresa externa, es alto. En el año 2003 – 2004 el costo asignado fue de Q 427.00 / unidad al mes, sin incluir la compra de repuestos. Esto resulta homeroso para el hospital, por lo que es importante que dicho mantenimiento sea realizado por técnicos del hospital, los cuales necesitan conocimiento mínimo de cómo hacerlo, herramientas para realizarlo e insumos y recursos consumibles.

El mantenimiento se hace más costoso cuando el equipo tiene varios años de uso y sin el mantenimiento adecuado, porque el costo de fallas incrementa con el deterioro del equipo. Además su costo inicial baja, conforme el tiempo transcurre por depreciación, uso y desgaste del equipo. Por todo ello, es necesario tener un programa de mantenimiento, para controlar que se lleven a cabo las rutinas en la forma y tiempo adecuado para que la vida útil del equipo se prolongue a pesar del uso continuo.

4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INCUBADORAS

En esta sección entra a conocimiento general del hospital el resultado del trabajo que se ha desarrollado, y esto conlleva a la utilización en conjunto todos los recursos disponibles y con esto propone la ejecución de la administración de un programa del mantenimiento preventivo apoyándose en parte con el presente documento.

4.1 Procedimiento de utilización adecuada de los equipos

El usuario debe estar completamente familiarizado con los procedimientos de operación y prueba de temperatura, operando la incubadora antes de colocar un niño dentro de ésta y debe asegurarse que la misma funciona correctamente.

La temperatura de la incubadora se debe ajustar de acuerdo a las instrucciones del médico. La temperatura de la piel se detecta con la sonda de temperatura para piel, adherida al abdomen del niño.

4.1.1 Operación del equipo

Para el correcto funcionamiento del equipo se debe de seguir algunos procedimientos adecuadamente. Los procedimientos se deben realizar antes, durante y después del uso del equipo.

4.1.1.1 Antes de su uso realizar

Antes de usar una incubadora, se debe verificar su limpieza total y esterilización de las partes que se encuentran en contacto directo con el niño, así como el buen estado de los filtros. Se debe verificar:

- Limpieza general
- Buenas condiciones de las instalaciones eléctricas, mecánicas y accesorios
- Control de cambio de filtro

4.1.1.2 Operaciones que debe realizarse durante el uso del equipo

Antes de encender el interruptor principal, se debe verificar que el control de temperatura esté en mínimo. Luego al operarlo la resistencia no calentará y no lo hará hasta que la temperatura deseada sea mayor que la del ambiente. Se debe proceder a ajustar la perilla para incrementar la temperatura de acuerdo a las necesidades del paciente; esto se debe hacer paulatinamente verificando las temperaturas leídas en el termómetro.

También poseen un ventilador que succiona aire, el cual pasa por el filtro anti – bacterias instalado en la entrada; es por esto que el buen estado de este filtro es muy importante.

- Control y tiempo de precalentamiento
- Verificar si todas las lámparas de indicación se encienden
- Correcto funcionamiento de las alarmas

4.1.1.3 Operaciones que deben realizarse después del uso del equipo

Cuando el paciente deje de usar la incubadora, se debe de hacer la limpieza adecuada para poder desinfectar y dejar libre de bacterias y virus, al equipo y que no contagie al próximo paciente que utilizará el mismo, para ello se debe de:

- Limpiar y lavar de la cubierta y accesorios con jabón suave y agua tibia.
- Desinfectar del reflector de humidificación, colocando dentro de la cubeta en germicida durante 10 minutos.
- Lavar el del tubo de aire exterior / interior con germicida.
- Desaguar el depósito de humedad, limpiándolo con un trapo humedecido con germicida, luego llenar el depósito con germicida por un lapso de 10 minutos.
- Limpiar la superficie interna con germicida.

4.1.1.4 Diagramas

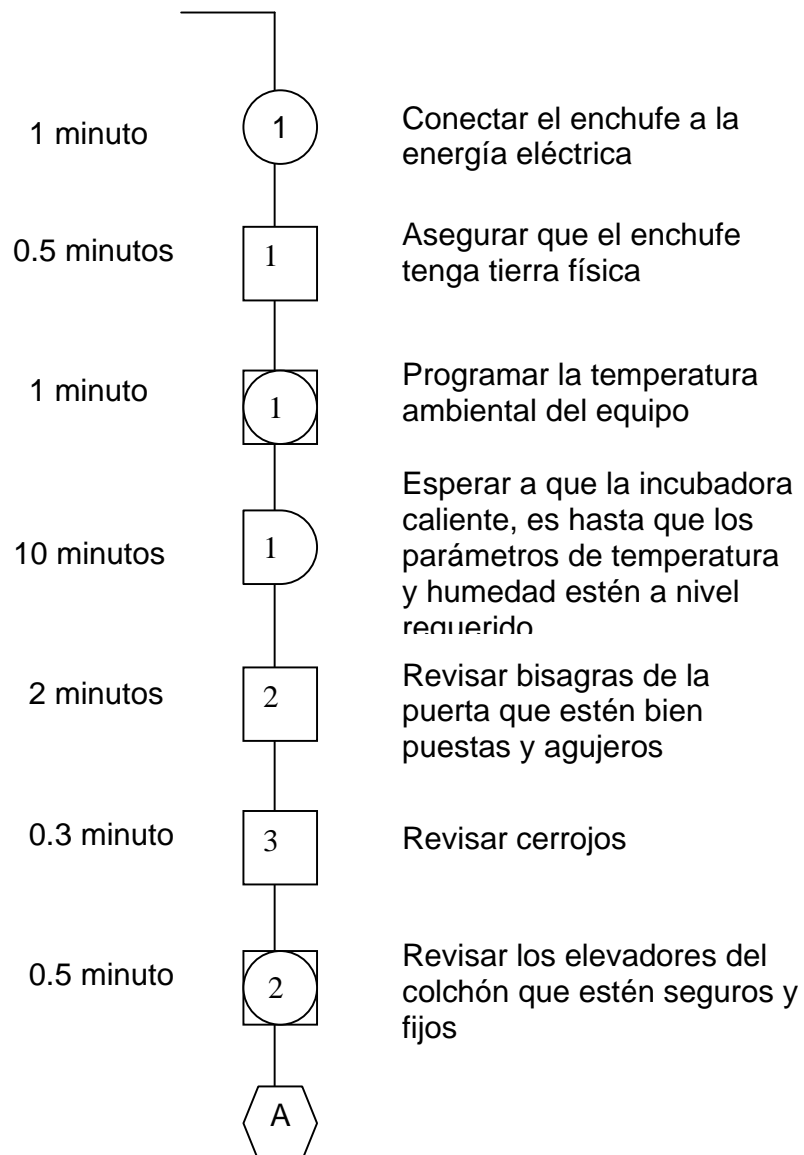
Para facilitar y documentar la secuencia de pasos que conllevan para una enfermera, el uso de los equipos, se hace un diagrama de operaciones mostrado a continuación.

4.1.1.4.1 De flujo de servicio

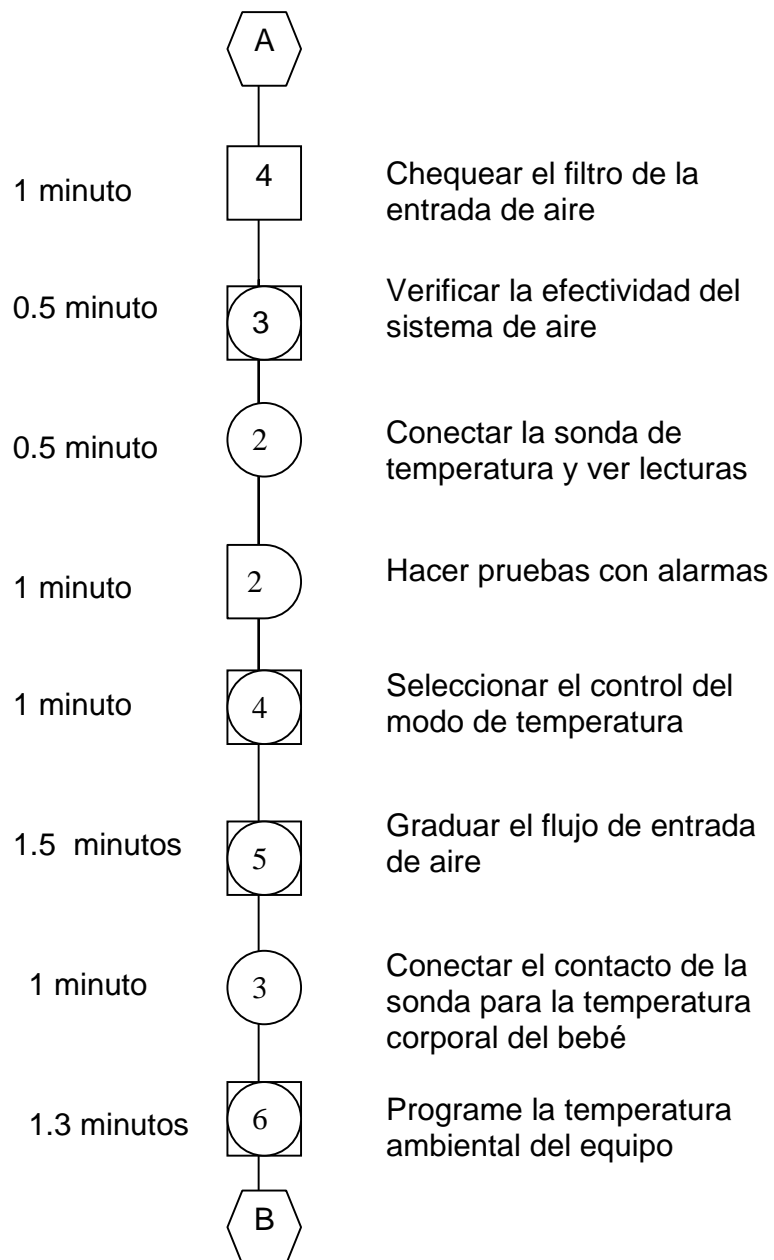
A continuación se presenta el diagrama de flujo del uso adecuado de la incubadora antes de ingresar al paciente.

Figura no. 38. Diagrama de flujo del uso adecuado de una Incubadora antes de ponerlo en funcionamiento

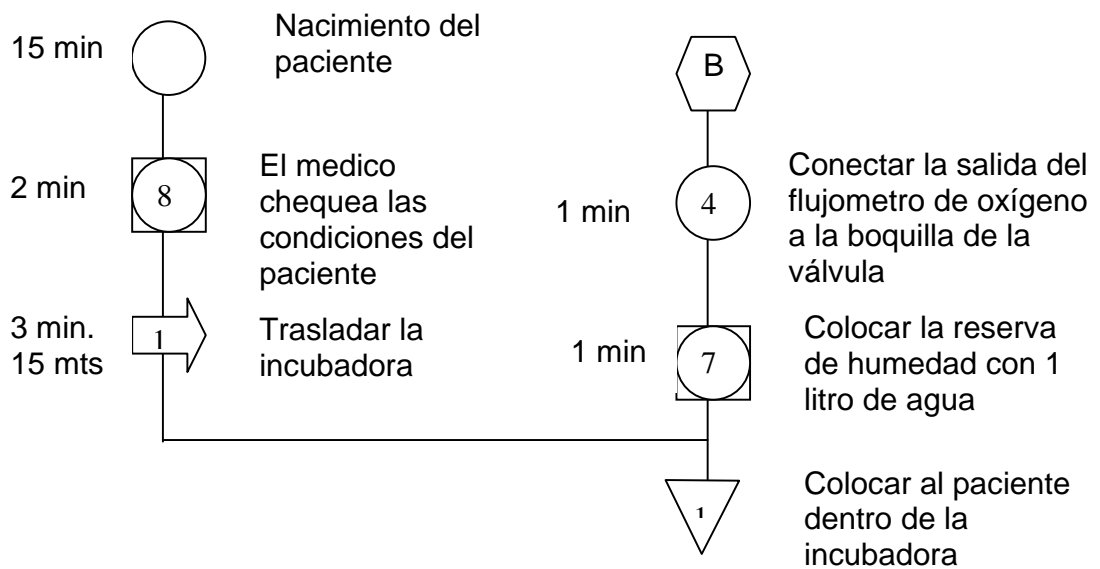
Empresa: Hospital General San Juan De Dios
Departamento: Neonatología
Equipos: Incubadora
Realizado por: Mario René González López
Fecha: Octubre 2004
Hojas: 1/3



Empresa: Hospital General San Juan De Dios
Departamento: Neonatología
Equipos: Incubadora
Realizado por: Mario René González López
Fecha: Octubre 2004
Hojas: 2/3



Empresa: Hospital General San Juan De Dios
Departamento: Neonatología
Equipos: Incubadora
Realizado por: Mario René González López
Fecha: Octubre 2004
Hojas: 3/3

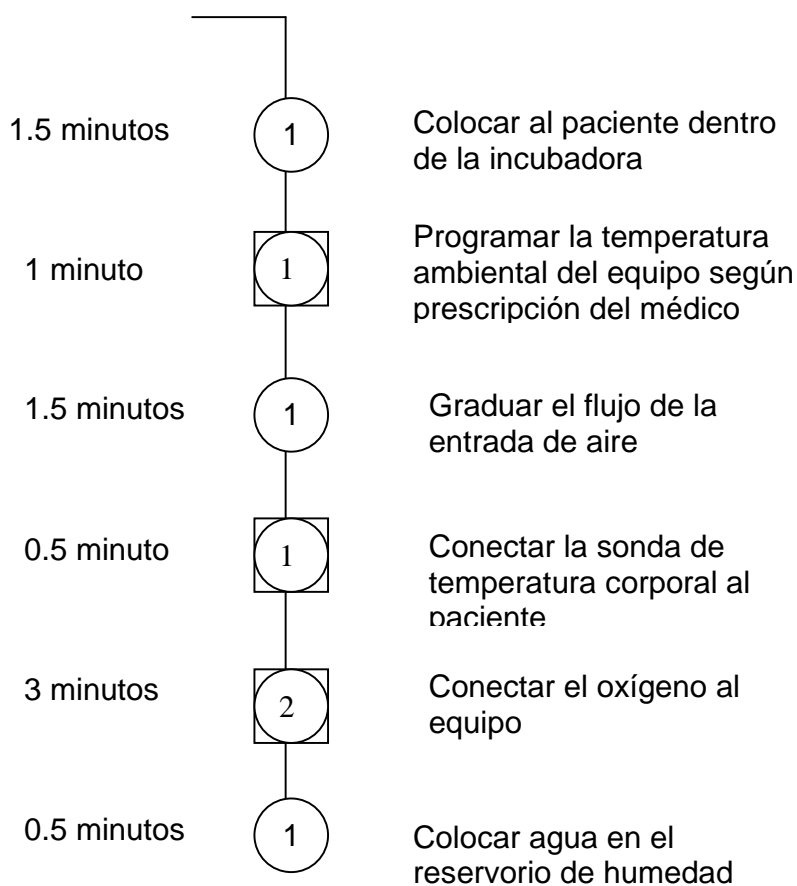


4.1.1.1.1 DE OPERACIONES DE SERVICIO

A continuación se presenta el diagrama de operaciones de la incubadora durante su uso.

Figura No. 39. Diagrama de Operaciones del servicio de incubadoras durante su uso

EMPRESA: Hospital San Juan de Dios
DEPARTAMENTO: Neonatología
EQUIPOS: Incubadora
REALIZADO POR: Mario René González López
FECHA: Octubre 2004
Hojas: 1/1



4.1.1.5 Materiales de consumo e insumo

Como se mencionó en la sección 3.3.2.1 y 3.3.2.2 los materiales de consumo e insumos, son primordiales para la limpieza del equipo. Lo cual evita el contagio de enfermedades transmisibles a los pacientes. Es importante cambiar el filtro de aire para evitar contaminación por medio del polvo.

El agua que se utiliza como consumo debe de ser agua destilada, porque tiene nuevos sedimentos, es mas limpia por lo que afecta menos al paciente.

4.1.1.6 Seguridad para el equipo

Todo equipo requiere de normas mínimas de seguridad para prevenir cualquier tipo de accidente. Los lineamientos mínimos que se deben seguir para evitar accidentes son:

- No colocar el equipo sobre ningún tipo de base, porque el equipo puede tambalear y caerse.
- Evitar el uso de ventiladores de aire acondicionado que alteran la temperatura del sistema de la incubadora.
- No colocar el equipo en un lugar que tenga contacto directo con el sol o algún medio energético radiante, ya que esto altera la temperatura y este aumento de calor no lo lee la pantalla digital y perjudica la temperatura del paciente.

- Chequear que el equipo no tenga fugas de oxígeno para que le llegue al paciente la cantidad programada.
- Revisar el reservorio de humedad que contenga el agua suficiente cada 24 horas, y si el doctor de turno da la orden que no se aplique humidificación se debe revisar que esté vacío ya que el agua estancada puede producir contaminación del ambiente en la incubadora.
- No colocar nada encima de la incubadora, ya que si se coloca algo pesado puede quebrar la bóveda de plexiglás.
- Procurar de revisar el cordón que conduce la corriente eléctrica del tomacorriente al equipo. Chequear que no esté mascado, porque puede no dejar que fluya la energía eléctrica o que se encuentre pelado o desgastado de su forro y esto puede provocar un corto circuito que perjudique seriamente la salud del paciente.

4.1.1.7 Higiene para el equipo

La incubadora es un equipo catalogado de alto riesgo, por tener pacientes con pocos días de vida y en estado crítico. Es muy delicado tener contacto con el equipo, ya que en algún momento inesperado, se puede contaminar el ambiente del mismo, en el cual se encuentra al 100% el paciente, y puede ser tan grave que provoca la muerte del bebé.

Para evitar contagios y complicaciones en la salud del paciente, se deberá seguir algunas normas que son esenciales para mantener el equipo limpio y libre de gérmenes. Estos lineamientos se presentan a continuación:

- Lavarse las manos antes de tocar al paciente o para ingresar las mismas al interior del equipo. Para tener las manos limpias se deben lavar con agua y jabón germicida.
- Usar ropa limpia y desinfectada proporcionada por el hospital.
- Limpiar el equipo tanto interna como externamente, para evitar la contaminación del ambiente interior del equipo.
- Limpiar los pisos por períodos continuos, porque en los zapatos se puede llevar cualquier germen que contagie el área.
- Esterilizar las piezas con los materiales adecuados al equipo y por el método que determine el hospital.
- Cada vez que se tenga contacto con algún paciente, se debe lavar las manos para evitar la transmisión de alguna enfermedad (si el paciente estuviera enfermo) al siguiente paciente que se tenga contacto.
- Se debe colocar guantes desechables cuando se limpie la parte interior de la incubadora por heces fecales u orina, ya que son medios de transmisión inmediata de enfermedades
- Los cobertores de los agujeros de la incubara deben de estar tapados.

4.1.1.7.1 Limpieza del equipo

Este calendario menciona las frecuencias mínimas de limpieza. Siempre se debe seguir las regulaciones locales y del hospital para las frecuencias reglamentarias. Seguir los todos los pasos mínimos que se mencionan a continuación:

- Desinfectar el humidificador si se utilizó
- Hacer una limpieza total y si es necesario desinfecte toda la incubadora
- Revisar el filtro de aire; sustituirlo si la incubadora la ocupó un paciente infectado
- Revisar la puerta frontal y los cierres de los agujeros para asegurarse de que no e abrirán accidentalmente
- Sustituir el filtro de aire
- Cuando la incubadora no éste en uso, asegurarse que el compartimiento para el niño y cualesquiera componentes directos, tales como el humidificador y la entrada de oxígeno, se adhieren a los estándares de limpieza del hospital.

Si la incubadora ha sido expuesta a fluidos corporales del paciente, revisar los procedimientos de control de infección del hospital. Es preferible que se deba usar ropa protectora y anteojos o agentes, para realizar el proceso de limpieza y esterilización.

Cuando se efectúa la limpieza adecuadamente de los equipos y ambientes que rodean a los pacientes, utilizando agentes desinfectantes de bajo nivel, pero con un proceso adecuado y conciente, se reduce la posibilidad de una infección. La limpieza debe de ser periódica y constante.

4.1.1.7.2 Calendario de limpieza

Para tener un resultado eficiente de las incubadoras, se debe aplicar una limpieza periódica al equipo. Estas practicas se deben programar diariamente, para tener un hábito continuo de limpieza al equipo, de lo contrario, como mínimo se debe programar cada vez que saquen al paciente del equipo.

Para darle un seguimiento continuo, será necesario registrar los días que se realice la limpieza respectiva al equipo. Para ello se crea una ficha en la que el operador del equipo podrá ingresar los datos fácilmente al registro, y con ello se mostrará un control mas estricto de limpieza. En seguida se muestra la ficha propuesta para que se utilice durante toda la semana con detalle diario.

Tabla no. XXXV. Calendario de limpieza del área neonatología

Días	Turno	Equipo	Marca	No de registro	Fecha	Hora inicial	Hora final	Realizado por	Materiales utilizados	Observaciones
Lunes	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									
Martes	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									
Miércoles	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									
Jueves	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									
Viernes	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									
Sábado	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									
Domingo	Diurno									
	Mixto									
	Nocturno									

Fuente: Departamento de neonatología y mantenimiento del hospital general San Juan de Dios

4.2 Mantenimiento preventivo de incubadora

El mantenimiento preventivo se refiere al cuidado sistemático que debe suministrarse a equipos en general, con el propósito de mantenerlas en condiciones satisfactorias de operación y funcionamiento. Esta actividad tiene la intención de indagar y corregir fallas incipientes antes que estas se conviertan en graves.

Generalmente, a esta actividad no se le da la importancia debida, y, en ocasiones, hasta se considera innecesarias, ya que, se cree que los equipos e instalaciones deben funcionar hasta que llegue el momento de fallar. El costo de esta forma de mantenimiento, es mas reducido que la aplicación del mantenimiento correctivo.

4.2.1 Chequeos mecánicos

La incubadora neonatal funciona por medio de un sistema mecánico y electrónico. En el sistema mecánico, se requiere que sus partes funcionen correctamente, y para ello es necesario realizar que la persona que manipule el equipo realice revisiones periódicas.

A continuación se mencionan las principales operaciones mecánicas en el sistema que se deben de realizar en el momento de poner en funcionamiento el equipo.

4.2.1.1 Sustitución de termómetro

Algunas incubadoras mantienen termómetros en la parte interna de la bóveda de plexiglás. Se debe limpiar para que sus lecturas sean las correctas. También se debe verificar que el termómetro tengan las mismas lecturas con otro que se ponga para verificar las mismas, en caso de que hallan discrepancias entre ambas lecturas se debe sustituir.

4.2.1.2 Sustitución de fusible

En caso necesario según el cordón que conduce la corriente eléctrica, destapar el área donde este desemboca, encontrará una placa electrónica que contiene el fusible, el cual se debe retirar y sustituirlo por uno nuevo si este está dañado.

4.2.1.3 Sustitución del filtro estéril

Para remover la unidad de filtración desde la base de la incubadora, desconectar la manguera para paso del aire, quitar los tornillos puestos en el interior de la base y hacer el cambio del filtro por uno nuevo. La unidad de filtración debe ser esterilizada en autoclave. El cambio del filtro se debe hacer como mínimo cada tres meses o cuando el filtro se muestre sucio.

4.2.1.4 Clips de agarre

Verificar que todos los tornillos, tuercas y clips estén asegurados. Algunas veces un tornillo flojo no puede detectarse visualmente. Utilice un destornillador y sistemáticamente trate de apretar uno a uno todos los tornillos del chasis y de la cámara.

Chequear cada una de las bisagras del equipo y verifique que no existen grietas y que las mismas no estén flojas o faltas de tornillos. Recordar que una mala bisagra puede provocar que la cámara no cierre correctamente y se fugue el calor.

4.2.1.5 Nivel de líquidos

En incubadoras de transporte verificar el nivel del ácido en las baterías de plomo – ácido. Si la batería es sellada omite este paso.

4.2.1.6 Ruedas y frenos

Si el equipo cuenta con ruedas de hule, verificar que las mismas estén en perfectas condiciones. Remover todo tipo de suciedad de las mismas, así como hilos o residuos de tape que generalmente se insertan en el eje entre la base y la rueda. Aplicar aceite al eje y cerciórese de que las llantas queden libres en su giro. Dos de las cuatro llantas están provistas de freno, constante que estos funcionan a la perfección.

4.2.2 Chequeos cuantitativos

En las revisiones visuales del equipo es necesario saber las cantidades mínimas de piezas y capacidades potenciales de sus elementos que debe tener el mismo. Para que un equipo tenga su función tal y como lo describe el manual de fabricante, se debe procurar tener sus accesorios completos y en el lugar indicado. Las capacidades de sus elementos, como la temperatura, se debe procurar mantenerla sin ningún margen de error y tener las lecturas precisas del equipo hacia el paciente.

A continuación se mencionan algunas áreas principales que se deben de revisar al momento de poner en funcionamiento al equipo.

4.2.2.1 Revisión de los accesorios

Las piezas y accesorios físicos de una incubadora son esenciales para que el desempeño de la misma sea satisfactorio para el paciente. Este chequeo lo debe realizar periódicamente el usuario que manipulare el equipo.

Debe revisar que todos los accesorios estén montados con seguridad. Esta revisión debe ser realizada con cuidado y detallada, para que el paciente en tiempo prolongado no sufra consecuencias no previstas por el personal.

4.2.2.2 Resistencia a tierra

Se debe utilizar el multímetro para medir la resistencia entre el pin conector de tierra física del cable de poder hasta una parte metálica del chasis que no esté pintada o anodinada. Se recomienda una lectura máxima de 0.5 ohms. Se debe hacer esta prueba en varias partes del chasis. Registre estos datos en la forma a llenar en cada servicio.

4.2.2.3 Control de temperatura

Se debe verificar cuidadosamente el funcionamiento de los termostatos primario y de seguridad de la incubadora. Se debe probar de acuerdo al manual del fabricante de la incubadora. Escribir cada uno de los resultados.

Se recomienda que en modo manual, el termostato conecte y desconecte el calentador para mantener una temperatura constante en la cámara. El operador ajusta la temperatura del aire y un sensor interno de la cámara, activa o desactiva el elemento calefactor. En modo automático, es el sensor de temperatura de la piel, el que regula el elemento calefactor para mantener al infante de acuerdo a la temperatura programada por el operador.

Se puede probar los siguientes métodos para probar los termostatos:

- Coloque la termocopla al centro de la cámara y cierre la cámara como cuando se utiliza de forma normal, verifique que no hay fugas de aire. Dejar funcionar la incubadora ajustando la temperatura del aire a 33° C por media hora, y compruebe si la lectura de la temperatura de la cámara coincide con la registrada en la termocopla. Debe existir una pequeña diferencia porque el sensor de temperatura de la incubadora está ubicado en la salida del aire en circulación, no al centro como la termocopla.
- Para probar el sensor del paciente, calentar un poco de agua a unos 40° C, utilizar un termómetro o su termocopla para registrar la temperatura del agua, luego sumergir el sensor de temperatura de piel de la incubadora y registrar los datos cada dos minutos y se debe comparar.
- Sumergir el sensor en agua fría y verificar que el mismo cense la temperatura correcta en la pantalla digital, luego se debe volver a sumergir en agua caliente y registre los datos en el reporte.

4.2.2.4 Identificación de fallas en el sistema por medio de calibración de alarmas

No desactivar las alarmas, ya que este es lo que mas daños como quemaduras severas causa a los pacientes. Si se apaga una alarma, se debe de monitorear de cerca al paciente.

Muchas cosas pueden activar las alarmas. Por ejemplo; la condición del paciente puede cambiar, un sensor puede desprenderse del paciente.

Si suena una alarma, se debe atender al paciente.

Identificar la alarma es necesario. Revisar los indicadores para identificar la alarma activa. Cuando dos o más alarmas se activan, sus respectivos indicadores se iluminan. Generalmente, cuando se tiene esta situación, la señal de audio suena para la alarma más urgente.

Al final del período de silencio, la alarma de audio se activa a menos que la condiciones de esta se resuelva. La duración del período de silencio de la alarma depende del sistema y del usuario que la repare. Los sistemas de fallas de energía eléctrica no pueden desactivarse fácilmente, el cual puede requerir del asesoramiento de un técnico.

Si el aire no circula en la incubadora se activa la alarma de circulación de aire. La causa más común es la falta de un ventilador o que uno no esté rotando.

Se activa la alarma si el control de temperatura de más de 1.5° C o menos de 3° C después de que encienda el aparato, o sea la alarma se activa cuando hay variación de temperatura.

4.2.3 Chequeos cualitativos

Es necesario saber las condiciones en las que se encuentran las piezas y áreas principales de la incubadora. Se debe medir la capacidad del equipo, para que al paciente se le garantice que se le van a suministrar lo que requiere.

A continuación se mencionan las partes y áreas mecánicas principales que se deben de revisar al momento de poner en funcionamiento al equipo.

4.2.3.1 Bóveda de plexiglás

Asegurarse de que el empaque de la bóveda tenga buen contacto con el empaque del equipo, ya que esto evita fugas de oxígeno y temperatura. Para limpiar la bóveda de plexiglás utilizar exclusivamente agua y jabón o detergentes líquidos, nunca utilizar alcohol, éter, acetón o agua muy caliente. Para secarla después del lavado, se aconseja usar una piel de gamuza. Nunca frotar la bóveda con un paño seco.

4.2.3.2 Empaques

Es necesario revisar periódicamente los cierres por los cuales introduce las manos la persona que opera el equipo, en caso de que alguno esté roto se debe cambiar por uno nuevo.

Revisar también el empaque sobre el que asienta la cubierta plástica, si está defectuoso y permite fugas cámbielo por otro nuevo. Se le debe aclarar al que maneja el equipo, que es necesario esterilizar los cierres y limpiar el empaque cada vez que sale un paciente para dar acceso a otro.

4.2.3.3 Cambio de reservorio de humedad

El tanque de agua debe llenarse con agua destilada hasta el nivel indicado. Cada vez que cambian el paciente, debe limpiarse el reservorio y esterilizarse con agua. El cambio de agua debe realizarse periódicamente, generalmente es cada 24 horas o cuando se consume el agua. Esto debe ser hecho por la enfermera que maneja el equipo.

4.2.3.4 Cables de poder

Se debe examinar cuidadosamente los tomacorrientes polarizados donde se conecta el equipo. Chequear su correcta polaridad y el voltaje.

Se debe revisar el cable de poder para ver si hay daños, si está mascado o roto, y si es así, se debe cambiar. Presionar ligeramente sobre las hojas de la espiga para verificar si las mismas están firmes. Utilizar el multímetro y verificar si existe continuidad entre la espiga y el receptáculo que conecta con el equipo, de lo contrario cambiar el cable.

4.2.3.5 Cables

Revise cuidadosamente cada uno de los cables de los sensores, los cuales no deben estar mascados ni rotos. Los cables pueden pelarse y producir un corto circuito, lo cual daña al equipo y produce un choque eléctrico al paciente.

4.2.3.6 Sensores

El sensor de temperatura del paciente debe estar totalmente limpio. Generalmente estos se llenan de residuos de pegamento de esparadrapo o tape. El sensor, por ser de metal puede limpiarse con un paño suave y limpio humedecido con alcohol. La suciedad en el sensor de temperatura, implica una mala lectura de los parámetros de la humedad y de la temperatura del paciente. Nunca se debe intercambiar sensores de un modelo o fabricante con otro tipo de incubadora.

4.2.3.7 Filtros

Inspeccionar el filtro de aire y verificar que esté limpio. Este filtro debe cambiarse, cada vez que hay cambio de paciente de preferencia y obligadamente si el paciente tiene una enfermedad infectocontagiosa. En otras circunstancias podría cambiarse cada tres meses si el uso es periódico, pero si las incubadoras se utilizan poco, debe chequearse el filtro y cambiarlo solo cuando el mismo se vea muy sucio o como máximo cada 3 meses.

Instalado el flujómetro en el cilindro o en la toma de oxígeno, abrir y regule el flujómetro y coloque la mano en las entradas de oxígeno, sienta si el oxígeno ingresa por los ingresos al área del filtro. Se debe variar el flujo de oxígeno y verificar que al aumentar, también el flujo se eleve dentro de la cámara.

Coloque el sensor electrónico de concentración de oxígeno dentro de la cámara y verifique que el mismo coincida con el indicado en el manual de la incubadora utilizando la tabla de concentraciones en base a la cantidad de litros por minuto inyectados al sistema.

4.2.3.8 Alarmas

Verificar los límites programados para las alarmas y operar la incubadora de tal manera que las alarmas se activen justamente en el parámetro especificado.

4.2.3.8.1 Temperatura

Desconectar el sensor de temperatura y verificar que la alarma de falla del sensor se active. Utilizar la secadora de pelo para calentar el sensor de temperatura del paciente y verificar que la pantalla digital marca la temperatura y las alarmas visuales y audibles se activan.

4.2.3.8.2 Humedad

Llenar el depósito a través del cargador de humedad con agua destilada estéril. Un simple llenado es necesario para un día completo de operación. Para drenar el depósito de humidificación, de vuelta a la pipa de llenado en relación contraria a las agujas del reloj. Algunas incubadoras tienen control de humedad automático que avisa al usuario que maneja el equipo, cuando el mismo requiere de agua, estando este relacionado con la humedad relativa que le está llegando al paciente.

Para minimizar la contaminación en el depósito de humidificación, éste deberá ser completamente drenado y rellenado diariamente. Tomar en cuenta que cuando la temperatura dentro de la incubadora es más alta que la temperatura en el cuarto, se formará condensación dentro de la incubadora. Cuando existe una pequeña diferencia de temperatura entre la incubadora y el cuarto, la condensación generalmente no se formará.

4.2.3.8.3 Oxígeno

El aire entra a la cabina de plástico a la temperatura y humedad relativa deseada. Este aire hace contacto con los sensores de temperatura y humedad. El sensor de oxígeno se encuentra dentro de la cabina, y cuando hay una alteración del mismo en comparación al oxígeno programado, la alarma se enciende, indicándole al usuario que chequee la variación de oxígeno. Esta alarma es esencial y primordial, ya que una pequeña modificación de oxígeno en el paciente puede perjudicar seriamente la salud del mismo, y dejar secuelas graves para toda su vida, incluyendo la muerte instantánea.

5. SEGUIMIENTO PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE INCUBADORAS

En este debe de existir un sistema de retroalimentación para observar el alcance de la implementación y también las revisiones es para tener mejora continua en el uso por parte del personal del servicio que prestan las incubadoras y se controla que lo previsto tenga función adecuada en el hospital.

5.1 Efectos de la aplicación de la administración del mantenimiento preventivo

La administración contempla los pasos esenciales de planificar, organizar, dirigir y controlar. El mantenimiento de la incubadora, debe ser eficiente al implementar todos sus pasos en la gestión del mantenimiento del equipo.

Para planificar las actividades del mantenimiento se debe tomar de referencia el cuadro mostrado en la sección 3.1.2 del capítulo 3, el cual describe cada rutina de mantenimiento según el tiempo transcurrido. Estas rutinas se hacen mas profundas mientras tiene mas tiempo de uso el equipo. Anticipa con tiempo cada actividad con sus respectivos materiales a usar y el tiempo aproximado que llevara cada práctica, en lo cual tiene advertido al personal de mantenimiento los recursos que utilizarán en cada actividad.

Es necesario que después de tener planificadas las actividades se organice los recursos que consumirá cada actividad. En los recursos aplicados al mantenimiento y limpieza del equipo se tendrán consumos e insumos del equipo el cual se hace referencia a la sección 3.3.2 del capítulo 3, y en el se ve reflejada la integración de todos los materiales que consume cada practica de mantenimiento.

Para llevar a cabo las prácticas de mantenimiento, es esencial dirigir los planes creados en un inicio. En la propuesta creada se proponen documentos para reportar y buscando la mejora continua a través del mantenimiento del equipo.

Es necesario controlar los resultados obtenidos de las actividades del mantenimiento preventivo. En esta parte se comparan los resultados esperados con los obtenidos y se puede percibir la eficiencia que tuvo la administración del mantenimiento del equipo.

5.2 Control de proveedores

Como el mantenimiento preventivo realizado en el hospital será interno, se requiere un control de los proveedores del equipo. Esta información es necesaria antes de adquirir alguna incubadora.

Se debe tener presente que el proveedor cumpla con suministros, variedad de repuestos y facilitar la adquisición de los mismos, para que en el momento que se necesite el cambio de alguna pieza, no haya dificultad en encontrar el repuesto que se busca. Al mismo tiempo se debe de ver, donde se encuentra la empresa proveedora o representante del equipo, para facilitar la obtención de repuestos y obtener los manuales de servicio del equipo, en donde se detallan los procedimientos indicados por el fabricante del equipo.

5.3 Verificación del cumplimiento del mantenimiento programado

Como cualquier propuesta de implementación, debe de haber comprobación de que realmente se está realizando el mantenimiento adecuadamente. Para verificar las actividades de mantenimiento se deben de registrar en documentos para tener un estricto control del mismo. En ellos se deben registrar datos primordiales para tener un compromiso formal de la persona que lo realiza, la fecha de registro y el equipo preciso que se la está realizando.

Será necesario tener un documento donde se registren los datos del mantenimiento prestado al equipo (ver anexo 2), teniendo dos copias en las cuales se podrá dejar una de ellas registrado en el equipo y otra en el departamento de mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. En uno de los hospitales más grandes de Guatemala a nivel nacional, el Hospital general San Juan de Dios, se encuentran tres incubadoras en mal estado, las cuales pueden afectar a la población por no tener completo el equipo, y, cuando se tenga la sala neonatal de incubadoras a su capacidad máxima, habrá algún paciente a quien no se le preste las condiciones óptimas que éste necesite.
2. La incubadora es un equipo de alto riesgo para un niño que haya nacido prematuro, con bajo peso o por complicaciones de respiración. El equipo le proporciona calor para mantener la temperatura corporal del paciente a nivel normal, además tiene un sistema de oxígeno húmedo que ayuda a respirar al paciente.
3. Los parámetros de temperatura, Oxígeno y humedad los debe prescribir el doctor. Pero, generalmente, el paciente debe tener una temperatura corporal de 37°C, una medida relativa menor al 80% y el suministro de oxígeno es muy delicado, del cual varía de 2 LPM (litros por minuto) hasta 12 LPM, según las condiciones de éste.

4. Las herramientas administrativas son necesarias para el mantenimiento, porque éstas evitan el deterioro del equipo. El análisis FODA ayuda a visualizar la situación en la que se encuentra el equipo neonatal respecto al mantenimiento, además se crea una planificación para cada rutina de limpieza y mantenimiento, así mismo, se elaboran calendarios de limpieza, con frecuencia adecuada; se organiza y dirige al personal por medio de organigramas detallados y el control del mantenimiento por medio de registros que contengan datos e información del equipo.
5. Para facilitar las rutinas de mantenimiento, se realizaron cuatro diferentes: diaria, semanal, mensual y trimestral. Para ser eficientes se planificaron las herramientas, materiales y cantidades requeridas para cada una.
6. El programa de mantenimiento actual no practica las rutinas en el momento debido, esto deteriora el equipo y lo que se deja de invertir en mantenimiento preventivo se invierte más en el manteniendo correctivo. Es por ello que los gastos planificados cuidadosamente en mantenimiento, reducen la depreciación del equipo y aumentan su vida útil.
7. El porcentaje de la capacidad del equipo para cubrir la demanda poblacional es 19% de incubadora, el 53% para módulos térmicos, 11% para fototerapia y 18% para post parto y transición.

RECOMENDACIONES

1. Practicar las rutinas de mantenimiento en su justo momento, con los materiales mencionados, ya que un equipo sin mantenimiento se deteriora aceleradamente y, esto en poco tiempo, lo haría obsoleto por mal funcionamiento.
2. Si algún equipo del hospital se encuentra en mal estado, es mejor repararlo y ponerlo de nuevo en funcionamiento, que dejarlo abandonado o si realmente no tiene reparación por falta de repuesto o alguna otra razón, adquirir equipo nuevo que reemplace el equipo inservible.
3. Antes de adquirir equipo nuevo, es necesario obtener información del proveedor del equipo, como: ¿Cuál es la casa representante en Guatemala? ¿Cuenta la empresa con amplia gama de repuestos y facilidad de adquisición? ¿Las marcas distribuidas en la casa, el equipo cuenta con manuales informativos, país de fabricación del equipo, costo aproximado de los equipos competentes?
4. Capacitar correctamente a las enfermeras del hospital ya que son quienes utilizan el equipo, para que sigan un procedimiento estándar y adecuado para antes, durante y después de su uso, porque si se dá un mal trato al equipo, puede dejar de funcionar más pronto de lo que estaba previsto.

5. Tener registros de datos informativos cada vez que se preste el servicio de mantenimiento, tanto en el departamento de neonatología, como el de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

J. I. Cuervo y otros. **Gestión de hospitales**. S.e. España: Editorial Vicens Vives. 1994. 359 pp.

División de ingeniería y mantenimiento MSP / IHSS. **Programa de incorporación al mantenimiento preventivo de la incubadora al usuario y técnico de mantenimiento** (colección incubadora no 8). honduras. s.e. 1994. 10 pp

Richard e. behrman y otros. **Tratado de pediatría**. 14ª edición. (volumen I) México: Editorial Mcgraw-Hill. 1992. 1123 pp

Dorothy r. Marlow. **Textbook of pediatric nursing**. 5ª edición. Inglaterra: s. e. 1998. 949 pp

Walter Arcadio López. **Programa de mantenimiento preventivo para los equipos de lavandería y cocina del hospital Roosevelt**. Trabajo de graduación. Guatemala 1992. 82 pp.

[Http://www.neonatology.org/classics/denuce.html](http://www.neonatology.org/classics/denuce.html)

organización panamericana de la salud. **Protocolo de mantenimiento preventivo**. Nicaragua. s.e. 1995. 194 pp.

Incubadora Ohio care plus. manual de operación y mantenimiento. 27 pp

Javier Ismael Oaxaca g. **Medicina forense.** 8ª edición. Guatemala: Editorial Praxis. 2003. 226 pp.

F. Tanner *y otros.* **Elementos de higiene hospitalaria y técnicas de aislamientos en el hospital.** 2ª edición. España: Editorial Cunsa. 1998. 250 pp.

APÉNDICE

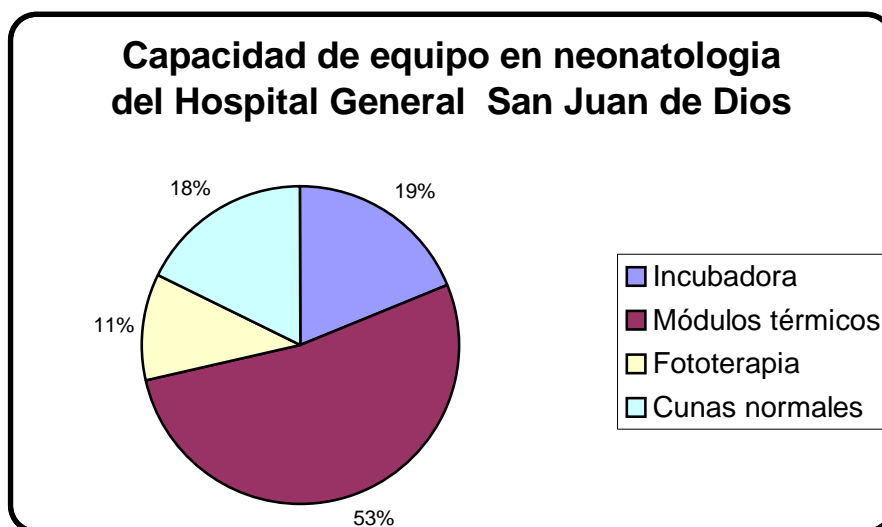
Apéndice 1. Valoración general de equipo de neonatología

Tabla no. XXXVI: Cotización de equipos más utilizados en hospitales nacionales

Equipo	Marca	Modelo	Empresa representante en Guatemala	Lugar de fabricación	Costo aproximado
Incubadora	Ohmeda	Ohio Care plus	Casa Médica, Innovaciones Médicas	Estados Unidos	Q 80,000.00
Incubadora	Air Shield	C450 QT	Casa Médica Innovaciones Médicas	Australia	Q 90,000.00
Módulo térmico	Ohmeda	3400	Casa Médica, Innovaciones Médicas	Estados Unidos	Q 90,000.00
Módulo térmico	Air Shield	PM78-1	Casa Médica, Innovaciones Médicas	Australia	Q 100,000.00
Fototerapia	Air Shield	PT53	Casa Médica, Innovaciones Médicas	Australia	Q 20,000.00
Fototerapia	Ohmeda	SPOT	Casa Médica, Innovaciones Médicas	Estados Unidos	Q 17,000.00
Fototerapia	Fanem	006BA DT 7727	Casa Médica, Innovaciones Médicas	Brasil	Q 16,000,00

Apéndice 2: Datos gráficos de equipo neonatal

Figura no. 24. Capacidad de equipo en neonatología del Hospital General San Juan de Dios



Apéndice 3: Gráfica de marcas de equipo neonatal

Figura no. 25. Marcas de incubadora más usadas en los hospitales de la capital

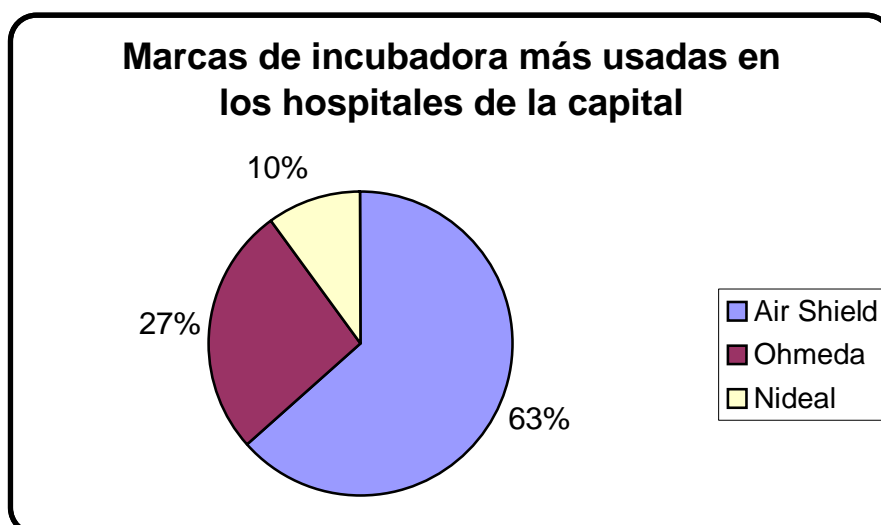


Figura no. 26. Marcas de módulos térmicos más usadas en los hospitales de la capital

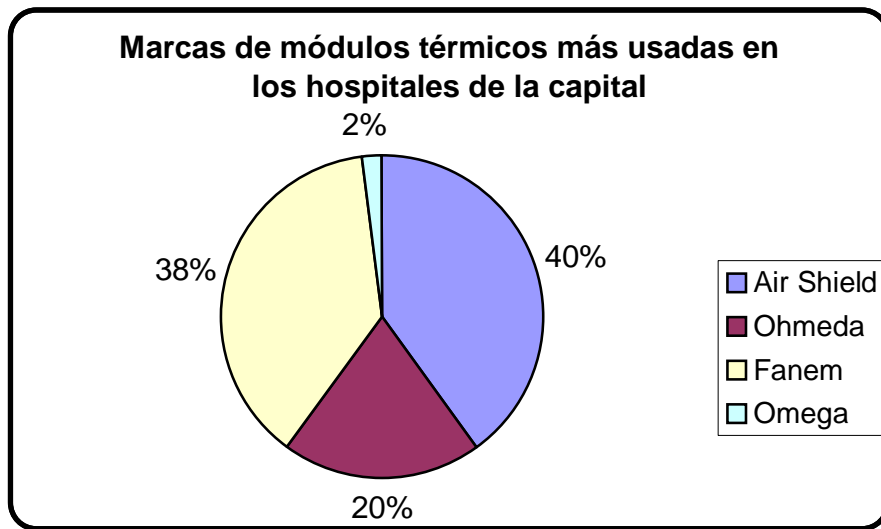
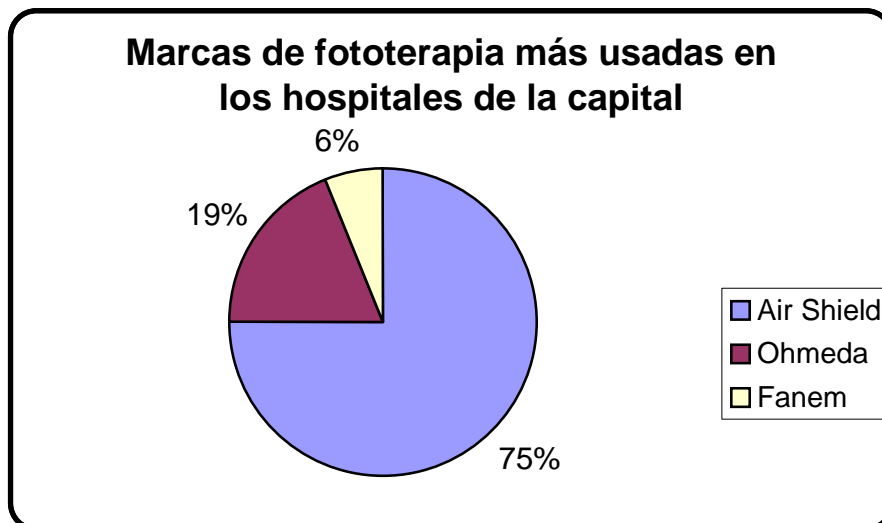


Figura no. 27. Marcas de fototerapia más usadas en los hospitales de la capital



ANEXOS

Anexo 1. Organigramas del hospital general San Juan de Dios

Figura no. 28. Organigrama del Hospital General San Juan de Dios

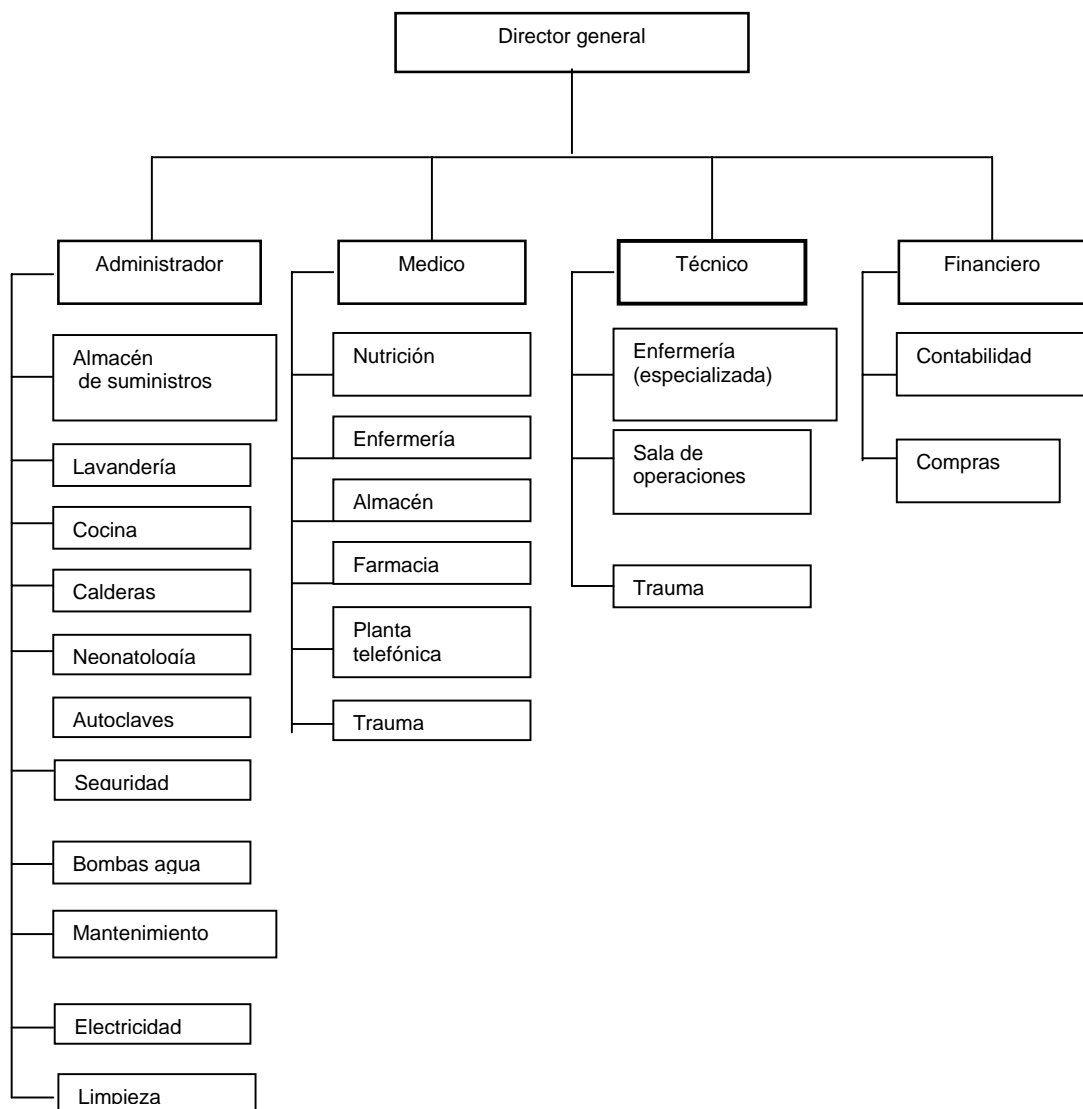


Figura no. 29. Organigrama de doctores especialistas en Neonatología del Hospital General San Juan de Dios

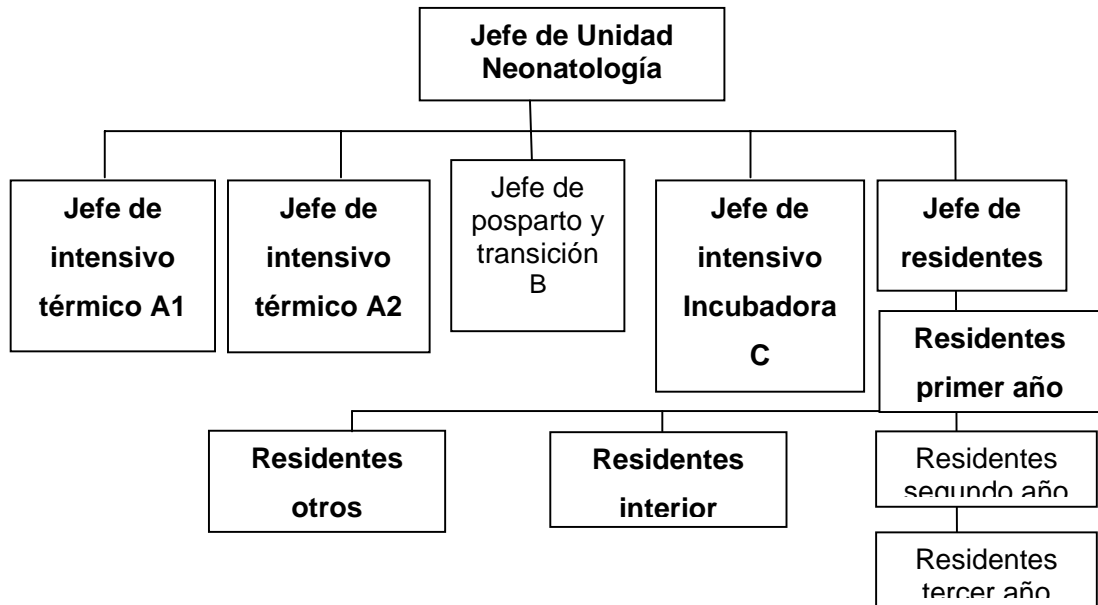


Figura no. 30. Organigrama de enfermeras en neonatología del Hospital General San Juan de Dios

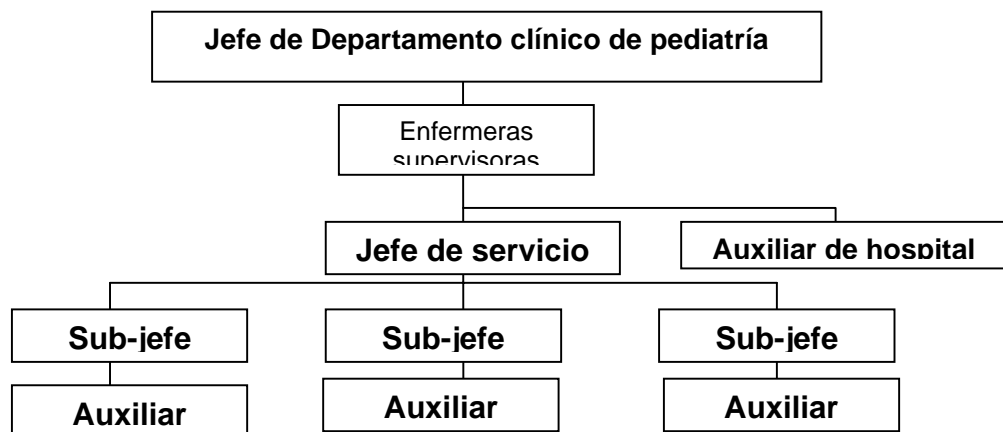
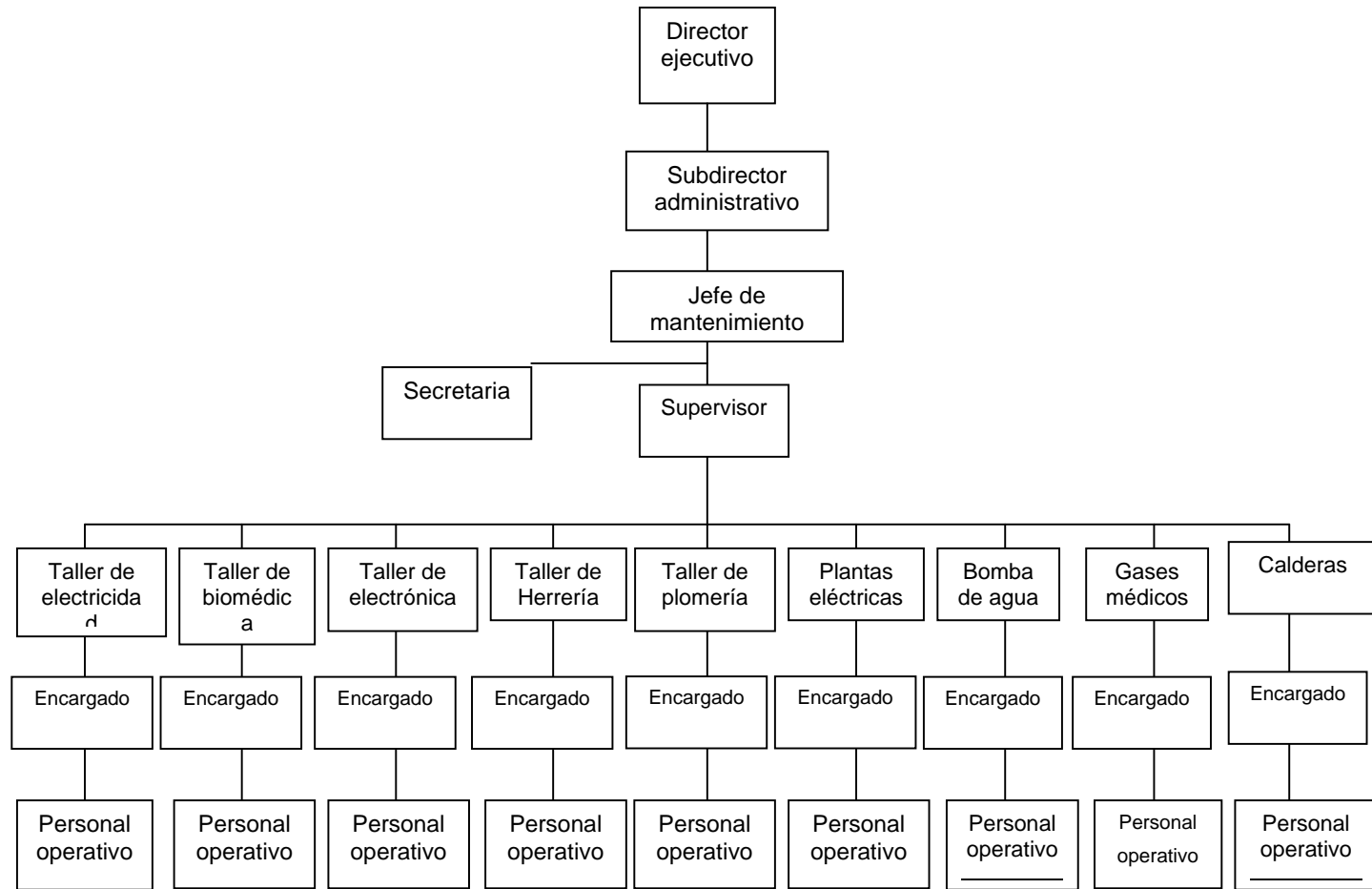


Tabla no 31. Organigrama de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios



Anexo 2. Inventario situacional de equipo

Tabla no. XXXVI. Orden de trabajo

No.			
HOSPITAL	Fecha de evaluación		
Servicio	Area		
Nombre Supervisor Técnico			
A. EQUIPO O APARATO A EVALUAR			
EQUIPO			
Marca:	No. Serie		
Modelo:	No. Inventario (hospital)		
B. CARACTERISTICAS TECNICAS			
Voltaje:	Potencia:		
Amperaje:	Conexión a tierra:		
C. ESTADO			
Funciona:	BIEN	REGULAR	MAL
Fecha en que dejó de funcionar:			
Años de uso en el hospital:			
Fecha del último Mantenimiento y/o Reparación:			
Defecto / Falla			
Falla ocasionada por (Antecedentes):			
Se puede reparar:			
Necesita:	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo	
Se reparó:	SI	NO	
Necesita Reparación Especializada:	SI	NO	
D. MANUALES:			
Manual de Operación	SI	NO	
Manual de Mantenimiento	SI	NO	
Diagrama Eléctrico	SI	NO	
Diagrama Electrónico	SI	NO	
Diagrama Mecánico	SI	NO	
Diagrama Neumático	SI	NO	
E. UTILIZACION DEL EQUIPO			
El personal está capacitado en el uso del equipo	SI	NO	
Necesita Capacitación especializada	SI	NO	
F. PUNTOS DE INSPECCION			

Pasó	Falló	Test Cualitativo	Comentarios
1		Etiquetado	
2		Limpieza Exterior	
3		Accesorios y consumibles	

INSPECCION MECANICA

4		Chasis	
5		Montajes y Apoyos	
6		Frenos	
7		Amarres (anclaje)	
8		filtros	
9		Ventilador	
10		Pedal o palanca de acción	
11		motor, Rotor y Bomba	
12		Lubricación	
13		Escobillas, Freno, Juntas	
14		tubos y Mangueras	
15		tomas de Gas y Accesorios	

INSPECCIÓN ELECTRICA

16		Enchufe y Base (Polarizado)	
17		Interruptores y Fusibles	
18		Señales Audibles	
19		Protección Especial	
20		Test de Seguridad Eléctrica	
21		Potencia de salida	

INSPECCION ELECTRONICA

22		Clavija/Enchufe de Red	
23		Cable de Red	
24		Cables	
25		Terminales o conectores	
26		Tarjetas Electrónicas	
27		controles y Teclas	
28		Indicadores y Displays	
29		Seguridades (sensor) de puerta	
30		Baterías y su Cargador	
31		Calibración	
32		Indicadores y Pantallas	

Observaciones _____

Firma de responsable

Firma Coordinador