

**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE EQUIPO MÉDICO PARA
AMBULANCIAS TERRESTRES DE TRASLADO ASISTENCIAL
MEDICALIZADO – TAM**

**HÉCTOR ANDRÉS MENDOZA VARGAS
LILIANA VALENCIA RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
SANTIAGO DE CALI
2014**

**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE EQUIPO MÉDICO PARA
AMBULANCIAS TERRESTRES DE TRASLADO ASISTENCIAL
MEDICALIZADO – TAM**

**HÉCTOR ANDRÉS MENDOZA VARGAS
LILIANA VALENCIA RODRÍGUEZ**

**Proyecto de grado para optar por el título de
Ingeniero Biomédico**

**Director:
Julián David Quintero Ospina
Ingeniero Biomédico**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
SANTIAGO DE CALI
2014**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Biomédico.

FABIOLA MARGOT OBANDO

Jurado

PAULO CESAR CALVO

Jurado

Santiago de Cali, 20 de Enero de 2014

LILIANA VALENCIA RODRIGUEZ, dedica su trabajo de grado a:

Mi familia que es el fundamento de mi vida. Mi mamá quien es mi mejor amiga, gracias por tu comprensión, apoyo y cariño. Mi padre por enseñarme a amar los libros y mi hermano por su apoyo incondicional.

A mis amigos, gracias por atravesarse en mi vida, y por motivarme a llegar a este momento, por no permitirme desistir. Gracias por hacer de un momento ordinario, algo extraordinario.

A mis profesores, por su dedicación y sus enseñanzas.

A Dios porque es la fuerza y gracias a él puedo disfrutar cada día.

HECTOR ANDRES MENDOZA VARGAS, dedica su trabajo de grado a:

A mis padres y hermanos, Andrés Mendoza y María de las Mercedes Vargas, Eyson Mendoza y Angélica Mendoza, por permitir que mi vida se convierta en un mundo lleno de amor y alegría, Apoyándome en los momentos más duros y brindándome sus sonrisas en los momentos más difíciles.

A todas mis compañeras de estudio, Liliana Valencia, Cindy Castillo, Vanessa Montes, Lucy Millán, Angélica Flórez, Alejandra Polanco que permitieron que cada día de estudio fuera más que eso, que fuera un momento de excelente compañía y muchas alegrías.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las empresas que nos permitieron tener acceso a la información, e hicieron posible la realización de este proyecto, a las personas encargadas que muy amablemente estuvieron siempre atentos a colaborarnos.

A nuestro director de proyecto, el Ing. Julián David Quintero, por su dedicación y apoyo constante, gracias por sus sugerencias y asesoría.

A nuestras familias y amigos por su apoyo constante, gracias por creer en nosotros, y ayudarnos a llegar a este importante momento.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1 MARCO TEÓRICO	20
4.1.1 Gestión de equipo médico	20
4.1.1.1 Adquisición de tecnología	21
4.1.1.2 Mantenimiento planificado del equipo médico	24
4.1.1.2.1 Mantenimiento correctivo	25
4.1.1.2.2 Índice de mantenimiento preventivo	25
4.1.1.2.3 Procedimiento para el mantenimiento preventivo	29
4.1.1.2.4 Procedimiento para el mantenimiento predictivo o inspecciones	29
4.1.1.2.5 Consideraciones para el mantenimiento	29
4.1.1.2.6 Expediente del equipo médico	31
4.1.1.2.7 Ordenes de trabajo	31
4.1.1.3 Baja de equipos médicos	32

4.1.1.4 Indicadores	28
4.1.1.5 Capacitaciones	29
4.1.2 Sistemas de apoyo	28
4.1.2.1 Sistema de oxígeno	28
4.1.2.2 Sistema eléctrico	29
4.1.3 Normativa	30
5. METODOLOGÍA	43
5.1 FASE 1: DETERMINAR LA MUESTRA	43
5.2 FASE 2: DIAGNÓSTICO	43
5.3 FASE 3: PLAN DE GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS	44
6. RESULTADOS	45
6.1 DETERMINACIÓN LA MUESTRA	45
6.2 DIAGNÓSTICO	46
6.3 PLAN DE GESTIÓN DE EQUIPO MÉDICO	50
6.3.1 Plan de mantenimiento	50
6.3.2 Inspecciones y Mantenimiento preventivo.	53
6.3.3 Hoja de vida de equipos médicos	55
6.3.4 Ordenes de servicio.	55
6.3.5 Sistemas de apoyo	56
6.3.5.1 Protocolo de pruebas para el sistema de oxígeno principal	56
6.3.5.2 Protocolo de pruebas de seguridad eléctrica	56
6.3.6 Protocolo para dar de baja un equipo médico	57

6.3.7 Determinación del equipo médico a adquirir	57
6.3.8 Indicadores	58
6.3.9 Capacitaciones	59
4. CONCLUSIONES	61
5. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	66

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Rango numérico de acuerdo a la función del equipo médico	26
Cuadro 2. Rango numérico de acuerdo al riesgo físico asociado a la aplicación clínica del equipo médico.	27
Cuadro 3. Rango numérico de acuerdo a los requisitos de mantenimiento del equipo.	27
Cuadro 4. Rango numérico de acuerdo al los antecedentes de problemas del equipo	30
Cuadro 5. Frecuencias naturales del cuerpo humano y sus partes de acuerdo a investigaciones resumidas por Paschold (2008, p. 54)	30
Cuadro 6. Puntuación asignada según la función del equipo	50
Cuadro 7. Puntuación asignada según la aplicación clínica	51
Cuadro 8. Puntuación asignada según los requerimientos de mantenimiento	52
Cuadro 9. Plan de mantenimiento anual	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tareas principales de la gestión de equipo médico	20
Figura 2. Ciclo de vida de la tecnología sanitaria	21
Figura 3. Proceso de adquisición de tecnología	23
Figura 4. Frecuencia de mantenimiento de acuerdo a los requisitos de mantenimiento	28
Figura 5. Ciclo de vida de la tecnología médica	32
Figura 6. Entidades habilitadas para prestar el servicio de ambulancia de traslado medicalizado en la ciudad de Cali	45

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Sistema de batería en ambulancia Empresa A	66
Anexo B. Toma de 12 V en ambulancias Empresa A	66
Anexo C. Salida de oxígeno en ambulancias empresa A	67
Anexo D. Compartimiento de oxígeno en ambulancias empresa A	67
Anexo E. Montaje de equipos en ambulancia empresa A	68
Anexo F. Compartimiento de oxígeno y salida a paciente en ambulancia de la empresa B	68
Anexo G. Distribución de compartimientos y montaje de equipos en ambulancia empresa B	69
Anexo H. Estado de tomacorrientes	69
Anexo I. Voltaje en los tomacorrientes	70
Anexo J. Tabla de comparación de criterios de selección para adquisición de equipo médico	71
Anexo K. Sistema eléctrico 12 V DC	72
Anexo L. Plan de gestión de equipo médico y sistemas de apoyo en ambulancias medicalizadas (Digital)	

RESUMEN

Con el propósito de mejorar la calidad de los servicios prestados por las ambulancias desde el punto de vista del equipo biomédico y los diversos sistemas de los cuales dependen para su correcto funcionamiento, se elaboró un sistema de gestión de equipo médico para ambulancias medicalizadas tipo TAM que permita, a partir de las necesidades del sector, estructurar procesos que contribuyan a la organización y a la garantía de la calidad de los servicios.

Para llevar a cabo lo anterior, se realizó un reconocimiento de las empresas de ambulancias que funcionan en la ciudad de Santiago de Cali. Después, se seleccionaron tres entidades con las cuales se realizó el diagnóstico de la tecnología y se profundizó el conocimiento del sector, en relación con los procesos que se desarrollan.

Se tuvo en cuenta los procesos que se llevan a cabo en los hospitales y clínicas, incluyendo como agravante que las ambulancias están en constante movimiento, y que, efectos como las vibraciones y la temperatura, afectan los equipos.

Con la información recolectada se procedió a realizar una propuesta para la gestión de los equipos médicos, a través de protocolos y procesos que permitan mantener unos costos efectivos y garantizar la calidad del funcionamiento de los mismos.

Palabras clave: gestión de equipo médico, sistemas de apoyo, ambulancias medicalizadas tipo TAM.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de atención pre-hospitalaria se configuran como uno de los más importantes dentro de los servicios de salud, especialmente en el tratamiento de pacientes en condiciones tales que tras un evento crítico requieran atención de emergencia. El objetivo fundamental es “ubicar el paciente en el lugar más indicado según el tipo de atención requerida y realizar durante el transporte una serie de actividades médicas de reanimación y/o soporte que requieren capacitación específica al respecto, con lo cual se logra una mejor condición de ingreso del paciente al hospital, y por tanto mayor sobrevida frente a la causa del evento urgente”¹.

Por lo anterior se hace necesario garantizar, en las ambulancias, un servicio que logre satisfacer con calidad los requerimientos del sector, para lo cual, son indispensables equipos y procesos que logren preservar, tanto la vida del paciente como su integridad física; de aquí que las actividades asociadas a la gestión de equipo médico en las ambulancias toman relevancia en respaldar los niveles de calidad en la prestación del servicio.

Los procesos de gestión de equipo médico, los cuales ayudan a determinar el estado de la tecnología permitiendo proponer mejoras, se hacen más importantes ante la existencia de ambulancias de Traslado Asistencia Medicalizado – TAM o de soporte vital avanzado. Estas deben ser altamente confiables y deben lograr integrar las necesidades del sector con altos estándares de calidad, a través de procesos que superen lo establecido por las normas nacionales como son la Norma Técnica Colombiana NTC 3729 de 2007, y las condiciones de la Resolución 1441 de 2013 a través de la cual se generan disposiciones que deben cumplir los equipos médicos en cuanto a sus características, mejorando desde este aspecto lo señalado por la Resolución 1043 de 2006.

Además de avalar la calidad de los servicios prestados, la gestión de equipo médico busca mantener el mejor estado posible en las tecnologías haciendo que la relación costo beneficio sea efectiva. Si bien los sistemas de gestión de equipos médicos no se mencionan como tal, países como Canadá, la comunidad europea y Estados Unidos tienen una fuerte reglamentación que obliga a los prestadores del servicio a implementar procesos para cumplir con las exigencias.

¹RODRIGUEZ, C. E. Atención prehospitalaria de urgencias [En línea]. Ministerio de Salud. 2007. [Consultado 28 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://clinicala100.webcindario.com/3/018.PDF>

En la generalidad, la investigación en gestión de equipos médicos ha sido dirigida hacia clínicas y hospitales así que se usa como guía para las ambulancias que pueden ser vistas como pequeñas salas de quirófano en movimiento. Proyectos como “Gestión de mantenimiento para equipos médicos”² con el cual se ejemplifica la organización que se debe realizar para llevar a cabo procesos de gestión, ayudan a la estandarización de los procesos promoviendo la evaluación de dichos sistemas, y ayudando en el mejoramiento de los mismos.

En Latinoamérica, las investigaciones referentes a la gestión de equipo médico en ambulancias se han realizado a través del desarrollo de proyectos como “Propuesta de verificación periódica de aparatos electromédicos integrada a una inspección técnica de ambulancias (ITA) terrestres”, en la cual se explica un método para realizar la verificación de dichos equipos que logre confirmar que las condiciones de seguridad y desempeño se están cumpliendo, identificando las características a ensayar, la forma de hacerlo y señalando un criterio de aceptación para cada una. En Colombia las investigaciones de esta área también están dirigidas al sector hospitalario más grande pero es significativo su avance y aporte para el desarrollo de procesos dirigidos a ambulancias.

Considerando entonces la relevancia de las ambulancias en el sector de la salud y reconociendo que es necesario implementar en ellas procesos que ayuden a preservar la seguridad ¿cómo se puede mejorar la calidad de los servicios prestados por las ambulancias desde el punto de vista del equipo médico y todo el sistema del que dependen?

Este proyecto propone elaborar un sistema de gestión de equipo médico para las ambulancias terrestres de traslado asistencial medicalizado – TAM en la ciudad de Santiago de Cali, a través de los siguientes objetivos específicos: primero, determinar la población actual de ambulancias tipo TAM presentes en la ciudad de Cali y las entidades a las que pertenecen. Segundo, determinar las entidades de ambulancias a partir de las cuales se va desarrollar el proceso. Tercero, hacer el diagnóstico del estado de la tecnología biomédica y los sistemas que interactúan con ellos. Cuarto, diseñar protocolos y procesos para el mantenimiento preventivo, inspecciones y pruebas de los equipos médicos y sistemas de apoyo presentes en las ambulancias tipo TAM. Quinto, elaborar formatos de adquisición, baja y mantenimiento para los equipos médicos y sistemas de apoyo. Sexto, seleccionar los indicadores para la evaluación de la gestión de equipo médico. Y séptimo,

² Gestión de mantenimiento de equipos médicos. En: Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica (2: 20-25, Mayo, 2001: Habana, Cuba). Memorias del congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, Habana, 2001.

Realizar capacitaciones al personal asistencial, administrativo y de mantenimiento respecto al plan de gestión de equipo médico.

Lo que se busca a través de todo este proceso es dar herramientas para que el manejo de los equipos médicos en las ambulancias se realice de manera tal, que se asegure un costo óptimo y que se pueda establecer un orden en el área que sea similar a los procesos realizados en las instituciones de salud, promoviendo el establecimiento de procesos dentro de las empresas que prestan servicios de ambulancias medicalizadas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las ambulancias terrestres para transporte asistencial medicalizado - TAM, esenciales para la atención de pacientes de alto riesgo con necesidades de asistencia intensiva, son poco utilizadas respecto a aquellas empleadas para el transporte de pacientes estabilizados que requieran o puedan requerir una atención especializada denominadas ambulancias de Traslado Asistencial Básico - TAB, debido a los costos que representan, a la poca documentación respecto al mantenimiento y gestión de equipo médico y de los sistemas de apoyo de las ambulancias terrestre tipo TAM y a la falta de regulación por parte de los entes nacionales al respecto.

En las instituciones donde son usadas frecuentemente las ambulancias terrestre tipo TAM, se realizan procesos de mantenimiento preventivo dirigidos hacia el estado del vehículo como los frenos, motor, ventilación etc, dejando a un lado los sistemas que comprenden el interior del mismo y son vitales para la atención de pacientes, como los sistemas eléctricos internos, sistema de oxígeno, entre otros.

Dichos procesos son realizados también a los equipos médicos, pero al no considerar los sistemas de apoyo de los que dependen, no se puede garantizar que sean procesos integrales.

Hay empresas de ambulancias donde se llevan a cabo procesos de mantenimiento basados en protocolos de otros países ya que en Colombia no existen protocolos o reglamentos propios que determinen y/o regulen las buenas prácticas y prevenciones de este tipo de tecnología. Así, los protocolos de mantenimiento internacionales, siendo de carácter genérico y no ajustado a las necesidades y características propias de la región no pueden garantizar la efectividad.

Considerando lo anterior se pueden identificar dos problemas: primero, los procesos de gestión de equipo médico y de los sistemas de apoyo para las ambulancias deben estar adecuados a las necesidades de la región y las condiciones a las que están sometidos los equipos. Segundo, es necesario establecer métodos de mejoramiento que permitan una mayor organización y estructuración de procesos, iniciando con la evaluación de la tecnología presente.

Entonces, ¿cómo se puede mejorar la calidad de los servicios prestados por las ambulancias desde el punto de vista del equipo médico y todo el sistema del que dependen?

2. JUSTIFICACIÓN

La atención tiene como objetivo fundamental “ubicar el paciente en el lugar más indicado según el tipo de atención requeridos y realizar durante el transporte una serie de actividades medicas de reanimación y/o soporte que requieren capacitación específica al respecto, con lo cual se logra una mejor condición de ingreso del paciente al hospital y por tanto mayor sobrevivencia frente a la causa del evento urgente”³.

De los tiempos de respuesta y la efectividad de la misma depende la vida del paciente es por esto que organismos como “El Committee on Trauma of American College of Surgeons, estableció como la “Hora de Oro” a los 60 primeros minutos tras ocurrir la injuria, en los cuales pueden revertirse las lesiones letales de los pacientes traumatizado. La American Heart Association indica que la principal arritmia responsable de muerte súbita extrahospitalaria es la fibrilación ventricular, que puede revertirse con una desfibrilación inmediata en los primeros 10 minutos hasta en un 85% de los casos, si se cuenta con un sistema de “primeros rescatadores” provistos de un desfibrilador automático externo quienes pueden llegar a la escena en 4 o 5 minutos.

Como ya se mencionó anteriormente no es solo cuestión de tiempo de respuesta, la atención prehospitalaria une diferentes aspectos tecnológicos y científicos como los recursos humanos, instalaciones físicas, dotación, insumos y mantenimientos pertinentes, entre otros, para evitar hechos como el ocurrido en el año 2009, cuando una joven murió durante el traslado debido a la falta de oxígeno⁴, demostrando que hacen falta procesos de gestión de equipo médico, que logren, no solo evitar hechos como este, sino llevar los estándares de calidad a niveles más altos.

Además de las normativas de carácter obligatorio, es necesario que cada empresa establezca métodos y sistemas en pro del desarrollo y el mejoramiento continuo. En Santiago de Cali el 98% de los casos atendidos por las ambulancias son debido a accidentes de tránsito, mostrando la necesidad de las ambulancias terrestres tipo TAM, ya que a través de la tecnología y un recurso humano pertinente se puede brindar un servicio oportuno y de calidad a las víctimas de traumatismos graves,

³ RODRIGUEZ, C. E. Atención prehospitalaria de urgencias [En línea]. Ministerio de Salud. 2007. [Consultado 28 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://clinicala100.webcindario.com/3/018.PDF>

⁴ Denuncian que por falta de oxígeno muere una joven en Nariño [en línea]. Caracol Regional [Consultado el 26 de abril de 2012] Disponible en internet: <http://www.caracol.com.co/noticias/regional/denuncian-que-por-falta-de-oxigeno-en-una-ambulancia-muere-joven-en-narino/20090825/nota/867109.aspx>

siempre y cuando la ambulancia cuente con los equipos médicos apropiados y en las mejores condiciones.⁵

Buscando formas de ayudar en estos procesos, se hace necesario que se conozca el estado actual de la tecnología y del ambiente físico de la misma, revisando desde la distribución de cada uno de los accesorios que involucran hasta las instalaciones, planteando y desarrollando soluciones como sistemas de gestión de equipo médico y sistemas de apoyo (sistemas eléctrico, de oxígeno, anclaje de camilla, entre otros) específico para las ambulancias terrestres y dirigir los procesos al cumplimiento de estándares internacionales, para poder garantizar una atención de alta calidad.

⁵ Ambulancias de Cali, ¿en estado de emergencia? [en línea]. EL PAÍS CALI [Consultado el 22 de mayo de 2012]. Disponible en internet: <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/ambulancias-cali-en-estado-emergencia>

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaboración de un sistema de gestión de equipo médico para las ambulancias terrestres de traslado asistencias medicalizado – TAM en la ciudad de Santiago de Cali.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la población actual de ambulancias tipo TAM presentes en la ciudad de Cali y las entidades a las que pertenecen.
- Determinar las entidades de ambulancias a partir de la cual se va desarrollar el proceso.
- Hacer el diagnóstico del estado de la tecnología biomédica y los sistemas que interactúan con ellos.
- Diseñar protocolos y procesos para el mantenimiento preventivo, inspecciones y pruebas de los equipos médicos y sistemas de apoyo presentes en las ambulancias tipo TAM.
- Elaborar formatos de adquisición, baja y mantenimiento para los equipos médicos y sistemas de apoyo.
- Seleccionar los indicadores para la evaluación de la gestión de equipo médico.
- Realizar capacitaciones al personal asistencial, administrativo y de mantenimiento respecto al plan de gestión de equipo médico.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCOTEÓRICO

4.1.1 Gestión de equipo médico

La gestión de equipo médico está definida como el “conjunto de procedimientos sistemáticos para proveer y evaluar la tecnología apropiada, segura, eficaz y a costo efectivo en una unidad médica o en un sistema de salud.”⁶

Según Rodríguez⁷, la gestión de equipo médico (EM) debe establecer mantenimiento orientado a riesgo, a fin de, proporcionar un entorno seguro y funcional, de todos los equipos y espacios, balanceando adecuadamente Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). Sus tareas principales están detalladas en la Figura 1.

Figura 1. Tareas principales de la gestión de equipo médico

Adquisición	<ul style="list-style-type: none">•Conducir procesos de adquisición de equipo médico•Panificar, adquirir y distribuir piezas de repuesto, insumos y reactivos
Instalación	<ul style="list-style-type: none">•Controlar la instalación del equipo médico, realizar pruebas de seguridad y aceptación
Garantías	<ul style="list-style-type: none">•Administrar y controlar las garantías de lo equipos médicos, asegurándose que queden como nuevos al concluir el periodo de garantía.
Planes de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">•Diseñar y ejecutar planes de mantenimiento orientados a riesgo, documentando adecuadamente todas las acciones de mantenimiento preventivo ycorrectivo
Eventos adversos	<ul style="list-style-type: none">•Investigar, documentar e informar acerca de los eventos adversos que involucran equipos médicos•Control de accidentalidad relacionada con el equipo médico, removiendo del servicios equipos médicos inseguros
Inventarios	<ul style="list-style-type: none">•Mantener los inventarios de equipos médicos actualizados
Indicadores	<ul style="list-style-type: none">•Control mediante indicadores y comparacion de sus iguales a fin de mantener estándares de calidad y excelencia en la prestación de servicios

Fuente: RODRIGUEZ, Ernesto. Ingeniería clínica. Observación inédita. Santiago de Cali, 2006. p. 46

⁶MEXICO SECRETARARÍA DE SALUD. SUBSECRETARÍA DE INNOVACIÓN Y CALIDAD Programa de acción específico 2007-2012. Gestión de equipo médico. MEXICO D.F.: Secretaría de salud, 2008.

⁷RODRIGUEZ, Ernesto. Ingeniería clínica. Observación inédita. Santiago de Cali, 2006. p. 46

A continuación se detalla cada una de las partes de un plan de gestión de equipo médico:

4.1.1.1 Adquisición de tecnología. Los procesos de adquisición se llevan a cabo con el fin de seleccionar la tecnología que mejor se adapte a las necesidades existentes a un costo efectivo.

Según la Organización Mundial de la Salud – OMS para lograr la adquisición adecuada de equipos médicos se deben llevar a cabo una serie de procesos con los cuales se pueda garantizar que la tecnología finalmente adquirida cumpla con las expectativas que se tienen dispuestas. Dichos procesos se definen a partir del ciclo de vida de la tecnología sanitaria, con el fin de desarrollar una adquisición bien estructurada.

Figura 2. Ciclo de vida de la tecnología sanitaria



Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Guía de recursos para el proceso de adquisición. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012.

A partir de la Figura 2 se considera que los procesos de adquisición comprenden:

✓ Evaluación tecnológica: definido como “Un proceso multidisciplinar que sintetiza información relativa a las cuestiones médicas, sociales, económicas y éticas relacionadas con el uso de la tecnología sanitaria de manera sistemática, transparente, imparcial y robusta”⁸ se dan a conocer las tecnologías disponibles en el momento, lo cual puede ser consultado a través de la Sociedad Internacional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (HTAi), la Red Internacional de Agencias de Evaluación de Tecnologías sanitarias (INAHTA) y de existir, redes nacionales.

✓ Evaluación de dispositivos: para facilitar la decisión de compra se debe realizar un estudio de mercado considerando la evaluación de dispositivos, la cual es realizada por un experto con el fin de verificar que el equipo cumpla con la función que el fabricante afirma que el realiza; para ello se puede acudir a organizaciones que se encargan de llevar a cabo estudios como son la Internacional electrotechnical Commission – IEC y fuentes certificadas.

✓ Planificación y evaluación de necesidades: la planificación busca satisfacer las necesidades adecuadamente y a un costo razonable convirtiendo, como lo sugiere la OMS, los requisitos de prestación de asistencia sanitaria en futuros requisitos de adquisición. La evaluación por su parte busca establecer lo que hace falta para llegar a una asistencia sanitaria deseada, desde lo que existe en el presente. Si este paso del proceso se sigue adecuadamente al final se obtendrá las especificaciones del producto requerido, el valor y el método de compra.

✓ Adquisición: es el proceso final con el cual se obtiene finalmente lo que de acuerdo a los planes se estableció.

✓ Proporcionar un entorno seguro y funcional mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos y espacios.

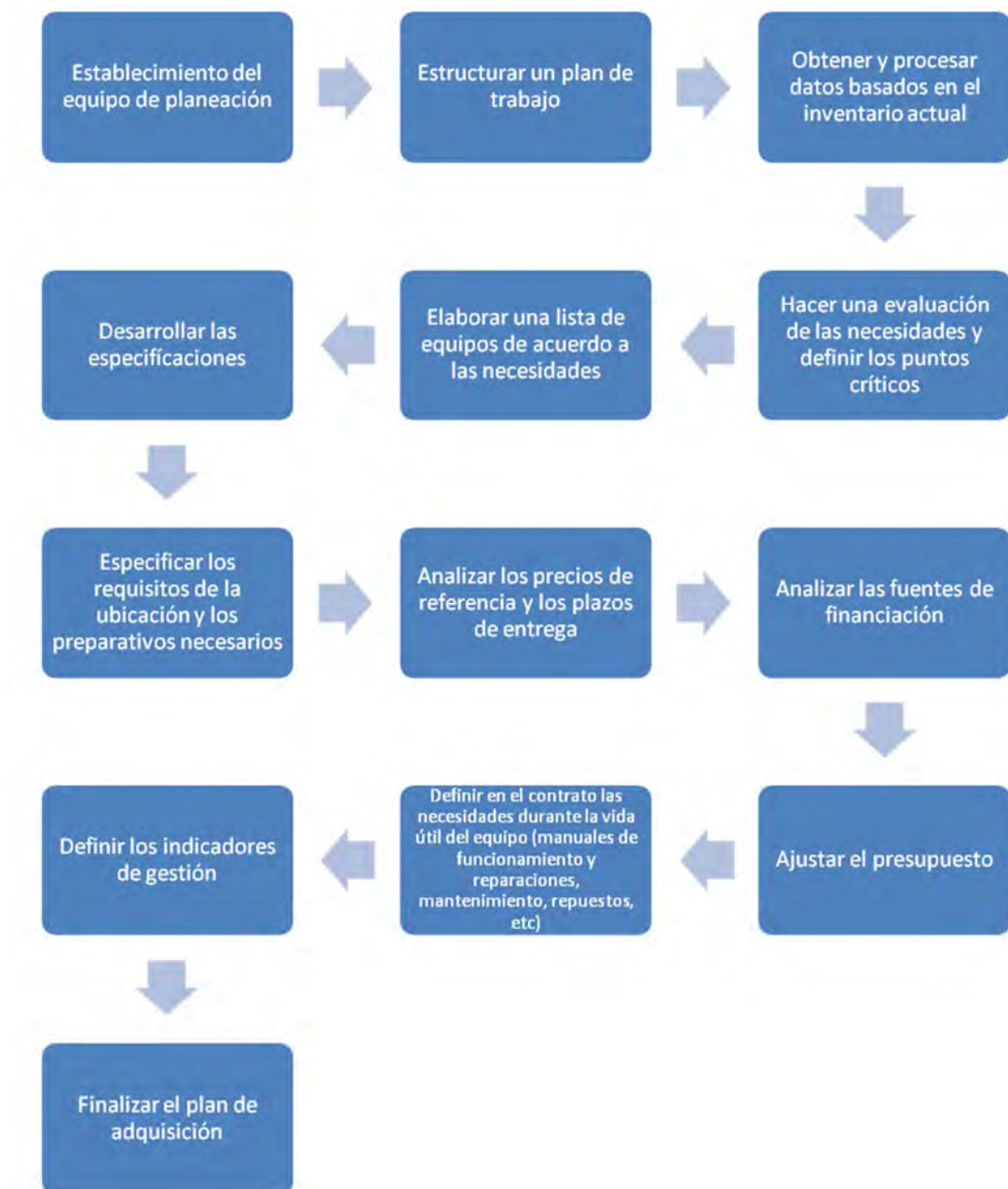
✓ Proporcionar la documentación y características técnicas necesarias de los equipos y espacios.

✓ Minimizar la cantidad de tiempo requerido para generar y archivar la documentación de mantenimiento de todos los equipos y espacios.

Para llevar a cabo procesos de adquisición de tecnología se debe adquirir una metodología como la sugerida por la Organización Panamericana de la Salud – OPS que se ilustra en la figura 3.

⁸Guía de recursos para el proceso de adquisición. Serie de documentos técnicos para equipos médicos de la OMS. Ginebra: Organización Mundial de la Salud 2012 [Consultado Agosto 19 de 2013]. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501376_spa.pdf

Figura 3. Proceso de adquisición de tecnología



Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Guía de recursos para el proceso de adquisición. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012.

4.1.1.2 Mantenimiento planificado del equipo médico. El mantenimiento planificado del equipo médico es el trabajo que se realiza sobre él de acuerdo a una programación establecida.

Su propósito puede ser uno a la mezcla de los siguientes objetivos:

Pruebas de seguridad: Se llevan a cabo para verificar que el equipo está en correspondencia con las regulaciones y requerimientos de seguridad establecidos.

Verificación y calibración: La verificación se lleva a cabo para comprobar que el equipo está completamente operacional dentro de los límites especificados. La Calibración implica que el dispositivo es comparado contra un estándar confiable, ante el organismo metrológico autorizado. La certificación de la calibración del instrumento se realizará únicamente por las instituciones metrológicas oficialmente acreditadas para ello en el país.

Mantenimiento predictivo: se realiza con el fin de pronosticar el punto de falla de un componente del equipo antes de que suceda, analizando la causa del cambio y corrigiendo la avería sin perjuicio a los servicios, al mismo que tiempo que se maximiza el tiempo de vida de los componentes. Las acciones que se realizan se pueden llevar a cabo entre los periodos de mantenimiento preventivos, con lo cual se logra facilitar el análisis de averías disminuyendo el tiempo de parada del equipo, preservar su vida útil, proteger a los pacientes y operadores y reducir los costos de explotación del equipo y mejorar el servicio⁹.

Además de los objetivos anteriores, también se considera:

Mantenimiento preventivo: “son todas las actividades programadas que aseguran la funcionalidad de los equipos y previenen averías o fallas. El mantenimiento preventivo (MP) comprende todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil de un dispositivo y prevenir desperfectos (por ejemplo, calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, etc.).”¹⁰

Sin importar el tamaño de las instituciones, en este caso empresas de ambulancias que dispongan de vehículos tipo TAM (Traslado Asistencial Medicalizado), se deben establecer procedimientos de mantenimiento preventivo bajo los mismos principios de un buen programa de mantenimiento.

⁹ RODRIGUEZ, Op. Cit., p 65. (Citado en forma completa en la referencia 7)

¹⁰Introducción al programa de mantenimiento para equipos médicos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud 2012 [Consultado 02 Mayo de 2012]. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501536_spa.pdf

4.1.1.2.1 Mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo son las actividades orientadas a “restaurar la integridad, la seguridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una avería”¹¹.

Se realiza posterior al reporte de dicho evento por parte del personal relacionado con el equipo médico, como es quien lo opera y las personas encargadas del mantenimiento.

4.1.1.2.2 Índice de mantenimiento preventivo. La Organización mundial de la Salud, en una sus publicaciones más recientes presenta una versión modificada del modelo Fennigkon y Smith para determinar los criterios de inclusión de equipos en el plan de mantenimiento. Se considera dicho modelo ya que en la actualidad el fin de todos los procesos es que sean globales y que estén adaptados a las necesidades actuales.

El principio de inclusión está basado en una sumatoria de los criterios para ser incluidos dentro de la gestión del equipo (GE) definida como:

$$\# GE = \# Función + \# aplicación + \# mantenimiento + \# antecedentes \quad (\text{Ec.1})$$

Los criterios de selección son:

- Función del Equipo: El papel que desempeña el equipo en el cuidado del paciente.

¹¹Ibíd., p. 24.

Cuadro1. Rango numérico de acuerdo a la función del equipo médico

Categoría	Descripción de la función	Puntuación
Terapéutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnóstico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	6
Analítico	Análisis del laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Otros	Relacionados con el paciente y otros	2

Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012. p. 47

- Riesgo físico asociada con la aplicación clínica: Considera los resultados sobre el paciente o usuario ante una falla del equipo; el riesgo físico asociado con la aplicación clínica.

Cuadro 2. Rango numérico de acuerdo al riesgo físico asociado a la aplicación clínica del equipo médico.

Descripción del riesgo durante el uso	Puntuación
Riesgo de muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el operador	4
Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico	3
Daño al equipo	2
Sin riesgo significativo identificado	1

Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012. p. 48

- Requisitos del Mantenimiento: los requisitos de mantenimiento dependen directamente de lo sugerido por el fabricante o de la experiencia del personal a cargo de los equipo

Cuadro 3. Rango numérico de acuerdo a los requisitos de mantenimiento del equipo.

Requisitos de mantenimiento	Puntuación
Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicos	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: inspección visual	1

Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012. p. 48

- Antecedentes de problemas del equipo: se determina a partir de la información disponible de fallas del equipo.

Cuadro 4. Rango numérico de acuerdo a los antecedentes de problemas del equipo

Promedio de averías del equipo	Factor
Significativo: más de una cada seis meses	+2
Moderado: una cada 6-9 meses	+1
Usual: una cada 9-18 meses	0
Mínimo: una cada 18-30 meses	-1
Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores	-2

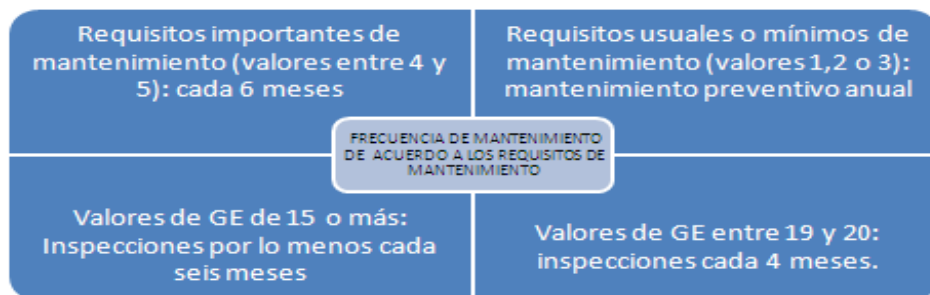
Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012. p. 48

De acuerdo al método adoptado, aquellos dispositivos que tengan un resultado igual o mayor a 12 serán incluidos en las programaciones de mantenimiento y verificación. Todos ellos tendrán un respectivo proceso documentando de inspección, verificación de funcionamiento y mantenimiento.

Los equipos que no son incluidos en las programaciones de mantenimiento, se incluirán en el inventario de equipos de la empresa, pero en ellos solo se realizan intervenciones correctivas.

En cuanto a la frecuencia de mantenimiento Los valores correspondientes a los requisitos de mantenimiento también sirven para determinar el intervalo entre inspecciones y procedimientos de mantenimiento, según el tipo de dispositivo.

Figura 4. Frecuencia de mantenimiento de acuerdo a los requisitos de mantenimiento



Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, 2012. p. 48

La flexibilidad de mantenimiento no puede ser aplicada a equipos de apoyo a la vida, equipos que manejen altos niveles de energía, equipos sujetos a intervalos establecidos por norma de obligatorio cumplimiento y aquellos con reemplazo de partes obligatoria.

4.1.1.2.3 Procedimiento para el mantenimiento preventivo. Un procedimiento para el mantenimiento preventivo está compuesto por tareas como limpieza, ajustes, sustitución de componentes, comprobaciones y calibraciones.

Las actividades de mantenimiento preventivo se llevan a cabo de acuerdo a los parámetros que da el fabricante y las recomendaciones de entidades especializadas como ECRI.

4.1.1.2.4 Procedimiento para mantenimiento predictivo o inspecciones. Las inspecciones según la Organización Mundial de la Salud – OMS pueden ser de funcionamiento o de seguridad. Las primeras son actividades ideadas para verificar el funcionamiento de un dispositivo. La segunda se realiza para asegurar que usar el dispositivo es seguro en relación con sus componentes eléctricos y mecánicos. En las pruebas se compara el desempeño del dispositivo con las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante en el manual de servicio o mantenimiento. Estas inspecciones no tienen la finalidad de prolongar la vida útil del equipo, sino solamente evaluar su estado actual.

4.1.1.2.5 Consideraciones para el mantenimiento.

Vibraciones

Una las características más importantes a considerar al someter los equipos médicos a movimiento continuo son las vibraciones.

A través de investigaciones (Klegraefe,2010) se realizó la caracterización de las vibraciones sometiendo a cuatro tipos de vehículos usados como ambulancias a pruebas de vibraciones en diferentes velocidades y diferentes tipos de terreno. Se midió la aceleración en el compartimiento del paciente logrando establecer que dichas vibraciones tienen una magnitud promedio de entre 0,46 y 2,55 m/s² y frecuencias entre 0,1 y 6 Hz.

Dichas frecuencias coinciden con la frecuencia natural de algunos sistemas del cuerpo humano (Cuadro 5). Al coincidir con la frecuencia de algunos órganos, las vibraciones pueden alterar las mediciones realizadas durante el traslado y por tanto afectar en gran medida el diagnóstico, especialmente aquellos que requieren el uso de interpretación sensorial y señales sensoriales eléctricas.

Cuadro 5. Frecuencias naturales del cuerpo humano y sus partes de acuerdo a investigaciones resumidas por Paschold (2008, p. 54)

Randall, Matthews & Stiles, 1997	12	Cuerpo entero, de pie.
Brauer, 1994	4 – 6	Cuerpo entero, sentado
Brauer, 1994	3 – 4	Cuerpo entero, supino
Wasserman, 1996	4 – 8	Cuerpo entero, vertical
Kroemer and Grandjean, 1997	4*	Vértebrae lumbares
Brauer, 1994	20 – 30	Cabeza
Kroemer and Grandjean, 1997	5 – 30*	
SafetyLine Institute	20 – 30	
Mansfield, 2006	20	Ojos
Kroemer and Grandjean, 1997	20 – 70*	
SafetyLine Institute, 2007	20 - 90	
Kroemer and Grandjean, 1997	5*	Cintura escapular
Kroemer and Grandjean, 1997	3 – 6 *	Estomago
SafetyLine Institute	4 – 5	
Kroemer and Grandjean, 1997	4 – 6*	Corazón
Kroemer and Grandjean, 1997	10- 18*	Vejiga

* Posición: sentado

Fuente: KLEGRAEFE, Nicole. Force plate reability and dynamics for ambulance vibration suppression Trabajo de grado Ingeniero Mecánico, Worcester polytechnic institute. 2010. 102 p.

En el diseño de equipo médicos se considera la incidencia de los efectos externos en el desempeño, pero es necesario a través de procesos de mantenimiento predictivo considerar los efectos de las vibraciones en los equipos con el fin garantizar el buen funcionamiento del mismo y preservar su integridad, dado que al someter los equipos no solo a movimiento constante sino a efectos como las vibraciones, además de los cambio de humedad y temperatura, los procesos a los que se somete el equipo deben ser más rigurosos pretendiendo prever cualquier anomalía.

Sujeción

Para conservar la integridad de los equipos y además disminuir el efecto de las vibraciones en los mismos, se debe aplicar un sistema de sujeción. Los equipos, al mismo tiempo que deben tener un espacio o compartimiento diseñado para cada uno de ellos, deben disponer de correas que los mantenga estables e impidan el movimiento dentro del compartimiento del paciente ante un evento inesperado.

La norma europea EN 1789:2006 exige que la distancia entre las correas de sujeción y el equipo sea de máximo 150 mm, ya que se considera que al ser sometido a una fuerza igual o mayor a 10 g se convierten en potenciales proyectiles que pueden lastimar a las personas que se encuentran al interior del compartimiento.

4.1.1.2.6 Expediente del Equipo Médico. Todos los equipos deben tener un expediente en la cual se recopile la información de interés relacionada con el mismo que permita establecer todas las características, especialmente funcionales, y con la que las personas encargadas del mantenimiento logren actuar eficientemente a través del conocimiento del historial.

La información básica que el expediente de cada equipo médico debe incluir es:

Descripción general, nombre del fabricante, modelo y número de serie, costo de adquisición, fecha de expiración de la garantía (soportada por una copia del original de una orden de compra), en qué departamento o área del hospital se encuentra, requerimientos necesarios para la realización de las actividades de MPI, localización del manual de servicio y operación del equipo, descripción si se le realizó alguna modificación, fecha y naturaleza de la última intervención, prioridad si es aplicable, si es aplicable es necesario guardar además el nombre del fabricante o firma responsabilizada con las actividades de mantenimiento del equipo, costos, fallos, accidentes o incidencias, horas que ha trabajado¹².

4.1.1.2.7 Órdenes de Trabajo. Las ordenes de trabajo son realizadas para llevar a cabo actividades de mantenimiento sobre un equipo ya sea preventivo, correctivo o predictivo/inspección. Dichas ordenes deben permitir recolectar información para el historial del equipo y calcular indicadores que den una idea de eficiencia y eficacia del mantenimiento de los equipos.

¹²RODRIGUEZ, Op. Cit., p 74. (Citado en forma completa en la referencia 7)

La orden de trabajo debe permitir recolectar datos necesarios para el historial del equipo. Consta de:

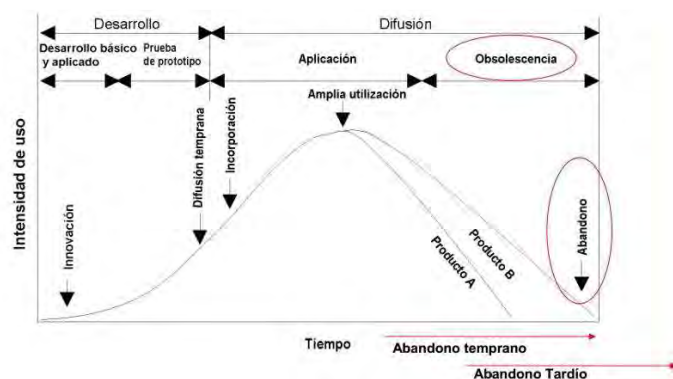
“La solicitud de servicio, centro de costo, fecha y hora, nombre y ubicación del equipo, problema que presenta y persona que emite la orden, quien realiza el servicio, la hora en que se comienza atender la solicitud, identifica al equipo con su código y número de inventario y las acciones llevadas a cabo para restablecer el funcionamiento normal del equipo, la fecha y hora de la entrega al servicio la persona que lo recibe y observaciones”¹³.

De esta manera la orden de servicio debe permitir determinar, el tiempo de respuesta, el tiempo de la intervención y el tiempo total de cambio de estado, que resultan vitales para el cálculo de indicadores.

Debe servir además para calcular el costo de servicio, relacionarlo con un centro de costo y reflejar la historia de cada equipo médico.

4.1.1.3 Baja de equipos médicos. Es un proceso analítico donde se considera desde la vida útil del equipo, su obsolescencia y el nivel de riesgo para quienes los operan y los pacientes. La vida útil del equipo corresponde al tiempo durante el cual el equipo por sus características y conformación tecnológica, puede estar en operación o funcionamiento sin ningún contratiempo. En cuanto a la obsolescencia, no implica que el equipo no funcione, sino que debido a los avances tecnológicos y científicos, las necesidades a suplir son diferentes y el equipo resulta anticuado para dichas tareas.

Figura 5. Ciclo de vida de la tecnología médica



¹³RODRIGUEZ, Op. Cit., p 75. (Citado en forma completa en la referencia 7)

Fuente: Proceso de baja de equipo médico. En: Curso- taller ingeniería clínica. Región centro. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud – CENETEC Salud, Secretaria de Salud de México, 2007.

Se consideran además, los costos de mantenimientos tanto preventivos como correctivos debido a que en el transcurrir de su vida útil el equipo puede necesitar más intervenciones. Es entonces importante tener un registro de intervenciones al equipo donde se puedan verificar los costos que conllevan y el tiempo que se dedica a los mantenimientos.

Si se considera dar de baja un equipo, se deben considerar también un proceso de reposición, pues no se puede dejar de prestar el servicio.

4.1.1.4 Indicadores. Los indicadores son una medida cuantitativa, a través de la cual, es posible controlar y valorar la calidad de los procesos; son herramientas claves que deben permitir medir la calidad y dar una predicción del futuro a través de la fijación de objetivos que mejoren el estado actual y permitan la creación de un pensamiento sistémico que ayude a generar cambios estructurales.

Su función es la de proveer información para tomar decisiones, por lo que deben ser lo más concretos posible, con el fin de facilitar su análisis.

Los indicadores deben permitir ser comparados con los estándares internos de cada una de las organizaciones y externos, como normas nacionales e internacionales. Cuando no existen valores de referencia, es necesario aceptarlos por consenso o de acuerdo a los resultados observados anteriormente.

Existen varios tipos de indicadores, pero debido a que el interés es medir la calidad del proceso, se señalan aquellos que permiten obtener información de acuerdo al propósito, como son:

Indicadores centinela: estos tipos de indicadores miden la presencia de sucesos graves o indeseables del proceso, como para realizar una revisión de cada caso que se produzca.

Indicadores basados en tasas y proporciones: miden sucesos que requieren una revisión detallada sólo si la proporción de casos no cumplen el criterio del indicador supera un umbral (estándar) establecido mediante un control estadístico del atributo a valorar.

Indicadores internos de calidad del proceso: miden la calidad en la ejecución de determinadas acciones significativas a lo largo del proceso. También miden la adecuación de la estructura de costes y sus posibles desviaciones¹⁴.

4.1.1.5 Capacitaciones. Con la capacitación se pretende que el personal conozca la operación del equipo, siendo esencial para la seguridad del paciente, del usuario y del personal técnico. Es por eso que las capacitaciones son dirigidas al personal encargado del mantenimiento del equipo, y al personal médico y de enfermería quienes son los usuarios de estos.

Las capacitaciones pueden ser dadas por personal externo a la institución como son los vendedores, fabricantes o un instructor especializado, o por personal de la misma que tenga experiencia.

Un adecuado uso del equipo evita, además, fallas por mala manipulación del mismo reduciendo costos.

4.1.2 SISTEMAS DE APOYO

4.1.2.1 Sistema de oxígeno

El sistema de oxígeno es una fuente de peligro potencial si la distribución del sistema y los cilindros no están correctamente instalados y el mantenimiento no es el adecuado.

Los mantenimientos se deben realizar según las especificaciones del fabricante y periódicamente se debe ejecutar inspecciones para verificar que no existan fallas, además de revisar la limpieza y la integridad del equipo. Cualquier ruido o pérdida de oxígeno inexplicable debe ser investigada meticulosamente.

Cilindros de oxígeno

¹⁴MORA MARTINEZ, José Ramón. Guía metodológica para la gestión clínica por procesos: aplicación en las organizaciones de enfermería. Ediciones Díaz de Santos, 2003, p. 214.

Es necesario que a los cilindros de oxígeno se les dé un trato adecuado y en ellos se deben aplicar mantenimientos preventivos vigilando específicamente las siguientes áreas:

- Fugas en los cilindros, abultamientos anormales, válvulas o dispositivos de seguridad defectuosos o inoperantes.
- Presencia física de óxido o corrosión en el cilindro
- Cualquier sustancia extraña o residuos, como cinta adhesiva en el cuello del cilindro, la válvula de oxígeno o el montaje del regulador. La presencia de estos elementos puede dificultar la capacidad del sistema de oxígeno de funcionar correctamente y en algunos casos puede ser la causa de fuego o explosiones.
- En todos los cilindros de oxígeno se deben realizar pruebas hidrostáticas y estar marcados apropiadamente¹⁵.

4.1.2.2 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico principal de las ambulancias depende de un alternador. Dicho componente es el encargado de proveer alimentación a todos los elementos de la ambulancia, pero ya que se exige que debe existir un circuito único para el compartimiento de paciente, se considera que debe proveer alimentación a los equipos biomédicos, aire acondicionado, luces del compartimiento y todo aquello que dentro del mismo se pueda necesitar.

Deben existir al menos, dos baterías, que se encargan de suministrar alimentación si por alguna razón no se dispone del sistema eléctrico principal.

El sistema de aire acondicionado es opcional en las ambulancias. Si el sistema de aire acondicionado se encuentra dispuesto en el vehículo se recomienda entonces que “enfrie al menos a 27 °C el compartimiento de paciente en 15 minutos. Pasados 30 minutos el sistema debe ser capaz de llegar a los 25 °C.”¹⁶

¹⁵Ambulances Oxygen system & equipment. New York Department of Health, Bureau of Emergency Medical Services. New York, 1998.

¹⁶ BELGICA. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARIZATION. EN 1789 (05 Octubre, 2006). Medical Vehicles and their equipment - Road Ambulances. Bruselas: Europeancommitteeforstandarization, 2006.

Referente a iluminación del compartimiento de paciente, siguiendo las recomendaciones la norma europea EN 1789 – 2006, la iluminación debe ser de mínimo 1650 lx.

4.1.3 NORMATIVA

La normativa nacional que aplica a las ambulancias tipo TAM, exige que además de que estas cumplan con lo establecido dentro de las generalidades para la habilitación de los servicios de salud y los requerimientos para las ambulancias de traslado asistencial básico, cumplan con particularidades instadas solo para este tipo de vehículos de la siguiente forma:

Resolución 1441 de 2013 “por medio de la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones”. Con ella se establecen por primera vez las condiciones que deben cumplir los equipos médicos, haciendo que obligatoriamente las ambulancias TAM cuenten con:

- Ventilador mecánico que cuente con modos de volumen y modos de presión, batería para 4 horas, FIO₂, dar indicaciones de presión máxima y plateau, debe tener PEEP, frecuencia respiratoria máxima de la máquina y del paciente, alarmas auditivas y visuales de presión, volumen, apear, presión de aire, oxígeno, y batería baja, además de un sistema de conexión rápida al oxígeno y al aire, modos de control asistido/control y CPAP.
- Monitor de transporte multiparamétrico de signos vitales que incluya mínimo electrocardiografía, oximetría de pulso, presión no invasiva, temperatura y respiración. Alarmas auditivas y visuales de parámetros máximos y mínimos y de batería baja. Batería mínimo para 4 horas.
- ECG de 12 derivaciones.
- Desfibrilador bifásico con capacidad de realizar cardioversión sincrónica y marcapasos transcutáneo. Batería mínimo para 4 horas y desfibrilación automática externa.
- Dos bombas de infusión o una con 2 canales. Batería mínimo para 4 horas.
- Aspirador de secreciones eléctrico con dispositivos para succión de repuesto.
- Medidor de glicemia

- Laringoscopio adulto y pediátrico cada uno con 3 valvas de diferentes tamaños, y en la caso del pediátrico valvas rectas y curvas. Debe llevar baterías de repuesto.
- Capnografo.
- Tensiómetro adulto y pediátrico

Norma Técnica Colombiana NTC – 3729. Con la cual se establece la tipología vehicular para las ambulancias de transporte terrestre. De la norma se resalta la parte que corresponde a los sistemas de apoyo, para lo cual establece:

- Toda ambulancias debe contar con un sistema central de oxígeno, con una capacidad mínima de 3 m³ con regulador precalibrado a 50 psi (3,45 bar) y con mecanismo de suministro por medio de toma de pared con acople rápido y flujómetro de 0 lpm a 15 lpm, con su respectivo vaso humidificador. Adicionalmente debe llevar una bala portátil de mínimo 0,5 m³ con regulador y flujómetro.
- Las ambulancias deben estar equipadas con un sistema generador de energía eléctrica a partir del motor del vehículo, de tipo alternador, con rectificación y regulación electrónica, con capacidad de producir mínimo 60 A nominales a una tensión de 12 V y con una temperatura ambiente en el compartimento del motor de 90 °C. El alternador, debe cumplir con todos los requisitos establecidos en la NTC 1704. Si el consumo de energía eléctrica es mayor del que puede ser producido por este sistema de alternador, por ejemplo cuando se instala una incubadora, es necesario colocarle al vehículo un alternador de potencia o varios de ellos, hasta lograr que todos los equipos funcionen simultánea.
- Todos los cables, interruptores y mandos de la instalación eléctrica deben soportar sin deterioro, mínimo, hasta 25 % por encima de la capacidad nominal del circuito.
- Todos los circuitos instalados deben estar protegidos mediante fusibles calibrados de fácil accesibilidad para su eventual sustitución. Los fusibles correspondientes al equipo médico y conexiones del compartimento del paciente, deben ir en una caja única en el compartimento posterior. Todo el equipo eléctrico del vehículo, debe funcionar a una tensión nominal de 12 V de corriente continua, con polaridad negativa a la masa del vehículo.
- El sistema de almacenamiento de energía eléctrica de todas las ambulancias, debe constar mínimo de dos baterías; las dos baterías deben tener una capacidad mínima total de 150 A-h (por ejemplo sí la batería original del vehículo es de 60 A-h, la batería para el compartimento del paciente debe ser mínimo de 90 A-h).

- El sistema de almacenamiento debe proporcionar una tensión de 12 V, que suministre una corriente pico de 400 A. Las baterías deben cumplir todos los requisitos establecidos en la NTC 978.
- La instalación eléctrica debe estar dentro de tubería de distribución y protección del material autoextinguible y poseer un sistema de supresión de interferencia para ondas de radio, preferiblemente en los cables de ignición. Debe estar aislada y protegida del agua, señalizada e identificada en planos eléctricos y electrónicos de la ambulancia.
- El sistema eléctrico del vehículo debe tener por lo menos dos tomacorrientes del tipo “encendedor de cigarrillos”, identificados extendidos al compartimento del paciente para conectar equipo (12 V). El sistema eléctrico para el compartimento del paciente debe provenir de un sistema generador (alternador). Éste debe poseer un inversor de onda sinusoidal electrónica de 12 V de corriente continua a $120\text{ V} \pm 15\%$ a 60 Hz de corriente alterna, con potencia mínima de 0,5 kW con una eficiencia mínima del 90 %, que opera únicamente en el compartimento del paciente, con un mínimo de dos tomacorrientes dobles regulados con polo a tierra, identificados y de fácil acceso, uno de ellos en la cabecera de la camilla. El inversor debe estar instalado en el compartimento del paciente, en un sitio debidamente protegido y que no tenga contacto con el paciente, de fácil alcance para su encendido, apagado y mantenimiento.
- En este segundo circuito, debe poseer un dispositivo que permita la desconexión al ser alimentado por la red urbana, a una tensión nominal de $(120 \pm 5)\text{ V}$ a una frecuencia de 60 Hz. Por lo tanto debe instalarse un tomacorriente en el exterior de la carrocería, con la marcación que indique que es entrada de $(120 \pm 5)\text{ V}$, este tomacorriente debe estar protegido por un recubrimiento sostenido mediante un sistema de bisagra o su equivalente. Toda ambulancia debe tener un cable conductor con calibre mínimo 16 AWG, con polo a tierra (trifilar) y encauchetado (chaqueta exterior para protección), de mínimo 20 m de longitud con sus extremos adaptados para lograr esta alimentación, preferiblemente de color vivo de tal manera que se visualice fácilmente. El cable en cada extremo debe tener conector macho.
- La ambulancia debe poseer dos circuitos independientes uno para el vehículo y otro para el compartimento del paciente, lo cual se puede conseguir con uno o más alternadores. En el circuito dedicado al compartimento del paciente debe existir un interruptor maestro que permita su desconexión para efectos de seguridad.

A nivel internacional, hay países que cuentan con normativas específicas para las ambulancias pero también se consideran las normas que aplican o que pueden ayudar a garantizar la seguridad y una buena prestación del servicio. Son ellas:

National Fire Protection Association - NFPA. Es una asociación sin ánimo de lucro establecida en 1986, que tiene como misión reducir mundialmente los riesgos del fuego y otros desafíos en la calidad de vida a través de proveer y buscar consenso en códigos y normas, investigación, entrenamiento y educación.

NFPA 99 – Standard for health care facilities.

NFPA 1917 – Standard for Automotive Ambulances Edition 2013. Considerando el reconocimiento de dicha institución como promotora de estándares de alta calidad algunas exigencias que hace esta norma para el territorio americano se incluyen como complemento a las normas vigentes en el territorio colombiano.

Sistema de oxígeno:

- Un indicador de capacidad de oxígeno deber ser visible desde la posición primaria sentando para el cuidado del paciente.
- Debe poseer regular de oxígeno, baja presión y una tubería de oxígeno oculta y no expuesta a elementos, asegurada firmemente para prevenir el daño y ser fácilmente accesible para inspección y reemplazo.
- Oxígeno que es canalizado a una salida autosellante con una velocidad de flujo de 100 L/min en la salida. Dicha salida no debe interferir con la salida de succión.
- Provisto de un regulador de oxígeno con filtro de entrada al cilindro, válvula de alivio a 200 psi (1380 kPa) máximo y un manómetro o monitor digital con un rango de 0 psi a 2500 psi (0 kPa a 17237 kPa) graduado en incrementos de no más de 100 psi (690 kPa).
- El sistema de oxígeno no debe perder más de 5 psi (34 kPa) de presión en un periodo de dos horas
- En cuanto a la retención del tanque de oxígeno, cualquier soporte del tanque debe tolerar una fuerza igual a 25 veces el peso del tanque para el cual el soporte fue diseñado
- El compartimiento de oxígeno debe estar provisto con una abertura de al menos 580 mm² para disipar o ventilar las fugas de oxígeno al exterior.

- El compartimiento del cilindro de oxígeno no debe ser utilizado para almacenar ningún otro equipo

Sistema eléctrico:

- Con el motor apagado, el sistema de batería debe ser capaz de proveer de encender el motor después de cumplir las siguientes funciones durante diez minutos: luces de señalización, luz delantera del vehículo y otros dispositivos eléctricos excepto parabrisas y luces intermitentes superiores.
- Radio en ciclos de trabajo en 10 % de transmisión y 90 de recepción.
- Las luces necesarias para iluminar las superficies para caminar por los puntos de entrada y el 50 % de la carga total de la luz del compartimiento.
- La corriente eléctrica continúa requerida para operar simultáneamente una corriente de 20 A.
- Aire acondicionado en la cabina ajustado en el nivel más frío y la máxima velocidad del ventilador.
- Aire acondicionado del compartimiento de paciente ajustado en el nivel más frío y la máxima velocidad del ventilador.
- Iluminación principal del compartimiento de paciente ajustado en la mayor intensidad
- Cualquier otro dispositivo de prevención y de carga eléctrica definido como crítico en la misión.
- Los circuitos de tomas de corriente deben ser protegidos por un breaker de mínimo 10 A.
- Un indicador debe estar localizado dentro de cada línea de voltaje de los receptáculos como línea de monitoreo indicando que hay flujo de corriente en el circuito.

European Committee for Standardization – CEN. Fue una organización oficialmente creada como una asociación internacional sin ánimo de lucro con base en Bruselas el 30 de octubre de 1975. Son el mayor proveedor de estándares europeos y especificaciones técnicas.

EN 1789: 2006 Medical vehicles and their equipment. Road ambulances

EN 864 Medical electric equipment – Capnometers for use with humans- particular requirements

EN 794 -3 Lung ventilators - Part 3: particular requirements for emergency and transport ventilators.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación – IRAM. Es una organización civil sin ánimo de lucro. IRAM lidera los comités técnicos nacionales que analizan los documentos en estudio, canaliza las propuestas nacionales, fija la posición de Argentina ante estos organismos y está presente en la conducción de varios de los comités técnicos internacionales.

IRAM 16030: Vehículos de transporte sanitario y su equipamiento. Ambulancias terrestres. Requisitos. (Basada en la IEC1789).

International Organization for Standardization – ISO. Es el desarrollador voluntario más grande a nivel mundial de normas internacionales, a través de las cuales dan especificaciones para productos, servicios y buenas prácticas, ayudando a la industria a ser más eficaz y eficiente.

ISO 14971 – Medical Devices – Application of risk management to medical devices.

ISO 10524-1: 2006 Pressure regulator for use with medical gases

International Electrotechnical commission – IEC. Es una organización mundial fundada en 1906 sin ánimo de lucro y no gubernamental, lideren la preparación y publicación de normas internacionales para todos los dispositivos eléctricos, electrónicos y tecnologías relacionadas, para lograr que se ajuste y funcione de forma segura.

La IEC provee una plataforma a industrias, empresas y gobiernos para discutir y desarrollar normas internacionales que son requeridas.

IEC 60601-1-1 Ed. 2.0 b: 2000; Equipo electromédico. Parte 1-1: Requerimientos generales de seguridad. Estandar colateral: requerimientos de seguridad para equipos electromédicos.

IEC 60601-1-8 Amd. 1 Ed. 1.0 b: 2006; Revisión 1. Equipo electromédico. Parte 1-8: Requerimientos generales de seguridad. Estándar colateral: requerimientos generales, pruebas y guía para sistemas de alarma en equipos y sistemas electromédicos.

IEC 60364-7-708 Instalaciones eléctricas para equipamientos rodantes y sus parques de estacionamiento.

IEC 60068 -2-6 Environmental testing. Part 2-6: tests – Fc : vibration (sinusoidal)

Existen otras normas que son un referente, las cuales no están asociadas a una organización en particular sino que hacen parte de normas nacionales o federales.

Ontario - Canada: Provincial Equipment Standards for Ontario Ambulance Services version 2.0 December 2011

EEUU: KKK A1822F – Federal specifications for the Star of Life Ambulances.

5. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto consta de cuatro fases las cuales se explican a continuación:

5.1 FASE 1: DETERMINAR LA MUESTRA

Para realizar la investigación se requiere tener acceso a empresas que cuenten con más de dos ambulancias, ya que se busca recolectar información que pueda contribuir en el diagnóstico de la tecnología, de aquí que sea necesario conocer las empresas con las que cuenta la ciudad y el número de ambulancias que cada una tiene.

Recurriendo a la información disponible en la secretaría de salud de la Gobernación del Valle del Cauca, se seleccionaron las empresas o entidades a visitar.

Durante las visitas se daba a conocer el proyecto con el fin de mostrar la importancia que tiene para el sector y obtener los permisos para acceder a los vehículos, equipos e información. Se establecían las condiciones para permitir el acceso, que en todos los casos fue la reserva del nombre de las empresas y de la publicación de documentos propios ya que solo son de carácter informativo.

5.2 FASE 2: DIAGNÓSTICO

En el proceso de realizar el diagnóstico de la tecnología se proponía realizar una evaluación técnica, clínica y económica que permitiera conocer las condiciones actuales de la tecnología biomédica y los sistemas de apoyo. Dado que las empresas no permiten que los equipos sean manipulados y algunos datos fundamentales para desarrollar una evaluación de la tecnología tienen restricciones de acceso, se opta por acceder a la información que cada entidad está dispuesta a compartir.

Se planteó la necesidad de conocer los procesos a través de informes y entrevistas con personas involucradas directamente con ellos, buscando tener una idea del estado de la tecnología.

Considerando la disponibilidad de las entidades con las cuales se realizó la investigación, se procedió a acceder a la información que cada entidad estableciera que puede ser consultada.

5.3 FASE 3: PLAN DE GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS

Teniendo en cuenta los equipos disponibles en las ambulancias medicalizadas se realizó un plan de gestión de equipo médico dirigido a las necesidades de este sector.

Para ello fue necesario clasificar los equipos de acuerdo a la función del equipo, la aplicación clínica, el historial de fallas y los requerimientos de mantenimiento.

Siguiendo las consideraciones de un plan de gestión de equipo médico y a partir del diagnóstico, se realizó una propuesta referente al formato de hoja de vida, ordenes de trabajo y órdenes para dar de baja un equipo médico, este último acompañado de una metodología de evaluación.

Se elaboraron protocolos para realizar las actividades de inspección y mantenimiento preventivo para dos de los equipos disponibles en las ambulancias, los cuales fueron seleccionados ya que son los que tienen mayor frecuencia de uso, siendo ellos el aspirador de secreciones y el monitor de signos vitales.

Además se confeccionaron protocolos para realizar las revisiones necesarias en los sistemas de apoyo correspondientes a la evaluación de la seguridad eléctrica y del sistema de oxígeno. El sistema de aire acondicionado no se tiene en cuenta debido a que este es revisado dentro del mantenimiento general del vehículo.

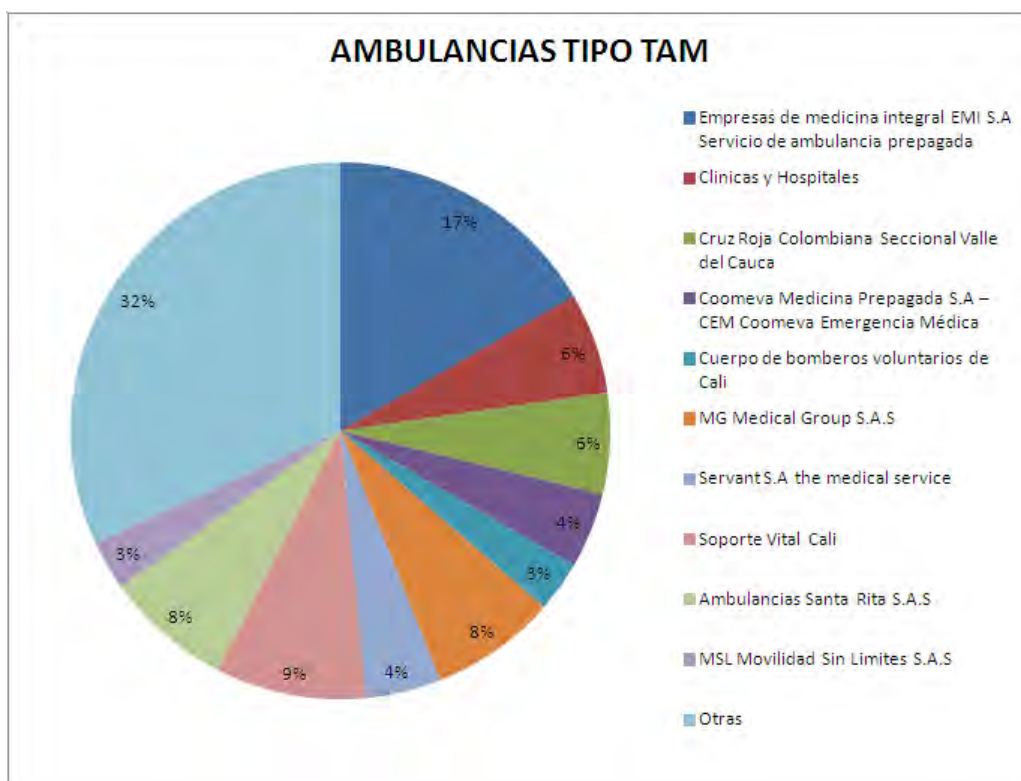
Posteriormente, se seleccionaron los indicadores que ayudaran a establecer la eficiencia de los procesos de gestión de equipo médico y sistemas de apoyo, permitiendo encontrar las debilidades y fortalezas de cada proceso que ayuden en el mejoramiento continuo.

6. RESULTADOS

6.1 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

De acuerdo a los datos suministrados por la secretaria de salud de la gobernación del Valle del Cauca, en la actualidad Cali cuenta con 66 ambulancias medicalizadas distribuidas en 34 entidades que prestan el servicio como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Entidades habilitadas para prestar el servicio de ambulancia de traslado medicalizado en la ciudad de Cali.



Fuente: Lista de prestadores habilitados. Secretaria de salud [en línea] SANTIAGO DE CALI: Secretaría de Salud del Valle del Cauca [Consultado 15 de Mayo de 2013] Disponible en internet: <http://www.valledelcauca.gov.co/salud/publicaciones.php?id=9123>

El 38 % de las entidades cuentan con una sola ambulancia TAM, entre las que se encuentran las clínicas y hospitales, y 21 entidades privadas, para las cuales estas ambulancias se usan solo en el caso de contingencia o cuando es estrictamente necesario. El 23 % del parque automotor de ambulancias medicalizadas, está disponible a través de un servicio prepago.

Los datos aportados por la secretaría de salud no son completamente veraces ya que algunas entidades no disponen de los vehículos registrados bien sea porque has sufrido incidentes o porque la entidad realmente no mantiene en funcionamiento dichos vehículos, a menos que exista una situación crítica o de contingencia.

Se seleccionaron cinco empresas que cumplieran con el criterio de selección, es decir contaban con más de dos ambulancias medicalizadas. Se realizaron las visitas para exponer el proyecto y se logró contar con la colaboración de tres de ellas.

6.2 DIAGNÓSTICO

Ya que cada una de las empresas tiene diferentes restricciones referentes a la información, dependiendo de los permisos se determinó los pasos a seguir con cada una:

Empresa A: se obtuvo acceso a toda la información detallada referente a mantenimientos preventivos, correctivos y calibraciones, costos de dichos procesos en un año, inspección visual de los equipos y una de las móviles. Con lo anterior se pudo conocer el estado de la tecnología; en el caso de los sistemas de apoyo no se pudo realizar un análisis preciso pues estos solo son intervenidos externamente y la empresa no lleva ningún tipo de registro respecto a ellos. Se hicieron entrevistas con los auxiliares de las ambulancias y con el coordinador de las mismas. (Anexo A, B, C, D, E)

Empresa B: esta entidad permitió conocer de manera general los procesos llevados a cabo con los equipos, no se tuvo acceso a los costos de ninguno de los procesos ni a la incidencia de mantenimientos correctivo a través de informes físicos, pero debido a que él personal encargado de efectuar los mantenimientos pertenece a un departamento de la empresa, se obtuvo información con la cual se puede dar una idea del estado de la tecnología. Se realizaron entrevistas con los auxiliares de farmacia, una de las enfermeras y con la persona encargada del mantenimiento del

vehículo como tal. Se efectuó una inspección visual de una las móviles. (Anexo F, G, H)

Empresa C: en esta entidad no se permitió el acceso a ningún tipo de documento o información a través de la cual se lograra determinar el estado de la tecnología ni de los procesos, además los mantenimientos y calibraciones son llevados a cabo externamente, y los encargados no cuentan con muchos de los documentos. Se realizaron entrevistas con el personal encargado pero existe una fuerte reglamentación que no permita que se comparta la información relevante para el proyecto.

Siguiendo los parámetros que cada entidad estableció para desarrollar la investigación, y considerando que no fue posible realizar una evaluación de la tecnología con una metodología que permitiera unificar los resultados entre las empresas, se obtuvo de cada uno lo siguiente:

EMPRESA A

Esta entidad cuenta dos ambulancias medicalizadas y nueve equipos médicos para el momento en el que se realiza el estudio, clasificados así: tres monitores de signos vitales, una bomba de infusión, una incubadora neonatal, un desfibrilador, un ventilador de transporte y dos succionadores.

Estos equipos tienen, al menos, diez años de uso, varios de ellos desactualizados y demandando varios mantenimiento correctivos de alto costo durante el año, de aquí que se esté considerando su reemplazo. Además de lo anterior, la entidad no cuenta con las herramientas necesarias para realizar chequeos rutinarios ni con personal capacitado para intervenir los equipos.

Algunos de los equipos no son asegurados correctamente en los vehículos y considerando el deterioro de la malla vial de la ciudad, más las necesidades de agilidad de la ambulancias en varias ocasiones han recibido golpes o caídas que han deteriorado su estado físico.

Cuando la entidad requiere más ambulancias TAM, los equipos necesarios son alquilados e instalados en ambulancias que han sido registradas y funcionan como traslado asistencial básico, por lo que no se encuentran adaptadas para una correcta disposición de los equipos.

En el plan de mantenimiento preventivo se realizan tres mantenimientos anuales, en los cuales se incluyen todos los equipos sin distinción y son realizados por una empresa externa.

Los sistemas de apoyo son revisados anualmente en el concesionario ya que dentro de la entidad el personal desconoce los sistemas. En ningún momento son sometidos a pruebas que puedan determinar su estado.

En cuanto a las inspecciones rutinarias estas se realizan a la parte física y mecánica de los vehículos, dichas revisiones son efectuadas por los auxiliares de turno, quienes junto con un reporte de medicamentos, informan acerca de las fallas de los equipos biomédicos para que sean llevados a mantenimiento.

En las inspecciones se revisa el estado de la batería del equipo y se verifica que este encienda; todo lo demás se reporta solo cuando ocurren fallas, siendo esta una razón para que ocurran eventos adversos.

Los equipos no cuentan con hojas de vida, ni se realizan órdenes de servicio por lo cual no se conoce las razones por las cuales el equipo es enviado a mantenimiento, en especial correctivo, y no puede ser contrastado con lo que se realiza.

EMPRESA B

Esta entidad cuenta con cinco ambulancias medicalizadas y dos más que se usan en caso de contingencia. La cantidad de equipos que manejan no se especifica dado que todos los equipos, no solo los de las ambulancias medicalizadas, están condensados en un solo inventario.

En el momento y debido a los nuevos requerimientos establecidos por la Resolución 1441 de 2013 se está realizando la evaluación tecnológica con el fin de establecer que equipos pueden seguir en funcionamiento cumpliendo con la normativa. Los equipos con los que cuentan actualmente están dentro de su vida útil, de acuerdo a las referencias dadas por el personal encargado.

Los equipos tienen un compartimiento determinado dentro de la ambulancia debidamente identificado; sistema de sujeción es por correas y antideslizantes.

Algunos de los medicamentos están permanentemente disponibles en las ambulancias en sus respectivos compartimientos y aquellos que requieren condiciones ambientales específicas son llevados en un maletín, el cual en el momento de entrar en servicio la móvil, es recogido por el enfermero de turno.

Los mantenimientos son realizados por un departamento dentro de la institución quienes son los encargados de recibir los equipos y realizar la inspección de los mismos cuando llegan a la institución como parte de una adquisición, realizar los mantenimientos y garantizar su correcto funcionamiento.

Tienen formatos definidos como son hojas de vida de los equipos médicos, mantenimientos preventivos, calibraciones de los equipos que lo requieren, ordenes de servicio, reporte de daños y fallas de los equipos biomédicos con los cuales los médicos informan sobre los incidentes o fallas del equipo, y posteriormente si la falla lo amerita se realiza la orden de servicio.

Los mantenimientos preventivos se realizan tres veces por año para los equipos de clasificación IIA y IIB, los demás equipos pueden tener dos mantenimientos por año o no tenerlo dependiendo de la clase de equipo y de la planificación interna que el departamento ha realizado.

Además se realizan dos verificaciones no programadas a los equipos de mayor complejidad como el electrocardiógrafo y el desfibrilador, de las cuales no se deja constancia porque son consideradas actividades que buscan establecer el estado del equipo sin llevar a cabo procesos más complejos, a menos que sean necesarios.

Los enfermeros al terminar el turno realizan junto a un auxiliar de farmacia un checklist de los equipos para hacer entrega de la móvil, asegurándose que todos los estén en buen estado físico y completos. Cuando inicia el turno, los enfermeros encienden todos los equipos para verificar que estén cargados.

Los auxiliares de farmacia además de realizar la revisión con el enfermero, reabastecen los insumos en caso de que algo haya sido usado y semanalmente ponen a cargar las batería de los equipos.

En cuanto a los sistemas de apoyo, los mantenimientos y reparaciones se hacen externamente debido a que los vehículos en su totalidad, cuentan con una garantía

de seis años que actualmente se encuentra vigente por lo que no es posible desmontar los paneles. A esto se suma que el tendido eléctrico y de oxígeno no tiene un fácil acceso y desmontar los paneles comprende una alta complejidad.

EMPRESA C

Cuentan con dos ambulancias medicalizadas, cada una equipada con los equipos dictados por la Resolución 1043 de 2006. A los equipos se les realizan dos mantenimientos preventivos al año. Dicha frecuencia fue determinada de acuerdo a la sugerencia de una empresa externa que se encarga del vehículo y su equipamiento, por cuanto no es posible establecer bajo qué criterios se otorga dicha frecuencia.

No fue posible realizar un diagnóstico preciso del estado de los equipos porque la empresa no permite el acceso a la información; además quienes intervienen los equipos son personas pertenecientes a una empresa contratada, la cual tiene toda la información importante de los equipos.

En cuanto a lo que concierne a órdenes de trabajo, baja de equipos, adquisición de la tecnología, no se lleva un orden preciso del proceso, es decir, que no existe un protocolo para su realización ni el establecimiento de criterios. La empresa cuenta con hojas de vida de los equipos pero como se mencionó anteriormente no es posible acceder a dicha información.

Debido a lo anterior, en medio del proceso esta empresa quedo descartada ya que no proporciona información relevante.

6.3 PLAN DE GESTIÓN DE EQUIPO MEDICO

6.3.1 Plan de mantenimiento

Cuadro 6. Puntuación asignada según la función del equipo

Equipo	Función del equipo	Puntuación
Aspirador de secreciones	Terapéutico- Cirugía y cuidados intensivos	9

Bomba de infusión	Terapéutico – Fisioterapia y tratamiento	8
Capnografo	Diagnostico – Control de cirugía cuidados intensivos	7
Desfibrilador bifásico	Terapéutico- Cirugía y cuidados intensivos	9
Electrocardiógrafo	Diagnostico – Control fisiológico adicional y diagnostico	6
Equipo de órganos de los sentidos	Otros	2
Fonendoscopio	Otros	2
Laringoscopio	Otros	2
Medidor de glicemia	Otros	2
Monitor de transporte multiparametrico	Diagnostico – Control de cirugía cuidados intensivos	7
Tensiómetro	Otros	2
Ventilador mecánico	Terapéutico – Apoyo vital	10

Cuadro 7. Puntuación asignada según la aplicación clínica

Equipo	Aplicación clínica	Puntuación
Aspirador de secreciones	Tratamiento inapropiado o error de diagnostico	3
Bomba de infusión	Tratamiento inapropiado o error de diagnostico	3
Capnografo	Tratamiento inapropiado o error de diagnostico	3
Desfibrilador bifásico	Riesgo de muerte del paciente	5
Electrocardiógrafo	Tratamiento inapropiado o error de diagnostico	3
Equipo de órganos de los sentidos	Sin riesgo significativo identificado	1
Fonendoscopio	Sin riesgo significativo identificado	1
Laringoscopio	Sin riesgo significativo identificado	1
Medidor de glicemia	Sin riesgo significativo identificado	1
Monitor de transporte multiparametrico	Tratamiento inapropiado o error de diagnostico	3
Tensiómetro	Sin riesgo significativo identificado	1
Ventilador mecánico	Riesgo de muerte del paciente	5

Cuadro 8. Puntuación asignada según los requerimientos de mantenimiento

Equipo	Requerimientos de mantenimiento	Puntuación
Aspirador de secreciones	Superiores al promedio	4
Bomba de infusión	Superiores al promedio	4
Capnografo	Superiores al promedio	4
Desfibrilador bifásico	Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periodico	5
Electrocardiógrafo	Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periodico	5
Equipo de órganos de los sentidos	Mínimos: inspección visual	1
Fonendoscopio	Mínimos: inspección visual	1
Laringoscopio	Mínimos: inspección visual	1
Medidor de glicemia	Mínimos: inspección visual	1
Monitor de transporte multiparametrico	Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódico	5
Tensiómetro	Inferiores al promedio	2
Ventilador mecánico	Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódico	5

Los requerimientos de mantenimientos se han asignado considerando que los equipos están expuestos a temperaturas variables y vibraciones constantes, por cuanto es necesario realizar inspecciones más frecuentes con el fin de evitar eventos adversos.

Dado que el plan el mantenimiento se plantea sobre una situación ideal o donde los equipos son nuevos, el historial de fallos (F) para todos los equipos se considera igual a cero, que corresponde a una falla usual y no tiene un impacto significativo en el resultado.

Cuadro 9. Plan de mantenimiento anual

Equipo	E	C	M	F	Total	Clasificación	Frecuencia
Aspirador de secreciones	9	3	4	0	16	Incluido	Cada 4 meses

Bomba de infusión	8	3	4	0	16	Incluido	Cada 4 meses
Capnografo	7	3	4	0	14	Incluido	Semestral
Desfibrilador bifásico	9	5	5	0	19	Incluido	Cada 3 meses
Electrocardiógrafo	6	3	5	0	14	Incluido	Cada 4 meses
Equipo de órganos de los sentidos	2	1	1	0	4	No incluido	---
Fonendoscopio	2	1	1	0	4	No incluido	---
Laringoscopio	2	1	1	0	4	No incluido	---
Medidor de glicemia	2	1	1	0	4	No incluido	---
Monitor de transporte multiparametrico	7	3	5	0	15	Incluido	Cada 4 meses
Tensiómetro*	2	1	2	0	5	Incluido	Anual
Ventilador mecánico	10	5	5	0	20	Incluido	Cada 3 meses

* Se realiza solo la verificación del equipo

A partir de la clasificación de los equipos se determinó la frecuencia de mantenimientos preventivos de una forma generalizada, ya que cada entidad, de acuerdo a sus necesidades, el historial de fallos y las recomendaciones del fabricante, debe ajustar el plan de mantenimiento.

6.3.2 Inspecciones y Mantenimiento preventivo de equipos. De acuerdo con lo encontrado en las visitas realizadas se propone realizar inspecciones rutinarias que permitan, de alguna forma y con una frecuencia mayor a los mantenimientos, asegurar que los equipos están funcionales previo a su uso.

Dichas inspecciones se proponen con el objetivo de ser desarrolladas por personas como los auxiliares, quienes son los que están en contacto día a día con los equipos o por la persona encargada en la actualidad de realizar revisiones antes de que la ambulancia entre en servicio.

Al mismo tiempo se realiza el desarrollo de los protocolos de mantenimiento preventivo, que de una forma detallada permiten comprobar el estado del equipo, realizar reparaciones, llevar un registro y asegurar que el equipo realice su función de la mejor forma posible.

Los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo de cada equipo se integran en uno solo, entendiéndose que para las inspecciones rutinarias no se realizan cada uno de los pasos mencionados, solo aquellos que una forma rápida permitan determinar que el equipo, antes de su uso, funciona.

A continuación se detallan los partes que se determinó, debería contener cada uno de los protocolos:

1. Descripción de equipo: Es una breve introducción de la función del equipo y sus características principales.
2. Seguridad y recomendaciones especiales: Son aquellos detalles que se deben tener en cuenta al realizar las pruebas en el equipo, tanto para la seguridad del mismo como de quien lo opera.
3. Equipos y materiales: Son las herramientas, refacciones y equipos que se deben tener con el fin de realizar el mantenimiento del equipo.
4. Pruebas de inspección y funcionalidad: A partir de estas revisiones se puede determinar cuál es el estado actual del equipo e ir definiendo que tipo de intervenciones se deben realizar sobre él.
5. Pruebas cuantitativas: Se realiza con el fin de establecer los parámetros actuales del equipo, ajustando aquellos que se encuentren fuera de rango.
6. Mantenimiento preventivo: Son las acciones de limpieza, lubricación y cambio de aquellas partes que así lo requieran.
7. Pruebas de aceptación: Es la verificación de que el equipo, después de realizar todo el proceso, cumple con las especificaciones de funcionamiento necesarias.

6.3.3 Hoja de vida de equipos médicos. Considerando las necesidades actuales de las entidades que prestan los servicios de ambulancias, en especial de transporte medicalizado, se elabora una hoja de vida a través de la cual no solo se puede llevar un control de las intervenciones al cada uno de los equipos, sino que además se pueda llevar un control de costos, un factor influyente en las decisiones de renovación y adquisición de nuevos equipos. La hoja de vida cuenta con:

- Nombre del equipo
- Fecha de ingreso
- Marca
- Modelo
- Número de serie
- Fecha de instalación
- Costo de adquisición
- Proveedor
- Fecha de expiración de la garantía
- Manuales: técnico y de servicio
- Servicio técnico
- Actividad
- Fecha
- Costo de reparación
- Modalidad
- Observaciones

6.3.4 Ordenes de servicio. Las órdenes de servicio son vitales para establecer el estado del equipo y poder establecer qué tipo de fallas presenta y actuar ante ellas, mucho más si son recurrentes. En muchas de las entidades que cuentan con ambulancias medicalizadas se realizan los mantenimientos tanto preventivos como correctivos externamente, siendo mucho más importante tener un control de lo que sucede con los equipos. La orden de servicio elaborada para tal fin cuenta con:

- Número de la orden
- Fecha de inicio
- Hora
- Móvil
- Tipo de solicitud de servicio técnico: mantenimiento preventivo – MP, mantenimiento correctivo – MC o calibración.
- Nombre del equipo
- Marca
- Modelo
- Serie
- Tipo de requerimiento: interno o externo
- Descripción de la falla o requerimiento
- Encargado

- Firma
- Reporte de servicio
- Fecha de salida
- Hora de salida
- Encargado
- Firma

6.3.5 Sistemas de apoyo

6.3.5.1 Protocolo de pruebas para el sistema de oxígeno principal. A fin de de comprobar el correcto funcionamiento del sistema de oxígeno principal de la ambulancia se debe realizar el test de presión y el test de flujo. (Ver Anexo L)

Test de presión

Se realiza con el fin de garantizar que el sistema de oxígeno es capaz de conservar la presión, considerando que no debe perder más de 5 Psi (34 kPa) en un periodo de dos horas.

Test de flujo

Se realiza con el fin de establecer que todas las salidas de oxígeno estén en funcionamiento, y que todas tengan por lo menos la velocidad mínima de flujo disponible.

6.3.5.2 Protocolo de pruebas de seguridad eléctrica. La seguridad eléctrica es uno de los aspectos más importante y determinantes para la prestación de un servicio en las ambulancias terrestres porque a partir de aquí se puede asegurar la protección del personal de la ambulancia, el paciente y funcionamiento de los equipos médicos. Es por eso que se deben llevar a cabo pruebas que permitan determinar el estado de los receptáculos observando el estado físico de los mismos, verificando las magnitudes y las corrientes de fuga. Además se deben revisar los siguientes subsistemas:

Baterías

La ambulancia una corriente mínima total 150 A-h, este sistema debe proporcionar una tensión de 12 V y una corriente pico de 400 A. Se debe verificar frecuentemente el voltaje para conocer el estado en el que se encuentran. (Ver Anexo L)

Alternador

En el caso del alternador, se debe verificar revisando la salida de tensión y de corriente del mismo sin el uso de ningún sistema que consuma energía, posteriormente se debe verificar con los elementos que consumen energía en funcionamiento (aire acondicionado, radio, luces externas e internas, etc). La salida del generador es de $(13,5 \pm 0,1)$ V para sistemas de 12 V. (Ver Anexo L)

Luces interiores

Para realizar la medición de la intensidad de luz en el compartimiento de paciente, se debe usar un dispositivo que será ubicado sobre las correas de la camilla del paciente en la posición más baja. La distancia mínima de la medida debe ser de 750 mm por debajo de la luz y dentro del área con un diámetro mínimo de 200 mm.

6.3.6 Protocolo para dar de baja un equipo médico. En el proceso de dar de baja un equipo médico es necesario realizar una evaluación de la tecnología actual con el fin de establecer si el equipo ya no es realmente útil para la entidad. Dicha evaluación representa al mismo tiempo el inicio de un plan de adquisición, ya que si se considera sacar un equipo de función, se debe considerar al mismo tiempo su reemplazo. (Ver Anexo L)

Los aspectos fundamentales en la evaluación de los equipos son:

- Clínicos (C): en este aspecto se evalúa la frecuencia de uso, la confiabilidad del equipo, su contribución, facilidad de uso y la utilidad o ausencia de la misma.
- Técnicos (T): incluye características determinantes como la edad del equipo, soporte de refacciones, soporte técnico, soporte de consumibles, seguridad, especificaciones técnicas, manual técnico y de usuario y el tiempo fuera de servicio por mal estado.
- Económico (E): se considera el mantenimiento, operación, sustitución y el análisis de reemplazo del equipo.

6.3.7 Determinación del equipo médico a adquirir. Con el proceso de evaluación desarrollado para dar de baja un equipo médico se determina el estado de la tecnología disponible y se inicia el proceso de adquisición para aquellos equipos que es necesario sacar de funcionamiento.

Posteriormente, se deben determinar las necesidades, que el caso de las ambulancias debe ser de estricto cumplimiento con los requerimientos señalados en la Resolución 1441 de 2013, pero además debe considerarse que los equipos se encuentren diseñados específicamente para el transporte, que su peso sea ligero y que cuente con una entrada de alimentación de 12 V para la ambulancia, como es el caso del monitor de signos vitales.

Con las necesidades establecidas, se procede a realizar la comparación entre tres equipos, de los cuales se ha obtenido las características necesarias que permitan su valoración a través de los criterios de selección establecidos para obtener al final un resultado que permita tomar la mejor decisión de compra.

6.3.8 Indicadores. En el caso de las ambulancias y la dependencia de un estricto control, los indicadores deben permitir evaluar la efectividad y confiabilidad de los equipos disponibles, a través del conocimiento de los fallos de cada uno, los costos que genera, el tiempo que conlleva su mantenimiento, etc.

A continuación se detallan los indicadores seleccionados para evaluar la gestión de equipo médico:

Tiempo medio entre fallos (TMEF): indicador que permite conocer la frecuencia con la que ocurren los fallos, donde el número de horas que el equipo debe estar disponible se considera dentro de un periodo exacto de tiempo, se recomienda un año ya que las programaciones de mantenimiento son anuales.

$$TMEF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas que el equipo debe estar disponible}}{N^{\circ} \text{ de averías}} \quad \text{Ec. 4}$$

Tiempo medio de reparación (TMDR): permite conocer el tiempo promedio que tarde un equipo en ser reparado

$$TMDR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por averías}}{N^{\circ} \text{ de averías}} \quad \text{Ec. 5}$$

Disponibilidad por fallo: es el índice que considera la disponibilidad de un equipo cuando ocurren intervenciones no programadas

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{TMEF - TMDR}{TMEF} \quad \text{Ec. 6}$$

Tiempo medio en la resolución de órdenes de trabajo: es el tiempo promedio que toma cumplir con lo requerido en una orden de trabajo. Resulta un indicador importante en aquellas empresas donde tienen un departamento designado al mantenimiento de los equipos, permitiendo conocer su eficiencia.

$$\text{Tiempo medio} = \frac{N^{\circ} \text{ de O.T resueltas}}{N^{\circ} \text{ de horas dedicadas al mantenimiento}} \quad \text{Ec. 7}$$

Índice de cumplimiento según la planificación: permite conocer si el grupo de trabajo sigue la planificación referente al mantenimiento

$$ICSP = \frac{N^{\circ} \text{ de ordenes terminadas a la fecha planificada}}{N^{\circ} \text{ ordenes totales}} \quad \text{Ec. 8}$$

Costo de la mano de obra por mantenimiento: conocer el costo de la mano de obra es un indicador vital, mucho más si se considera que hay algunas empresas que realizan los mantenimientos externamente. Este indicador ayuda a establecer y posteriormente comparar los costos en un periodo de tiempo que genera un equipo.

$$\text{Coste de hora medio} = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de mantenimiento}}{\text{coste total de la mano de obra por mantenimiento}} \quad \text{Ec. 9}$$

6.3.9 Capacitaciones. Se realizó una charla de socialización del proceso de gestión de equipo médico, dando a conocer todas actividades que se realizan y la forma en que se deben aplicar. Posteriormente se dio un espacio para preguntas en donde los asistentes dieron a conocer sus puntos de vista y observaciones.

En el caso de la Empresa A, se contó con la participación de la persona encargada de toda la coordinación de las ambulancias y un auxiliar de enfermería. En la empresa B, estuvo presente el jefe del departamento de mantenimiento y el auxiliar del mismo.

Considerando los comentarios hechos durante este espacio, se obtuvo que:

- La Empresa B, no está de acuerdo en no incluir ciertos equipos en el plan de mantenimiento anual, como glucómetros, a pesar de conocer que en estos equipos no se realizan funciones reales de mantenimiento.
- La Empresa A, observo que la inclusión del costo de mantenimiento en la hoja vida del equipo médico es indispensable en el momento de una evaluación de tecnología y una baja de dicho equipo, mucho más si se considera que los mantenimientos son externos.
- La Empresa B, presenta dudas en la aplicación del protocolo de seguridad eléctrica y de gases, debido a que la normativa no especifica en ambulancias.
- La Empresa A dice que la orden de servicio es indispensable para mejorar el servicio prestado por la empresa encargada de los mantenimientos, además de ayudar a mejorar el conocimiento de lo que sucede con sus equipos.
- La Empresa A expreso que con el protocolo de seguridad eléctrica se evitara enviar los equipos médicos a mantenimientos correctivos innecesarios.
- La Empresa A expreso que las inspecciones rutinaria ayuda a conservar los equipos médicos y evitar eventos adversos mejorando la calidad del servicio.

Además se preparó una evaluación para que fuera desarrollada por los asistentes, pero por cuestiones de tiempo no pudieron ser aplicadas. (Anexo L)

7. CONCLUSIONES

A partir de las visitas realizadas a las empresas, se determinó que, en la mayoría de ocasiones, los mantenimientos son realizados por empresas externas. En muchas ocasiones el personal encargado de los equipos se limita a recibir la documentación, por lo que hay desconocimiento de lo que sucede con los equipos, existiendo fallas repetitivas en cortos periodos de tiempo.

Fue posible evidenciar que la planeación de mantenimiento se hace sin tener en cuenta el desempeño anual de los equipos, realizando mantenimientos innecesarios, que a su vez aumentan los costos.

Es preciso que se diseñe un buen sistema de sujeción para los equipos dentro de cada uno de los compartimientos, ya que en el momento no se considera como un factor importante y actualmente esto generando daños en equipos.

Se detectó que la mayoría de las empresas no llevan un registro de costos, o son manejados por departamentos separados, lo que dificulta los procesos de evaluación y no permite dar de baja los equipos cuando estos ya no son rentables.

Los mantenimientos en el sistema de oxígeno se limitan a los tanques, lo que puede ocasionar eventos adversos por la falta de mantenimiento en las redes internas de la ambulancia.

Es necesario que las empresas involucren el entorno de los equipos (sistema eléctrico, de oxígeno, temperatura, etc.), en las revisiones periódicas, ya que la falta de mantenimiento y su desconocimiento, repercute en los equipos médicos, alterando su desempeño.

A través de la gestión de equipo médico, las empresas reconocen que pueden dar un mejor manejo a sus equipos debido a que se plantea llevar siempre un registro, permitiendo tomar decisiones basadas en datos reales, que ayudan en el conocimiento del estado de la tecnología con la cuentan. Además permite plantear mejoras en los procesos de los que se dispone actualmente, y facilita la adquisición de nuevos equipos.

8. RECOMENDACIONES

Dado que la frecuencia de uso de los equipos en las ambulancias no siempre es la misma, y que puede pasar cierto tiempo sin que sean usados, se sugiere encender los equipos una vez por semana, y ponerlos en funcionamiento.

Cuando se consideren la adquisición de los equipos para las ambulancias, hay que solicitar expresamente equipos portables o para el transporte, ya que estos deben tener sistemas de protección ante vibraciones, cambios frecuentes de temperatura, aceleración, entre otros.

Es importante que todas las personas involucradas con los equipos conozcan los procesos que se deben llevar a cabo, como ordenes de servicio, hojas de vida, entre otros, con el fin de mantener actualizados los registros de los equipos.

En tanto sea posible, la ambulancia debe operar con el aire acondicionado encendido para mantener una temperatura constante y así facilitar la operación de los equipos.

BIBLIOGRAFIA

BRUNI, R. HEIDENREICH, R del Águila. VANELLA, O.TABORDA, R. Análisis comparativo de normativa aplicable a ambulancias terrestres en América Latina. EN: Congreso Argentino de Bioingeniería SABI – 2011 - VII Jornada de Ingeniería Clínica, (28 – 30, Septiembre, 2011: Mar de plata, Argentina)

BELGICA.EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARIZATION.EN 1789 (05 Octubre, 2006). Medical Vehicles and their equipment - Road Ambulances. Bruselas: European committee for standarization, 2006.

COFFIN, Spencer. KELLEY, Jeffrey, SHIN, Dong-Uk, WONG, Grant. Defensive Surface Roadway Vibration Dampening Inertia Wave. Degree of Bachelor of Science in Mechanical Engineering. Worcester: Worcester Polytechnic Institute. Engineering Faculty, 2012. 143 p.

CORTÉS PUENTES, Edna. Análisis y evaluación de seguridad eléctrica en las áreas de quirófanos, unidad de cuidados intensivos y consulta externa de la clínica Rafael Uribe Uribe, Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Biomédico. Santiago de Cali: Universidad Autonomía de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2009. 22 p.

FRANCO PINTO, Andrea. Diseño de un sistema para medición de la seguridad eléctrica integrado a un monitor cardíaco de la universidad autónoma de occidente. Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Biomédico. Santiago de Cali: Universidad Autonomía de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2013. 22 p.

COLOMBIA MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. RESOLUCIÓN NÚMERO 1043 DE 2006 (ABRIL 3) Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones [en línea] BOGOTA D.C: Ministerio de salud y protección social, 2006.[Consultado 20 de mayo de 2012] Disponible en internet: <http://www.minsalud.gov.co/>.

COLOMBIA MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. RESOLUCIÓN NÚMERO 1441 (MAYO 6) Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios

y se dictan otras disposiciones [en línea] BOGOTA D.C: Ministerio de Salud y protección social, 2013. [Consultado 12 de Junio de 2013] Disponible en internet: <http://www.minsalud.gov.co/>.

COLOMBIA MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. RESOLUCIÓN NÚMERO 90708 DE 2013 (AGOSTO 30) Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas [en línea] BOGOTA D.C: Ministerio de minas y energía, 2013. [Consultado 23 de Octubre de 2013]. Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/mme/>

DYRO, Joseph. Clinical engineering handbook. Academic Press, 2004. 674 p.

International Electrotechnical Commission. IEC 60601 Medical electrical equipment – part 1: General requirements for basic safety and essential performance. Geneva – Switzerland: 3 ed, 2005. 775 p.

INTERNATIONAL STANDARD. Road vehicles - Alternators with regulators - Test methods and general requirements. ISO 8854. Segunda actualización. 2012. 5 p.

Introducción al programa de mantenimiento para equipos médicos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud 2012 [Consultado 02 Mayo de 2012]. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501536_spa.pdf

Gestión de mantenimiento de equipos médicos. En: Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica (2: 20-25, Mayo, 2001: Habana, Cuba). Memorias del congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, Habana, 2001.

Guía de recursos para el proceso de adquisición. Serie de documentos técnicos para equipos médicos de la OMS. Ginebra: Organización Mundial de la Salud 2012 [Consultado Agosto 19 de 2013]. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501376_spa.pdf

HEIDENREICH, R del Águila. Vanella, Oscar. TABORDA, Ricardo. Propuesta de verificación periódica de aparatos electromédicos integrada a una inspección técnica de las ambulancias (ITA) terrestres. EN: Congreso Argentino de Bioingeniería SABI – 2011 - VII Jornada de Ingeniería Clínica, (28 – 30, Septiembre, 2011: Mar de plata, Argentina)

KLEGRAEFE, Nicole. Force plate reliability and dynamics for ambulance vibration suppression. Degree of Bachelor of Science in Mechanical Engineering. Worcester: Worcester Polytechnic Institute. Engineering Faculty, 2010. 95 p.

MEXICO SECRETARARÍA DE SALUD. SUBSECRETARÍA DE INNOVACIÓN Y CALIDAD Programa de acción específico 2007-2012. Gestión de equipo médico. MEXICO D.F.: Secretaría de salud, 2008.

Modelo de evaluación y gestión [en línea].Bogotá, D.C.: Ministerio de protección social, 2007. [Consultado el Septiembre 25 de 2013]. Disponible en internet: <http://www.minsalud.gov.co/VBContent/library/documents/DocsnewsNo14710DocumentNo.PDF>

MORA MARTINEZ, José Ramón. Guía metodológica para la gestión clínica por procesos: aplicación en las organizaciones de enfermería. Ediciones Díaz de Santos, 2003, 536 p.

Proyecto estratégico: gestión de la calidad en el desarrollo en el desarrollo de recursos tecnológicos 2010 – 2015. Instituto Nacional de Pediatría, Estado Unidos Mexicanos.

RODRIGUEZ, C. E. Atención prehospitalaria de urgencias [En línea]. Ministerio de Salud. 2007. [Consultado 28 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://clinicala100.webcindario.com/3/018.PDF>

RODRIGUEZ, Ernesto. Ingeniería clínica. Observación inédita. Santiago de Cali, 2006.

Requisitos obligatorios para garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas en Colombia: Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). ed actualizada/ agosto de 2008.

TABORDA, Ricardo. VANELLA, Oscar. Seguridad y normalización en ambulancias terrestres. Laboratorio LIADE, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Código eléctrico nacional. Norma 2050. Bogotá D.C: INCONTEC, 1989. 871 p

ANEXOS

Anexo A. Sistema de batería en ambulancia Empresa A



Anexo B. Toma de 12 V en ambulancias Empresa A



Anexo C. Salida de oxígeno en ambulancias empresa A



La distribución eléctrica no es apropiada en las ambulancias debido a que se encuentra a una distancia muy corta de la salida de oxígeno.

Anexo D. Compartimiento de oxígeno en ambulancias empresa A



Anexo E. Montaje de equipos en ambulancia empresa A



Los espacios asignados para los equipos médicos no son los apropiados debido a que hace falta área de apoyo para el equipo biomédico y no existen correas de sujeción.

Anexo F. Compartimiento de oxígeno y salida a paciente en ambulancia de la empresa B



Anexo G. Distribución de compartimientos y montaje de equipos en ambulancia empresa B



Anexo H. Estado de toma corriente



En la imagen se puede observar que los receptáculos no tienen una buena apariencia en los pines neutro, fase y tierra. Según la RETIE en los receptáculos instalados horizontalmente el neutro debe estar en la parte superior, en la imagen se observa que está en la parte inferior.

Anexo I. Voltaje en los tomacorrientes



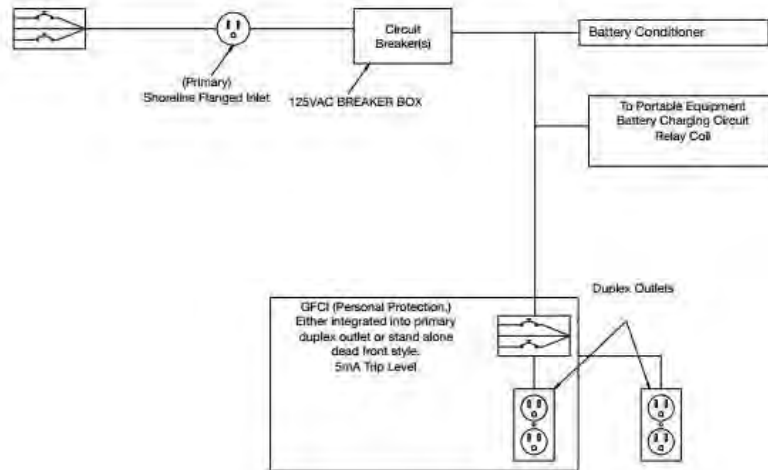
En la imagen se puede observar que se informa de la tensión de salida del receptáculo con un valor de 110 V, pero esta información no es la establecida por la resolución 1441, la cual es de 120 V \pm 15 % a 60 Hz.

Anexo J. Tabla de comparación de criterios de selección para adquisición de equipo médico.

VALORACIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS - MONITOR DE SIGNOS VITALES						
CRITERIOS DE SELECCIÓN	SpaceLabs Healthcare (mCare 300)		SpaceLabs Healthcare Élance 5i		Mindray BeneView T5	
	CALIFICACIÓN		CALIFICACIÓN		CALIFICACIÓN	
	Cualitativa	Cuantitativa	Cualitativa	Cuantitativa	Cualitativa	Cuantitativa
SEGURIDAD						
Mecánica	o	1	o	0	o	1
Eléctrica	+		o		+	
PESO 20%		0,2		0		0,2
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
Controles	+	3	o	2	o	1
Modos de operación	+		+		+	
Especificaciones del fabricante	+		+		-	
PESO 15%		0,45		0,3		0,15
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS						
Facilidad de uso	+	2	o	2	o	0
Efectividad en el servicio	o		+		o	
Portabilidad	+		+		o	
PESO 25%		0,5		0,5		0
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS						
Dimensiones	+	3	+	2	-	0
Pantalla	+		-		o	
Peso	o		+		-	
MANUALES						
Operación	o		o		+	
Servicio	+		+		+	
APOYO PROVEEDOR						
Usuario	o		o		o	
Servicio	o		o		o	
PESO 10%		0,3		0,2		0
REFERENCIA DE EQUIPOS INSTALADOS						
Dpto. de mantenimiento	o		o		o	
Médicos	o		o		o	
Enfermeros	o		o		o	
PESO 10%		0		0		0
COSTOS						
Costos de adquisición	o	0	-	-1	+	1
Costos de operación	o		o		o	
Costos de mantenimiento	o		o		o	
PESO 10%		0		-0,1		0,1
OTROS FACTORES						
Facilidades del fabricante	o	0	o	0	o	0
PESO 10%		0		0		0
RESULTADO						
Total		1,45		1,1		0,45
Posición		1		2		3

Anexo K. Sistema eléctrico 12 V DC

ELCI (Equipment Protection) Provided by Purchaser's Stationary Utility Power.
30mA Trip Level



PLAN DE GESTIÓN DE EQUIPO MÉDICO Y SISTEMAS DE APOYO EN AMBULANCIAS MEDICALIZADAS

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
HOJA DE VIDA DEL EQUIPO	4
ORDEN DE SERVICIO	6
FORMATO DE INSPECCIÓN SISTEMA DE OXÍGENO	7
PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO	9
FORMATO DE REVISIÓN CORRIENTE DE FUGA	15
FORMATO DE REVISIÓN DE RECEPTÁCULOS	16
FORMATO DE REVISIÓN DE BATERÍAS Y ALTERNADOR	17
PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO – ASPIRADOR DE SECRECIONES	18
FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO – ASPIRADOR DE SECRECIONES	22
PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO – MONITOR DE SIGNOS VITALES	24
FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO – MONITOR DE SIGNOS VITALES	28
PROTOCOLO PARA EVALUAR Y DAR DE BAJA UN EQUIPO MÉDICO	31
FORMATO PARA EVALUAR Y DAR DE BAJA UN EQUIPO MÉDICO	33
FORMATO DE ENCUESTA PARA EVALUAR CAPACITACIÓN	34
BIBLIOGRAFÍA	35

PRESENTACIÓN

Los procesos de atención pre-hospitalaria se configuran como uno de los más importantes dentro de los servicios de salud, especialmente en el tratamiento de pacientes en condiciones tales que tras un evento crítico requieran atención de emergencia.

El objetivo fundamental es “ubicar el paciente en el lugar más indicado según el tipo de atención requerida y realizar durante el transporte una serie de actividades médicas de reanimación y/o soporte que requieren capacitación específica al respecto, con lo cual se logra una mejor condición de ingreso del paciente al hospital, y por tanto mayor sobrevida frente a la causa del evento urgente”¹.

Por lo anterior se hace necesario garantizar, en las ambulancias, un servicio que logre satisfacer con calidad los requerimientos del sector, para lo cual, son indispensables equipos y procesos que logren preservar, tanto la vida del paciente como su integridad física; de aquí que las actividades asociadas a la gestión de equipo médico en las ambulancias toman relevancia en respaldar los niveles de calidad en la prestación del servicio.

La gestión de equipo médico busca mantener el mejor estado posible en las tecnologías haciendo que la relación costo beneficio sea efectiva. Lo que se desea a través de todo este proceso es dar herramientas para que el manejo de los equipos médicos en las ambulancias se realice de manera tal, que se asegure un costo óptimo y que se pueda establecer un orden en el área que sea similar a los procesos realizados en las instituciones de salud, promoviendo el establecimiento de procesos dentro de las empresas que prestan servicios de ambulancias medicalizadas.

¹ RODRIGUEZ, C. E. Atención prehospitalaria de urgencias [En línea]. Ministerio de Salud. 2007. [Consultado 28 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://clinicala100.webcindario.com/3/018.PDF>

HOJA DE VIDA DEL EQUIPO

DATOS BÁSICOS DEL EQUIPO

Nombre del equipo: _____ Fecha de ingreso: _____
Marca: _____ Modelo: _____ Número de serie: _____
Móvil asignada: _____ ID Asignada: _____ Fecha de instalación: _____
Frecuencia de mantenimiento: _____ Código ECRI: _____
Costo de adquisición: _____ Forma de pago: _____

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

ACCESORIOS DEL EQUIPO

NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	No. INVENTARIO

PARÁMETROS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Peso:	Dimensiones:
Frecuencia de funcionamiento:	
Nivel de tensión de operación:	
Corriente de operación:	
Potencia:	
Tipo de equipo: B <input type="checkbox"/> BF <input type="checkbox"/> CF <input type="checkbox"/>	

PARÁMETROS TÉCNICOS DEL EQUIPO

INFORMACIÓN DEL FABRICANTE	
Nombre:	País:
Teléfono:	Email:
INFORMACIÓN DEL REPRESENTANTE DEL PAÍS	
Nombre:	Dirección:
Teléfono:	Email:
INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR	
Nombre:	Dirección:
Teléfono:	Email:

ORDEN DE SERVICIO

Orden N°

Fecha de apertura: _____

Hora: _____

DATOS DEL EQUIPO

Nombre del equipo: _____ Móvil asignada: _____

Marca: _____ Modelo: _____ Número de serie: _____

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Tensión: _____ Corriente: _____ Frecuencia: _____ Potencia: _____

TIPO DE MANTENIMIENTO

Preventivo:

Correctivo:

REPORTE DE FALLA

OBSERVACIONES

Fecha de salida:

Responsable:

Cargo:

CC:

Hora:

Recibe:

Cargo:

CC:

FORMATO DE INSPECCIÓN SISTEMA DE OXÍGENO

DATOS BÁSICOS

Número de móvil: _____ Fecha: _____

HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Flujómetro con una exactitud de ± 2 L/min

Multímetro

Gas de prueba

PRUEBAS CUALITATIVAS

Descripción	Aprobó	Fallo	Observaciones
Temperatura interior de la ambulancias entre 1°C y 43°C			
Limpieza integral del sistema			
Carga del sistema de oxígeno			
Revisión de funcionamiento de las válvulas de alivio			
Continuidad eléctrica entre la tubería del sistema de oxígeno y el vehículo			

TEST DE PRESIÓN

1. Cargue el sistema de oxígeno con aproximadamente 200 Psi (1380 kPa) de gas de prueba
2. Cierre las válvulas del sistema para atrapar el gas en las líneas que contienen las válvulas de alivio.
3. Registre la presión del sistema con una exactitud de $\pm 0,1$ Psi (0,7 kPa).
4. Permita que el sistema descanse sin perturbación durante dos horas.
5. Pasadas dos horas registre nuevamente la presión del sistema.

Presión actual: _____

Presión después de 2 horas: _____

TEST DE FLUJO

1. Asegúrese de que la temperatura interior de la ambulancias este entre 1°C y 43°C.
2. Cargue el sistema de oxígeno con gas de prueba regulado a 50 Psi ± 2 Psi (345 kPa ± 14 kPa)
3. Conecte todas las salidas excepto la que está siendo probada.
4. Mida y registre el flujo de gas de cada salida usando un flujómetro
5. Revise la continuidad eléctrica entre la tubería del sistema de oxígeno y el vehículo para verificar que esta puesta a tierra.

Medición flujómetro 1 : _____

Medición flujómetro 2: _____

FORMATO DE INSPECCIÓN SISTEMA DE OXÍGENO

OBSERVACIONES

FIRMA DEL ENCARGADO

PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO

PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

La seguridad eléctrica es uno de los aspectos más importante y determinantes para la prestación de un servicio en las ambulancias terrestres porque a partir de esta podemos asegurar la protección del personal de la ambulancia, el paciente y funcionamiento de los equipos médicos.

HERRAMIENTAS

1. Dinamómetro: debe permitir medir 115 g
2. Multímetro
 - Medir resistencia entre valores de 0 Ω y 1 Ω debido a que la resistencia permitida entre masa y neutro es de 0.15 Ω .
 - Medir tensión eléctrica continua entre valores de 0 V a 20V debido a que la norma exige un toma corriente tipo encendedor de 12 V.
 - Medir tensión eléctrica alterna entre valores de 0 V a 200 V.
3. Pines de clavijas (fase, masa y neutro):

El personal encargado de realizar esta prueba debe estar capacitado y tener conocimientos en el área eléctrica.

REVISIÓN DE RECEPTÁCULO

La revisión del receptáculo está dividida en dos etapas o condiciones importantes, la primera son las pruebas en las cuales el sistema debe estar sin alimentación del inversor, la segunda son las pruebas que se realizan con alimentación del inversor.

1. Revisión del receptáculo sin alimentación:

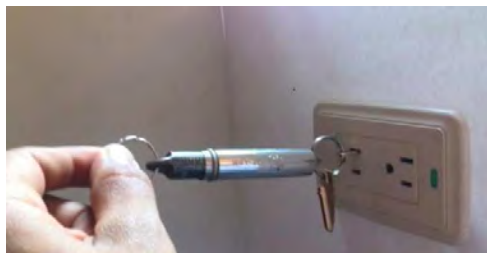
Medida de Fuerza Mecánica y resistencia entre neutro – masa

Estas pruebas se deben realizar sin energía en los receptáculos, por lo tanto, el personal debe verificar con ayuda de un multímetro, que éste no se encuentre energizado. Según lo establecido por la norma NFPA 99 la fuerza mecánica mínima para poder desconectar cualquiera de las clavijas (fase, neutro o masa) debe ser mayor a 115 g que es equivalente a 1,127 N.

PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO

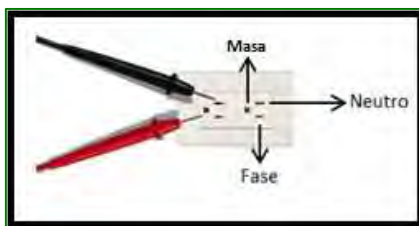
Para realizar esta prueba es necesario un dinamómetro con una escala de fuerza apropiada, tres clavijas cada una con un solo conector (fase, neutro y masa). Con el fin de verificar que la fuerza mínima este por arriba de lo establecido por la norma se conecta la clavija de neutro y se tira de ella con el dinamómetro como se muestra en la Figura 6, repetir el procedimiento con las clavijas de fase y masa.

Figura 1. Prueba de fuerza mecánica para receptáculos



Para la medida de la resistencia entre neutro y masa se coloca una punta del multímetro en neutro y la otra punta en tierra del receptáculo como lo muestra la Figura 2.

Figura 2. Distribución de receptáculos



Cada medida que se realiza a los receptáculos de la ambulancia medicalizada se registra en el formato revisión receptáculos en la sección pruebas sin alimentación del inversor.

Tabla 1. Revisión de receptáculos, módulo de pruebas sin alimentación en el inversor

Pruebas sin alimentación del inversor		Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 3		
		Izquierdo	Derecho	Límites establecidos	Izquierdo	Derecho	Límites establecidos	Izquierdo	Derecho	Límites establecidos
Prueba	puntos de medida	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos
Medida de fuerza mecánica	Neutro			>1,127 N			>1,127 N			>1,127 N
	Fase			>1,127 N			>1,127 N			>1,127 N
	Masa			>1,127 N			>1,127 N			>1,127 N
Resistencia entre Neutro y masa				<0,15 Ω			<0,15 Ω			<0,15 Ω

PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO

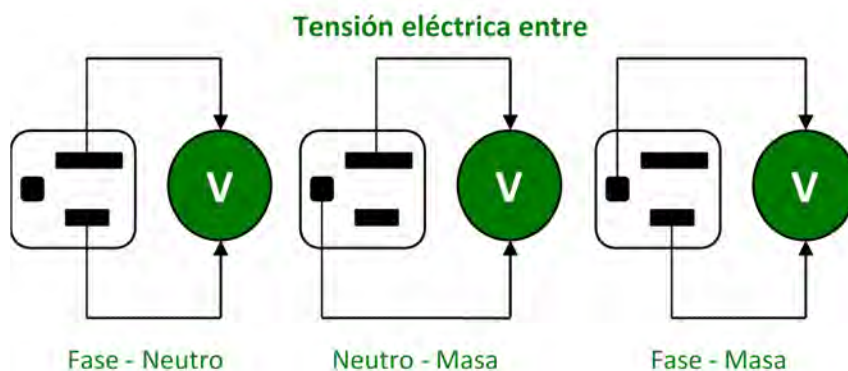
2. Revisión del receptáculo con alimentación:

Medida de tensión y revisión de la instalación

Estas pruebas se deben realizar con energía en los receptáculos. Según lo establecido por la norma NTC 3729 el sistema eléctrico para el compartimiento del paciente debe tener un inversor de onda sinusoidal eléctrica de 12 V de corriente continua a 120 V \pm 15 % a 60 Hz de corriente alterna.

Se requiere de multímetro en la escala apropiada, las puntas del multímetro se deben introducir según los puntos de medida como se muestra en la Figura 9, con el fin de verificar que la polaridad en los terminales este de acuerdo a los establecido por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, según el cual los toma corrientes deben estar instalados de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales, el terminal más largo conectado a neutro y el más corto a la fase.

Figura 3. Tensiones entre terminales de un receptáculo



Para confirmar la polaridad de los terminales del receptáculo se emplea un medidor de fase. De no ser posible, se emplea un multímetro con la escala en tensión sinusoidal y a una escala apropiada, la punta roja se coloca en el terminal de fase (terminal corto) y la punta negra en el terminal de masa. Si el multímetro registra una tensión 120 V, la polaridad esta correcta, si se registra una tensión baja o 0 V la polaridad esta invertida.

Cada medida que se realiza a los receptáculos de la ambulancia medicalizada se registra en el formato revisión receptáculos (Tabla 2) en la sección pruebas con alimentación en la red.

PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO

Tabla 2. Revisión receptáculo modulo prueba con alimentación en el inversor

Pruebas con alimentación del inversor		Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 3		
		Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Prueba	puntos de medida	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos
Medida de Tensión	Fase-Neutro			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz
	Fase- Masa			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz
	Neutro-Masa			<0,5 V			<0,5 V			<0,5 V
Instalación correcta	Fase			√ - X			√ - X			√ - X
	Neutro			√ - X			√ - X			√ - X

1. Revisión de corrientes fuga

Para la revisión de corriente de fuga es de suma importancia recordar que para realizar la medida de corriente el multímetro debe estar en serie entre los puntos de medida. Como las magnitudes establecida por la IEC 60601-1 son rangos del orden de los mA y μ A, el multímetro debe permitir medir en estos rangos.

En los equipos médicos las pruebas de corriente de fuga se debe realizar en tres puntos diferentes; las corrientes de fuga a masa, fuga a carcasa y a través del paciente, cada una de ellas en condiciones normales y en condiciones de primer defecto, esta última se realiza con neutro abierto, polaridad invertida y tierra abierta.

Figura 4. Medida de resistencia entre masa y chasis.

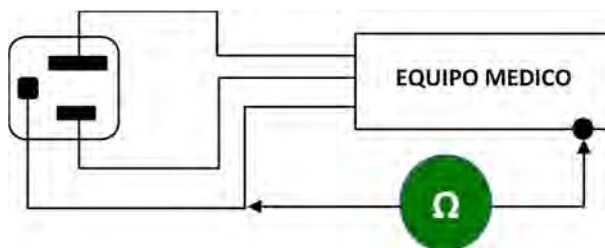
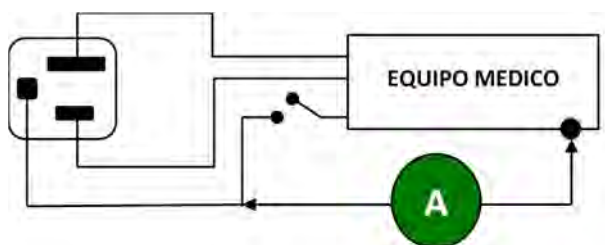


Figura 5. Medida de corriente de fuga de chasis.



PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO

Figura 6. Corriente de fuga a través del paciente.

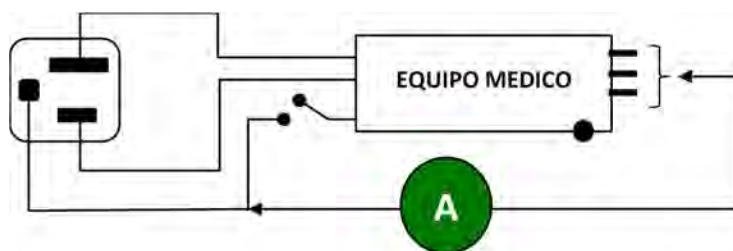
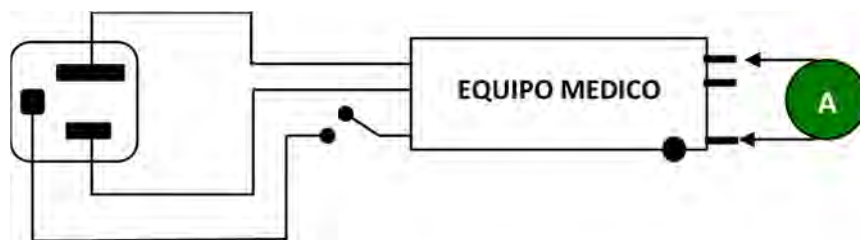


Figura 7. Corriente de fuga entre los terminales del paciente.



REVISIÓN DE BATERÍAS Y ALTERNADOR

Para el funcionamiento adecuado del alternador la NTC 3729 establece que la temperatura en el compartimiento del motor debe ser menor o igual a 90 °C, para ello se coloca en funcionamiento por unos minutos la ambulancia y se registra la temperatura.

CASO NO. 1

Para el primer caso vamos a observar las salidas de tensión del alternador y la batería cuando la ambulancia no tiene ninguna exigencia energética.

Tensión del alternador:

Para medir se debe asegurar que el multímetro se encuentre configurado en tensión continua en una escala que me permita registrar medida de 12 V o superiores. La punta negra del multímetro en el pin negativo del alternador y la punta roja al positivo del alternador.

El valor medido debe ser de (13.5 ± 0.1) V como lo establece la Norma Técnica Colombia NTC 1704, de lo contrario, el alternador no cargara la batería adecuadamente causando a largo plazo la descarga de la batería y su daño.

PROTOCOLO SISTEMA ELÉCTRICO

Tensión de la batería:

Para iniciar esta prueba se debe asegurar que la batería está totalmente cargada, que el multímetro se encuentre configurado en tensión continua en una escala que permita registrar medida de 12 V o superiores. Se conoce que el polo negativo debe estar conectado a masa, para ello se mide tensión entre el positivo de la batería y cualquier punto del chasis, la tensión medida debe ser de 12 V, de lo contrario se debe revisar esta conexión.

CASO NO. 2

Para este caso se debe asegurar tener cargada la batería, el multímetro configurado en tensión continua y tener elementos de la ambulancia que consuman energía como aire acondicionado, sirena, luces externas e internas, radio, etc.

Tensión del alternador:

Se realizan las mismas medidas que en el caso dos, pero la tensión no puede disminuir de 10 V, paulatinamente debe recuperar su tensión. Si esta no se establece de nuevo, se debe evaluar si el alternador sufre las exigencias de la ambulancia.

Tensión de la batería

La mayor parte de la carga de una batería se pierde con el encendido de la ambulancia, se mide la tensión en ese instante, pero el alternador debe cumplir con su labor según la prueba anterior. Al iniciar el vehículo, la carga de la batería se debe reestablecer a 12 V, de lo contrario debe revisar el agua de la batería y su estado actual.

FORMATO DE REVISIÓN DE CORRIENTE DE FUGA

DATOS DEL EQUIPO MEDICO

Nombre: _____ Marca: _____

Serie: _____ Modelo: _____

Tipo: B BF CF

Fecha: DD/MM/AAAA

Hora: _____

DATOS DE LA AMBULANCIA

No. Móvil: _____ Placa: _____

		Condiciones de primer defecto							
		Condiciones normales	Limites (µA)	Neutro abierto	Limites (µA)	Polaridad invertida	Limites (µA)	Tierra abierta	Limites (µA)
PRUEBAS	CORRIENTE DE FUGA A MASA		B 500		B 1000		B 1000	NA	NA
			BF 500		BF 1000		BF 1000		
			CF 500		CF 1000		CF 1000		
	CORRIENTE DE FUGA A CARCASA		B 100		B 500		B 500		B 500
			BF 100		BF 500		BF 500		BF 500
			CF 100		CF 500		CF 500		CF 500
	CORRIENTE DE FUGA A TRAVÉS DEL PACIENTE		B 100		B 500		B 500		B 500
			BF 100		BF 500		BF 500		BF 500
			CF 10		CF 50		CF 50		CF 50

Observaciones:

Firma responsable

FORMATO DE REVISIÓN DE RECEPTÁCULOS

DATOS DE LA AMBULANCIA

No. Móvil: _____ Placa: _____

Temperatura interna: _____

DATOS DE LA AMBULANCIA

No. Móvil: _____ Placa: _____

Fecha: DD/MM/AAAA

Hora: _____

Pruebas sin alimentación del inversor		Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 3		
		Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Prueba	Puntos de medida	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos
Medida de fuerza mecánica	Neutro			>1,127 N			>1,127 N			>1,127 N
	Fase			>1,127 N			>1,127 N			>1,127 N
	Masa			>1,127 N			>1,127 N			>1,127 N
Resistencia entre Neutro y masa				<0,15 Ω			<0,15 Ω			<0,15 Ω

Pruebas con alimentación del inversor		Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 1			Receptáculo No. 3		
		Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Prueba	Puntos de medida	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos	Valor unid.	Valor unid.	Límites establecidos
Medida de Tensión	Fase-Neutro			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz
	Fase- Masa			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz			120 V ± 15 % a 60 Hz
	Neutro-Masa			<0,5 V			<0,5 V			<0,5 V
Instalación correcta	Fase			√ - X			√ - X			√ - X
	Neutro			√ - X			√ - X			√ - X

Observaciones:

Firma responsable

FORMATO DE REVISIÓN DE BATERÍAS Y ALTERNADOR

Fecha: DD/MM/AAAA

Hora: _____

DATOS DE LA AMBULANCIA

No. Móvil: _____ Placa: _____

DESCRIPCIÓN

El alternador es el encargado cargar la batería para el correcto funcionamiento eléctrico de las ambulancias y de ese modo, poder cumplir con las exigencias eléctricas de los equipos médicos, arranque, aire acondicionados y diferentes componentes eléctricos.

Para asegurarnos de esto, realizamos pruebas para verificar el correcto funcionamiento del alternador y la batería de plomo ácido, según las exigencias de la Norma NTC 3729 y las normas para cada uno de estos elementos, NTC 1704 (ISO 8854) y la NTC 978.

DATOS DEL ALTERNADOR

Marca: _____

Tensión de salida (V): _____

Corriente de salida (A): _____

DATOS DE LA BATERIA

Marca: _____

Tensión de salida (V): _____

Corriente de salida (A): _____

Temperatura compartimiento

	Medida	Permitido
Temperatura (°C):	_____	$\leq 90 \text{ V}$

Datos medidos del alternador

Caso No. 1

	Medida	Permitido
Tensión (V):	_____	$(13,5 \pm 0.1)$

Caso No. 2

	Medida	Permitido
Tensión (V):	_____	$\geq 10 \text{ V}$

Datos medidos de la batería

	Medida	Permitida
Tensión entre Positivo y chasis	_____	12 V

Caso No. 1

	Medida	Permitida
Tensión entre Negativo y positivo	_____	12 V

Caso No. 2

	Medida	Permitida
Tensión entre Negativo y positivo	_____	12 V

Observaciones

Firma

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ASPIRADOR DE SECRECIONES

1. Descripción del equipo



Sistema cerrado de succión mediante vacío, cuya función es aspirar y recolectar las secreciones, evitando el contacto del usuario con las mismas, su derrame durante el transporte y la contaminación del entorno.

Cuenta con un manómetro para indicar la presión, un regulador para seleccionarla, un vaso de plástico duro de hasta 1000 mL para recoger los fluidos, un tubo que se acopla al catéter de succión, enchufe, un tubo corto que se conecta con la bomba y un filtro bacteriológico el cual retiene el 99.97% de todas las partículas mayores o iguales a 0.3 micrones

2. Seguridad y precauciones especiales

- ✓ Antes de usar el equipo, enciéndalo sin poner en circulación líquidos o conectarlo al paciente. Asegúrese que todo esté funcionando correctamente
- ✓ Si va a realizar alguna intervención en el equipo, desconéctelo para evitar riesgos de electrocución
- ✓ No exponga el equipo a extrema humedad, o contacto directo con agua, esto puede causar una falla en su funcionamiento.
- ✓ Mantenga los cables de conexión alejados de cualquier superficie caliente.
- ✓ Asegúrese de que el equipo cuente con un compartimiento dentro de la ambulancia con la sujeción adecuada, ya que la vibración y los golpes pueden afectar el desempeño del aspirador.
- ✓ El lugar destinado para el aspirador de secreciones debe estar alejado de la o las salidas de oxígeno
- ✓ Los respiraderos del equipo no deben estar cubiertos u obstruidos, a fin de evitar que el equipo se recaliente y se apague.
- ✓ No use los aspiradores al aire libre ni lo opere en presencia de aerosoles, anestésicos inflamables, ni donde se administre oxígeno u óxido nítrico, puede existir riesgo de explosión.
- ✓ Tenga en cuenta que el equipo se encuentra en contacto directo con los pacientes y que por tanto puede existir riesgo de infección. Cambie el filtro por cada paciente atendido

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ASPIRADOR DE SECRECIONES

3. Equipos y materiales

Material Gastable	Repuestos Básico	Herramientas y Equipo
<ul style="list-style-type: none">• Desinfectante• Detergente• Franela• Guantes plásticos• Limpiador de superficies en pasta (Frotex)• Limpiador de superficies líquido• Mascarilla• Lubricante• Aceite SAE 40	<ul style="list-style-type: none">• Filtro bacteriológico• Vaso• Mangueras con un diámetro interior mínimo de 1/4" o la especificada por el fabricante	<ul style="list-style-type: none">• Amperímetro• Analizador de seguridad eléctrica• Brocha de 2"• Cepillo p/frascos• Destornillador de estrella• Destornillador de pala• Llaves allen• Llaves fijas• Llave cangreja de 6"• Medidor de presión negativa

4. Test de inspección y funcionalidad

- ✓ **Chasis:** Verificar el estado externo del equipo, asegúrese de que no existan fisuras, daños, sustancias extrañas, piezas faltantes o cualquier objeto que no pertenezca al equipo
- ✓ **Montajes y Apoyos:** Revisar la integridad del compartimento asignado al aspirador en la ambulancia, comprobar que exista un sistema de sujeción para el equipo
- ✓ **Enchufe de Red y Base de Enchufe:** Examinar el enchufe de red, asegurándose que no falten tornillos, los plásticos están en su lugar y no hay riesgo alguno. Revisar el enchufe insertándolo en un receptáculo, debe entrar y asegurarse bien.
- ✓ **Cable de Red:** Inspeccionar el cordón para asegurarse que esté en buenas condiciones, si encuentra algún daño que este cerca o en el inicio o final del cable, corte la parte defectuosa, repararlo y montar de nuevo teniendo en cuenta la polaridad. De no ser posible su reparación reemplazar por uno nuevo.
- ✓ **Amarres contra tirones:** Sujetar el cable al equipo para que el cable de red no pueda ser fácilmente movido. Examinar los amarres contra tirones a ambos lados de los extremos del cable de red.
- ✓ **Terminales o Conectores:** Examinar las condiciones de los terminales del cable, debe estar en buen estado y limpio. Revisar detenidamente los pines, verificar que no existan indicios de deterioro por salto de arcos eléctrico, y que se encuentren en buen estado y limpios.
- ✓ **Interruptores:** Revisar el interruptor de corriente verificando que se mueve con facilidad.

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ASPIRADOR DE SECRECIONES

- ✓ **Tubos, mangueras y vaso graduado:** Si los tubos, mangueras y la botella graduada son desechables, cambiar posterior a su uso con un paciente. De ser reusables lavar con detergente suave dejándolos sumergidos por 15 minutos o use esterilización con vapor. En caso de enfermedad infectocontagiosa los componentes deben ser descartados. El vaso debe tener definido su capacidad máxima, no debe poseer partículas en su interior y la tapa debe sellar perfectamente.
- ✓ **Filtro Bacteriológico:** El filtro bacteriológico es desechable y se debe cambiar si está contaminado o tapado.
- ✓ **Motor:** Examinar las condiciones de este componente. Revisar las escobillas, rodamientos, embobinado, y empaques. Limpiar y lubricar adecuadamente y consignar en la hoja de protocolos de inspección.
- ✓ **Etiquetado:** Confirmar que estén presentes y legibles todas las placas de características, etiquetas de advertencia y caracteres de conversión.
- ✓ **Accesorios:** Asegurar que estén presentes y en buen estado los accesorios del aspirador (filtro bacteriológico, tubos de succión, empaques y acoples).

5. Test cuantitativo

- ✓ **Test de Seguridad Eléctrica:** Se realiza de acuerdo al procedimiento especial que encuentra en el formato de inspección y mantenimiento planificado.

6. Mantenimiento preventivo

- ✓ **Limpieza exterior:** Realizar la limpieza de las superficies frotando el aspirador con un paño suave humedecido con una solución jabonosa, frote suavemente. No rocíe, vierta o derrame líquido en el aspirador de secreciones, ni en sus accesorios, conectores, interruptores o aperturas de la carcasa.
- ✓ **Cambio de filtro Bacteriológico:** Analizar las condiciones del filtro asegurándose que es nuevo.
- ✓ **Limpieza de tubos, recipientes y tapas:** Para la limpieza use agua caliente y un detergente suave. Lávelos minuciosamente y permita que se sequen.
- ✓ **Esterilización:** Se realiza según las recomendaciones del fabricante. El vaso y las tapas herméticas deben ser esterilizadas por autoclave en 121°C por 21 min.
- ✓ **Condiciones Ambientales:** Verificar que el equipo no se encuentre en un sitio húmedo, que no esté en un lugar donde la luz solar sea directa.
- ✓ **Calibración de la aguja:** Calibrar si es necesario la regulación y posicionamiento de la aguja.

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ASPIRADOR DE SECRECIONES

7. Test de aceptación

- ✓ Revisión de dispositivo antiderrame: Antes de usar el equipo obstruya la salida o catéter, al hacerlo el equipo debe aumentar el vacío.
- ✓ Ajustamiento del vacío: Gire la perilla de control de vacío en sentido horario, y verifique que el vacío aumente. Al girar la perilla en sentido anti horario el vacío debe descender.
- ✓ Aprobación: Considerar para la aceptación, que el aspirador es un equipo médico por lo que debe cumplir satisfactoriamente con las especificaciones del fabricante.

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ASPIRADOR DE SECRECIONES

DATOS DEL EQUIPO

Nombre del equipo: _____ ID de equipo: _____ # Móvil: _____

Marca: _____ Modelo: _____ Serie: _____

Tipo de servicio: Interno Externo Departamento/Empresa: _____

Frecuencia: _____ Fecha Inicio: _____ Fecha Final: _____

Hora Inicio: _____ Hora Final: _____

PRUEBAS CUALITATIVAS

Descripción	Aprobado	No aprobado
Inspección de condiciones ambientales de la ambulancia en la que se encuentra el equipo.		
Limpieza integral externa e interna del equipo.		
Inspección de partes mecánicas (cojinetes, baleros, asientos de soportes, alabes, etc.).		
Inspección de sistema eléctrico y accesorios (cordón de alimentación, devanados del motor, etc.).		
Inspección de válvulas unidireccionales.		
Revisión de filtro bacteriológico		
Revisión del sellado de nivel de líquido.		
Inspección de fugas en el sistema de vacío (mangueras, frascos, empaques de hule y acoples).		
Verificación de rango de vacío. [seg./ mmHg] Mínimo 300 mmHg en 4 segundos		
Ejecución de prueba de seguridad eléctrica.		
Comprobación del funcionamiento del equipo.		

PRUEBAS CUALITATIVAS

Medición	Guía	Unidad	Aprobado	No aprobado
Tensión en la red	110±10%	Voltios		
Potencia	≥ 3.5	KVA		
Corriente de fuga a tierra	≤ 500	μA		

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ASPIRADOR DE SECRECIONES

Condición de 1 ^{ra} falla (Línea de alimentación abierta)	≤ 1000	μA		
Corriente de fuga a chasis	≤ 100	μA		
Condición de 1 ^{ra} falla (línea de alimentación abierta)	≤ 500	μA		
Condición de 2 ^{da} falla (Línea de tierra abierta)				
Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra	≥ 2	$\text{M}\Omega$		
Resistencia de tierra	≤ 0.2	Ω		

ANÁLISIS Y OBSERVACIONES

FIRMA DEL ENCARGADO

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

1. Descripción del equipo



Un monitor de signos vitales es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en tiempo real, los parámetros fisiológicos del paciente, optimizando el diagnóstico y tratamiento.

Este equipo usa un sistema de alarma que facilita acciones inmediatas que ayuden a mantener el paciente en las mejores condiciones posibles.

Dependiendo de las necesidades del personal y la condición del paciente, un monitor multiparamétrico permite visualizar simultáneamente las variables deseadas como electrocardiografía (ECG), saturación de oxígeno (SpO₂), temperatura, frecuencia respiratoria, presión no invasiva (PNI), entre otras.

2. Seguridad y recomendaciones especiales

- ✓ Asegure de apartar el monitor de las salidas de oxígeno
- ✓ Ubique el monitor de tal manera que las vibraciones del vehículo no repercutan fuertemente en su funcionamiento

3. Equipos y materiales

Material Gastable	Repuestos Básico	Herramientas y Equipo
<ul style="list-style-type: none">• Alcohol isopropílico• Algodón• Franela• Hisopos• Limpiador de contactos eléctricos• Soldadura de estaño (60/40)		<ul style="list-style-type: none">• Analizador de seguridad eléctrica• Aspiradora• Osciloscopio• Simulador ECG• Tarjetas de extensión•

4. Test de inspección y funcionalidad

- ✓ **Chasis:** Revisar el equipo externamente, preste atención a la condición de la carcasa, la limpieza y las condiciones físicas del equipo, que no existan señales de líquidos derramados, que todos los accesorios estén en su lugar y que el equipo no haya sufrido abusos serios.
- ✓ **Montaje y apoyos:** Inspeccionar la integridad del compartimiento asignado al aspirador en la ambulancia, comprobar que exista un sistema de sujeción para el equipo
- ✓ **Enchufe de Red y Base de Enchufe:** Examinar el enchufe de red, asegurándose que no falten tornillos, los plásticos están en su lugar y no hay riesgo alguno. Revisar el enchufe insertándolo en un receptáculo, debe entrar y asegurarse bien. Si el equipo tiene accesorios conectados a él, verifique las condiciones físicas de estos.

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

- ✓ **Cable de Red:** Inspeccionar el cordón para asegurarse que esté en buenas condiciones, si encuentra algún daño que este cerca o en el inicio o final del cable, corte la parte defectuosa, repararlo y montar de nuevo teniendo en cuenta la polaridad. De no ser posible su reparación reemplazar por uno nuevo.
- ✓ **Amarres contra tirones:** Sujetar el cable al equipo para que el cable de red no pueda ser fácilmente movido. Examinar los amarres contra tirones a ambos lados de los extremos del cable de red.
- ✓ **Electrodos:** Asegúrese que el tipo de electro usado sea el adecuado, revise sus condiciones físicas y la fecha de vencimiento. Para electrodos tipo “pera” verificar la absorción y que la sección metálica se encuentre en buenas condiciones.
- ✓ **Sensor de SpO2:** Verificar que el sensor se encuentra en buenas condiciones para ser utilizado. Recuerde que en general estos sensores son desechables.
- ✓ **Cables:** Revisar la condición de los cables, buscando roturas en el aislamiento. El terminal y el cable deben estar fuertemente unidos, sin rotaciones del termina sobre el cable
- ✓ **Terminales o Conectores:** Examinar todos los terminales del cable y ver que están en buenas condiciones. Dichos terminales o contactos eléctricos deberían estar bien y limpios. Durante la inspección, verificar que los pines están limpios y rectos, ver si están dañados los receptáculos de éstos, y ver si existen indicios de deterioro por salto de arcos eléctricos en los mismos.
- ✓ **Controles y Teclas:** Grabe la configuración actual del equipo y la posición de los controles de y asegurese de devolver todo al estado inicial al terminar. Antes de realizar cualquier intervención, considere la posibilidad de un uso clínico inapropiado o de un fallo del equipo.

Examine las condiciones físicas de todos los controles y teclas, que su montaje es seguro y sus movimientos son correctos. Revisar que los mandos de control no han resbalado sobre sus ejes. Revise las teclas de membrana, compruebe que no tienen señales de daños. Durante el desarrollo de esta inspección, examine todas teclas y mandos de control, y de confirme que funcionan adecuadamente. Provoque alarmas para corroborar que se activan al sobrepasar los límites programados.

- ✓ **Prueba de la pantalla o Indicador:** Revise el funcionamiento de todas las luces, indicadores, medidores, galgas, y displays de visualización de la unidad. Cerciórese que todos los segmentos de un display digital se iluminan y funcionan adecuadamente.
- ✓ **Alarmas:** provocar la activación de todas las alarma audibles y visuales
- ✓ **Señales Audibles:** Operar el equipo para que se active alguna señal audible, asegurarse que el nivel de volumen es adecuado y que el control de volumen funcione, si dispone de uno. Si el equipo carece de indicadores o señales audibles debe ser retirado del servicio. Si el equipos tiene indicadores audibles que puedan ser ajustados hasta anular el tono audible, deberían ser retirados o modificados por el fabricante para que la alarma no pueda tener un tono inaudible.

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

- ✓ **Etiquetado:** Inspeccionar que estén todas las placas de características, etiquetas de advertencia, caracteres de conversión, tarjetas de instrucciones, estén presentes y legibles.
- ✓ **Accesorios:** Confirmar la presencia y las condiciones de los accesorios (ej: cables de paciente, electrodos reusables de ECG, Sensor de SpO2, Sensores y cables de temperatura, Transductores y cables de PSI, Mangas reusables, papel, gel de acoplamiento, Sondas reutilizables y desechables de temperatura), verificar que no han caducado.
- ✓ **Transporte del Papel:** Verificar que el movimiento del papel es "limpio", sin obstáculos de resistencia a la velocidad.

5. Test cuantitativo

- ✓ **Test de Seguridad Eléctrica:** Se realiza de acuerdo al procedimiento especial que encuentra en el formato de inspección y mantenimiento planificado
- ✓ **Parámetros Técnicos ECG:** Para revisar las condiciones adecuadas de funcionamiento del ECG, se deben seguir los siguientes parámetros.

Tabla 3. Revisión de parámetros técnicos ECG

Señal Generada ECG	Verificación de Forma de Onda		Verificación de Frecuencia	
	Aprobado	No aprobado	Aprobado	No aprobado
Onda ECG 30 LPM				
Onda ECG 60 LPM				
Onda ECG 120 LPM				
Pulso a 60 PPM 0.5 Mv				
Pulso a 60 PPM 1.0 Mv				
Pulso a 60 PPM 2.0 Mv				

- ✓ **Calibración SPO2:** Usando un simulador de pulsos de SPO2, determine que el porcentaje de saturación y los latidos por minuto del equipo se encuentran de acuerdo a lo mostrado en el simulador. Tome varias muestras
- ✓ **Calibración de presión:** empleando un analizador de presión tanto invasiva como no invasiva, determine los parámetros en los que se encuentra el equipo. Tome varias muestras
- ✓ **Calibración de temperatura:** Conectado un analizador de temperatura, confirme que la temperatura del equipo y del analizador sean las mismas. Tome varias muestras

6. Mantenimiento preventivo

- ✓ **Limpieza:** Limpiar el exterior, los rodillos, las guías de papel. *Nota:* para limpiar usar agua jabonosa neutra. No alcohol ni cualquier otro elemento que pueda desteñir.

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

- ✓ **Lubricación:** Lubricar el accionamiento del registrador gráfico según las recomendaciones de los fabricantes.
- ✓ **Filtros y Baterías:** Algunas unidades tienen un filtro de aire que acompaña al ventilador de enfriamiento, chequee y reemplace de ser necesario. Reemplace baterías en caso de ser necesario.

7. Test de aceptación

- ✓ **Aprobación:** Tener en cuenta para la aceptación del monitor, el cumplimiento satisfactorio de sus prestaciones como equipo electromédico y las condiciones del fabricante.

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

DATOS DEL EQUIPO

Nombre del equipo: _____ ID de equipo: _____ # Móvil: _____

Marca: _____ Modelo: _____ Serie: _____

Tipo de servicio: Interno Externo Departamento/Empresa: _____

Frecuencia: _____ Fecha Inicio: _____ Fecha Final: _____

Hora Inicio: _____ Hora Final: _____

PRUEBAS CUALITATIVAS

Descripción	Aprobado	No aprobado
Inspección de condiciones ambientales de la ambulancia en la que se encuentra el equipo.		
Limpieza exhaustiva externa del equipo		
Inspección de equipo en forma externa		
Limpieza integral interna del equipo		
Inspección de elementos eléctricos/electrónicos (cable de alimentación, tomacorriente, cables de paciente, etc.)		
Verificación de funcionamiento del selector de derivaciones		
Verificación de funcionamiento del selector de amplitud de ECG		
Verificación de pulso de calibración y amplitud del complejo QRS		
Verificación de velocidad, linealidad y centrado de trazo		
Verificación de respuesta en frecuencia y rechazo en modo común		
Verificación de brillo y el enfoque del trazo		
Verificación de función de congelamiento de la señal y la función de cascada		
Verificación de exactitud del presentador digital en 3 puntos		
Verificación de sistema de alarmas en cada módulo		
Verificación de funcionamiento del selector de monitor/diagnóstico		
Verificación en dos puntos diferentes, la calibración de temperatura		
Verificación en cuatro puntos de prueba, la calibración de presión		
Realización de prueba de seguridad eléctrica		
Verificación de funcionamiento del equipo en todos los modos de operación		

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

PRUEBAS CUALITATIVAS

Medición	Valores de referencia	Unidad	Aprobado	No aprobado
Tensión en la red	110±10%	Voltios		
Potencia	≥ 3.5	KVA		
Corriente de fuga a tierra	≤ 500	μA		
Condición de 1 ^{ra} falla (Línea de alimentación abierta)	≤ 1000	μA		
Corriente de fuga a chasis	≤ 100	μA		
Condición de 1 ^{ra} falla (Línea de alimentación abierta)	≤ 500	μA		
Condición de 2 ^{da} falla (Línea de tierra abierta)				
Corriente de fuga de los electrodos al paciente a tierra	≤ 10	μA		
Electrodo 1				
Electrodo 2				
Electrodo 3				
Condición de primera falla (línea de alimentación abierta)	≤ 50	μA		
Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)				
Condición de tercera falla (Línea de voltaje a partes aplicadas)				
Corriente auxiliar de los electrodos del paciente a partes aplicadas	≤ 10	μA		
Electrodo 1				
Electrodo 2				
Electrodo 3				
Condición de 1 ^{ra} falla (línea de alimentación abierta)	≤ 50	μA		
Condición de 2 ^{da} falla (Línea de tierra abierta)				
Condición de 3 ^{ra} falla (Línea de voltaje a partes aplicadas)	≤ 10	μA		
Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra	≥ 70	MΩ		
Resistencia de tierra	≤ 0.2	Ω		

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MONITOR DE SIGNOS VITALES

ANÁLISIS Y OBSERVACIONES

FIRMA DEL ENCARGADO

PROTOCOLO PARA EVALUAR Y DAR DE BAJA UN EQUIPO MÉDICO

EVALUACIÓN TÉCNICA (T)

Esta evaluación comprende aspectos funcionales y técnicos del equipo médico. A continuación se propone los valores a asignar de acuerdo a cada uno de los aspectos de la evaluación técnica

EDAD DEL EQUIPO

RANGO	PONDERACIÓN ASIGNADA
Edad < 5 años	10
5 años < Edad < 7 años	8
7 años < Edad < 9 años	4
9 años < Edad < 11 años	2
Edad > 11 años	0

SOPORTE DE REFACCIONES

RANGO	PONDERACIÓN ASIGNADA
Soporte de refacciones > 5 años	10
5 años > Soporte de refacciones > 3 años	8
3 años > Soporte de refacciones > 2 años	4
2 años > Soporte de refacciones > 1 año	2
Soporte de refacciones < 1 año	0

SOPORTE DE CONSUMIBLES

RANGO	PONDERACIÓN ASIGNADA
Soporte de consumibles > 5 años	10
5 años > Soporte de consumibles > 3 años	8
3 años > Soporte de consumibles > 2 años	4
2 años > Soporte de consumibles > 1 año	2
Soporte de consumibles < 1 año	0

SOPORTE TÉCNICO

RANGO	PONDERACIÓN ASIGNADA
Soporte técnico > 5 años	10
5 años > Soporte técnico > 2 años	8
2 años > Soporte técnico > 1 años	4
Soporte técnico < 1 año	0

EVALUACIÓN CLÍNICA (C)

Este campo está basado en la experiencia del usuario con el equipo, de aquí que se obtenga un resultado realizando encuestas a las personas que están directamente involucradas con él como enfermeras, médicos, etc. Se evalúan cada uno de los criterios dando una ponderación entre 0 – Cuando este menos conforme y 10 – Cuando esté completamente conforme.

PROTOCOLO PARA EVALUAR Y DAR DE BAJA UN EQUIPO MÉDICO

CRITERIOS EVALUACIÓN CLÍNICA

Es fácil de usar
Satisface las necesidades del servicio
Confianza en los resultados
Los resultados contribuyen a la práctica médica
El tiempo que está en reparación es largo
Lo usa con la frecuencia apropiada

EVALUACIÓN ECONÓMICA (E)

Considera los aspectos relacionados con el uso del equipo.

Se determina evaluando la relación que entre el costo de mantenimiento y el costo de sustitución (CMS), se recomienda que la relación no sea mayor al 10 % por año cuando el equipo este en su mejor rendimiento. Cuando la relación sea mayor al 30 % se recomienda dar de baja el equipo.

$$CMS = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Costo de sustitución}} \times 100$$

Ecuación. 1

CRITERIOS EVALUACIÓN ECONÓMICA

RANGO	PONDERACIÓN ASIGNADA
CMS < 10%	8
10 % < CMS < 20 %	6
20 % < CMS < 30 %	4
CMS >30 %	0

Finalmente para obtener el valor de la evaluación, con los resultados obtenidos de cada uno de los criterios evaluados, se aplica la siguiente ecuación:

$$V = (4.5 * T) + (3.0 * C) + (2.5 * E)$$

Ecuación. 2

El valor obtenido para V es la base de la toma de decisiones, se debe tener en cuenta que debido a que los equipos que funcionan en las ambulancias están expuestos a condiciones variables como cambios de temperatura, vibraciones, golpes, etc, la frecuencia de evaluación será menor, de aquí que:

CRITERIOS DE DECISIÓN

RANGO	DECISIÓN
$V < 60$	Reemplazo inmediato
$60 < V < 70$	Reevaluación en 1.5 años
$V > 70$	Reevaluación en 3 años

FORMATO PARA DAR DE BAJA UN EQUIPO MÉDICO

DATOS DEL EQUIPO

Nombre del equipo: _____ ID del equipo: _____ # Móvil: _____

Marca: _____ Modelo: _____ Serie: _____

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL EQUIPO

ANÁLISIS TÉCNICO DEL EQUIPO

Equipo obsoleto <input type="checkbox"/>	Falta de consumibles <input type="checkbox"/>	Falta de refacciones <input type="checkbox"/>
Irreparable o reparación no costearable <input type="checkbox"/>	Fuera de los límites de seguridad <input type="checkbox"/>	Perdida de equipo complementario <input type="checkbox"/>

ESTADO DEL EQUIPO

Excelente Bueno Problemático Fuera de servicio

COMENTARIOS DE LA EVALUACIÓN

DISPOSICIÓN RECOMENDADA SOBRE EL EQUIPO

Donación Reubicación Aprovechamiento de parte Baja

RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN

FIRMA JEFE DE DEPARTAMENTO

FORMATO DE ENCUESTA PARA EVALUAR CAPACITACIÓN

01

¿Qué criterios NO son tenidos en cuenta para establecer los mantenimientos anuales de los equipos médicos?

- A. Función del equipo.
- B. Costo de adquisición del equipo.
- C. Antecedentes del equipo.
- D. Requisitos del mantenimiento.

02

¿Qué se debe hacer con los equipos que no son incluidos en el plan de mantenimiento porque su puntaje es menor a 12?

- A. Mantenimiento en tiempos libres.
- B. No se incluyen en el inventario.
- C. Revisiones rutinarias.
- D. Solo intervenciones correctivas.

03

¿Cuál es la importancia del reporte de falla en el formato "ORDEN DE SERVICIO"?

- A. Intervenciones puntuales.
- B. Buscar responsables del daño.
- C. Dar de baja el equipo.
- D. Reducir y controlar gastos.

04

En el reporte de actividades en la hoja de vida del equipo ¿Qué papel juega la información de los costos de reparación?

05

Para el Test de presión ¿Con cuanta presión se debe cargar el sistema de oxígeno para realizar el test?

- A. 150 Psi.
- B. 250 Psi.
- C. 100 Psi.
- D. 200 Psi

06

Para el sistema eléctrico ¿entre qué puntos del receptáculo la tensión eléctrica debe ser de 0.5 V o menor?

- A. Entre fase y neutro.
- B. Entre masa y neutro.
- C. Entre masa y fase.

BIBLIOGRAFÍA

BELGICA. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARIZATION. EN 1789 (05 Octubre, 2006). Medical Vehicles and their equipment - Road Ambulances. Bruselas: European committee for standarization, 2006.

CORTÉS PUENTES, Edna. Análisis y evaluación de seguridad eléctrica en las áreas de quirófanos, unidad de cuidados intensivos y consulta externa de la clínica Rafael Uribe Uribe, Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Biomédico. Santiago de Cali: Universidad Autonomía de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2009. 22 p.

FRANCO PINTO, Andrea. Diseño de un sistema para medición de la seguridad eléctrica integrado a un monitor cardíaco de la universidad autónoma de occidente. Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Biomédico. Santiago de Cali: Universidad Autonomía de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2013. 22 p.

International Electrotechnical Commission. IEC (60601) Medical electrical equipment – part 1: General requirements for basic safety and essential performance. Geneva – Switzerland: 3 ed, 2005. 775 p.

INTERNATIONAL STANDARD. Road vehicles - Alternators with regulators - Test methods and general requirements. ISO 8854. Segunda actualization. 2012. 5 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Código eléctrico nacional. Norma 2050. Bogotá D.C: INCONTEC, 1989. 871 p.

Introducción al programa de mantenimiento para equipos médicos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud 2012 [Consultado 02 Mayo de 2012]. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501536_spa.pdf

Proyecto estratégico: gestión de la calidad en el desarrollo en el desarrollo de recursos tecnológicos 2010 – 2015. Instituto Nacional de Pediatría, Estado Unidos Mexicanos.

Requisitos obligatorios para garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas en Colombia: Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). ed actualizada/ agosto de 2008.

RODRIGUEZ, C. E. Atención prehospitalaria de urgencias [En línea]. Ministerio de Salud. 2007. [Consultado 28 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://clinicala100.webcindario.com/3/018.PDF>