

## **Producción más Limpia, Gerencia de Mantenimiento y Normatividad en urgencias en una Institución de Salud**

### **William Orozco Murillo**

Ing. Mecánico, MsC. Gestión Energética Industrial  
Institución Universitaria Pascual Bravo  
Móvil 315 421 13 64  
william.orozco@pascualbravo.edu.co

### **Gonzalo Narváez Benjumea**

Ing. Industrial, Especialista en Gerencia de la Salud Ocupacional  
Instituto Tecnológico Metropolitano  
Móvil 301 600 66 48  
gonzalonarvaez@itm.edu.co

### **Andrés Felipe López Cardona**

Tecnólogo en Mantenimiento de Equipo Biomédico  
Instituto Tecnológico Metropolitano  
Móvil 310 234 37 06  
andreslopez164414@correo.itm.edu.co

### **Abstract**

Este artículo presenta un diagnóstico del estado de la gestión del mantenimiento de equipos biomédicos en el área de urgencias en una institución de nivel tres de complejidad médica de Antioquia, Colombia, dentro del proyecto de investigación Producción más Limpia en Salud ejecutado por el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) en alianza con la Institución Universitaria Pascual Bravo (I.U. Pascual Bravo) de la ciudad de Medellín.

Para ello se diseñó una encuesta a partir de la Guía Sectorial de Producción más Limpia, en hospitales, clínicas y centros de salud y de la resolución de habilitación 2003 de 2014 donde se obtuvo el listado de verificación para la revisión inicial de la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos más complejos utilizados en urgencias, tales como: monitores de signos vitales, desfibriladores, tensiómetros, servo cunas, electrocardiógrafos y ventiladores mecánicos; para ello la encuesta fue dividida en dos áreas macro: mantenimiento y metrología de los equipos biomédicos utilizados en urgencias.

En el área de mantenimiento las preguntas estaban enfocadas a determinar la existencia de protocolos de mantenimiento, tipos de mantenimientos empleados, personal encargado del mantenimiento, hojas de vidas de los equipos, el plan presupuestal para realizar el mantenimiento, planes de habilitación, certificación y acreditación que tiene la institución de salud; por otra parte, el cuestionario acerca de la metrología estaba enfocado a determinar la articulación de la calibración de los equipos con el mantenimiento de éstos, y las entidades que realizan la calibración de los equipos.

Como resultado final se obtuvo que la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos es excelente con una calificación final del 95%, evidenciando una excelente implementación de la normatividad actual que rige la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos utilizados en urgencias, así como un aporte importante a la Producción más Limpia de la institución al disminuir los contaminantes generados de las actividades de mantenimiento.

**Palabras clave:** Equipos biomédicos, gerencia de mantenimiento, hospitales, metrología biomédica, producción más limpia.

## Introducción

La gestión del mantenimiento es una estrategia que procura de manera eficaz y eficiente seleccionar y registrar por escrito los procedimientos de mantenimiento de equipos médicos específicos (1), observando la calidad del mantenimiento de posibles proveedores de empresas externas a la institución, así como la calidad del mantenimiento realizado por trabajadores propios (2). En el presente artículo se realiza el reporte de los hallazgos obtenidos durante la evaluación de la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos usados en el área de urgencias de una Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPS) del oriente Antioqueño.

La evaluación se realizó con base al instructivo propuesto en el proyecto de investigación "Producción más Limpia en Salud" del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) en alianza con la Institución Universitaria Pascual Bravo (I.U. Pascual Bravo); con el fin de hallar las falencias y fortalezas dentro de la institución prestadora de salud (IPS), en los procesos de Gestión de Mantenimiento de Equipo Biomédico (GMEB).

### **Objetivo General**

El Objetivo General de la evaluación era aplicar el instructivo de Producción Limpia en Salud (PLS) (3), a la IPS, con el fin de hallar falencias, fortalezas y dar las recomendaciones pertinentes de la GMEB.

### **Objetivos específicos**

- Gestionar el mantenimiento de los equipos y dispositivos biomédicos empleados en el área de urgencias.
- Analizar objetivamente la GMEB (Mantenimiento preventivo "MP", Mantenimiento Centrado en Confiabilidad "MCC" y Mantenimiento Productivo Total "TPM") realizada por la IPS.
- Realizar un reporte escrito de fortalezas y falencias encontradas en la GMEB de la IPS.
- Caracterizar la GMEB utilizados en el servicio de urgencias.

### **Metodología**

Desde el año 2013 el ITM, a través del Grupo de Investigación e Innovación Biomédica (GI<sup>2</sup>B) y la I.U. Pascual Bravo, a través del Grupo de Investigación e Innovación en Energía (GIIEN), vienen desarrollando un proyecto de investigación relacionado con la PLS, el cual busca aplicar el instructivo PLS a distintas IPS y áreas hospitalarias dentro de la misma.

Uno de los objetivos específicos del proyecto '*Producción limpia y consumo sostenible en clínicas del clúster salud de Medellín*', es Caracterizar la GMEB utilizados en el servicio de urgencias; el cual en conjunto con los demás objetivos específicos tiene como fin generar un

modelo aplicable a las IPS, con un impacto tanto Nacional como Internacional, que permita mejorar y optimizar la GMEB, posibilitando un buen uso de los recursos económicos y físicos.

Para la realización de este diagnóstico en el área de urgencias, unidad de cuidados intensivos (UCI) y quirófanos, se utilizó la siguiente metodología:

Se diseñó una encuesta a partir de la Guía Sectorial de Producción más Limpia, en hospitales, clínicas y centros de salud y de la resolución de habilitación 2003 de 2014 (4), donde se obtuvo el listado de verificación para la revisión inicial de la GMEB más complejos utilizados en urgencias, tales como: monitores de signos vitales, desfibriladores, tensiómetros, servo cunas, electrocardiógrafos y ventiladores mecánicos; para ello la encuesta fue dividida en dos áreas macro: mantenimiento y metrología de los equipos biomédicos utilizados en urgencias.

En el área de mantenimiento las preguntas estaban enfocadas a determinar la existencia de protocolos de mantenimiento, tipos de mantenimientos empleados, personal encargado del mantenimiento, hojas de vidas de los equipos, el plan presupuestal para realizar el mantenimiento, planes de habilitación, certificación y acreditación que tiene la institución de salud; por otra parte, el cuestionario acerca de la metrología estaba enfocado a determinar la articulación de la calibración de los equipos con el mantenimiento de estos, y las entidades que realizan la calibración de los equipos.

El instructivo base utilizado para la revisión propuesta en este artículo está subdividido en varios ítems, los cuales se centran en campos específicos, permitiendo orientar y evaluar cada uno de los aspectos que van desde la planificación de un evento hasta la ejecución del mismo, haciendo énfasis en la estructuración que se tiene de la GMEB en el área de urgencias de la IPS. Los ítems en los cuales se basa el modelo se describen a continuación:

Equipos médicos en urgencias: El objetivo en este campo, es verificar el mantenimiento, calidad del servicio que presta el equipo, antigüedad, fallas encontradas, ubicación y otros aspectos importantes.

Personal dedicado al mantenimiento: En esta fase, se encuesta a los jefes y personal técnico encargado de la GMEB de la institución, relacionando temáticas de planificación, número de personas a cargo.

Desarrollo del mantenimiento: En este apartado, se evalúa a la institución en la capacidad de frecuentar los tipos de mantenimiento propuestos, su articulación entre la metrología y gestión biomédica, certificaciones de la institución.

A cada pregunta se le da una valoración de acuerdo a los siguientes hallazgos:

- C:** Cumple totalmente (10 puntos)
- N.C:** No Cumple (0 puntos)
- C.P:** Cumple Parcialmente (5 puntos)

Por último, los valores obtenidos en cada área se llevan a la siguiente fórmula

$$\text{Calificación} = \frac{\text{Puntaje Total}}{(\text{Punt. Máx}) * \text{Num. Evaluados}} * 100$$

Obteniendo así una valoración cualitativa y porcentual por cada área evaluada, como lo muestra la tabla 1.

Valoración Cualitativa	Valoración Porcentual
No se tiene o no se cumple	0%
Insuficiente	0% a 30%

Valoración Cualitativa	Valoración Porcentual
Aceptable	31% a 50%
Bueno	51% a 70%
Muy bueno	71% a 90%
Excelente	91% a 100%

Tabla 1. Valoración cualitativa y porcentual por cada área evaluada

## Resultados

Los resultados planteados en este artículo, fueron obtenidos con base al listado de verificación para la revisión inicial de GMEB en el área de urgencias, UCI y quirófanos en la IPS.

### Planificación del mantenimiento de los equipos biomédicos

En la calificación del ítem se encontró que el hospital tiene una modalidad de rondas predictivas, las cuales son reforzadas con registros de un periodo diario, para esto se apoyan en el software AM (software de gestión de mantenimiento), que actualmente se encuentra en periodo de implementación. En las rondas diarias se realiza la inspección de flujómetros, bombas infusión, glucómetros, trampas de agua, redes de gases medicinales entre otros. Además, el departamento de ingeniería biomédicas realiza capacitaciones de régimen permanente y específico al personal encargado del equipo en cuestión, estas capacitaciones son programadas cada dos años para cada empleado, las evidencias de dichos procesos se tienen de forma física y virtual.

La ponderación porcentual para este ítem fue del 75% y su valoración cualitativa es muy buena.

### Ejecución del mantenimiento de equipos biomédicos

Para la evaluación del segundo ítem se halló que la IPS posee las hojas de vida de los equipos, en las cuales se lleva una trazabilidad de los mantenimientos que se deben realizar a cada equipo, para esto el departamento encargado tiene establecida una ecuación en la cual se

tiene en cuenta: edad del equipo, tiempo de uso, criticidad (efecto o peligro con el paciente) y área con base en los resultados obtenidos de la implementación de la ecuación a cada equipo.

En el departamento de ingeniería biomédica se establece adecuadamente un sistema de priorización para la atención de las diferentes solicitudes presentadas por el personal clínico. El cual tiene como tiempo de respuesta de 20 a 22 horas, con un índice de 1.03 horas.

La valoración porcentual para este ítem fue del 100% y su valoración cualitativa es excelente.

### **Normatividad**

Según el decreto 1595 de 2015, se calibran los equipos que pesen, midan o cuenten; con base a esto, la IPS tiene un sistema en el cual documentan los mantenimientos por empresas externas como Mebi. En los contratos realizados se estipula la vigencia, kits de mantenimiento, tiempo de respuesta, frecuencia de mantenimiento y la cantidad de mantenimientos (preventivos y correctivos).

Para este ítem la IPS obtuvo una calificación del 100% y una valoración cualitativa excelente.

### **Gestión del mantenimiento de equipos médicos**

El departamento de ingeniería biomédica de la IPS tiene una excelente estructuración del mantenimiento y calibración de los equipos biomédicos, lo que facilita un desempeño eficaz del personal encargado del mantenimiento. Esta estructura cuenta con un cronograma semanal de los equipos que fueron intervenidos, actividad realizada, fecha de la intervención y la información del responsable que ejecuto dicho procedimiento, conjuntamente contiene una programación anual que permite un análisis estadístico del rendimiento en las actividades realizadas.

La calificación porcentual obtenida en el ítem fue del 100% con una valoración cualitativa excelente.

### Inspección y vigilancia

Durante la revisión de la IPS se comprobó que cumple con un sistema de inspección y vigilancia eficaz y eficiente que permite el correcto funcionamiento de los indicadores de cada área.

Como último ítem la IPS obtuvo una calificación porcentual del 100% y una valoración cualitativa excelente.

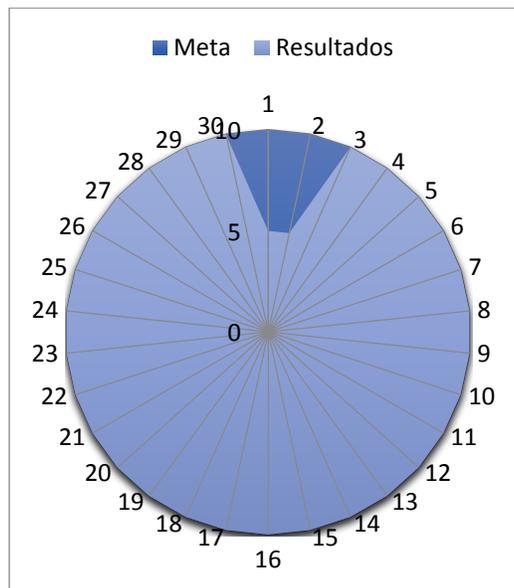


Figura 1. Resultados de la Revisión

Se observa en los ítems del 1 al 2 de la figura 1, una valoración disminuida a 5 puntos lo cual los califica con un Cumplimiento Parcial (CP); sin embargo, por la valoración de 10 puntos obtenida en los demás ítems compete decir que tiene un parámetro más que suficiente.

## Fortalezas

Se evidencia una excelente implementación de la normatividad actual que rige la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos utilizados en urgencias. Esto se ve reflejado en la correcta ejecución por parte del personal encargado. Así mismo, cuenta con un sistema de organización de los equipos en el área de ingeniería biomédica que permite una ejecución rápida de los planes establecidos.

Acorde al instructivo PLS, el reporte hospitalario del área de urgencia de la IPS logró una calificación final del 97% demostrando una gran fortaleza en la GMEB aunque teniendo en cuenta que debe continuar con una mejora continua para sostener y/o incrementar el porcentaje actual alcanzado.

## Debilidades

Durante el proceso de evaluación utilizando el instructivo PLS, se observaron dos debilidades:

- En el sub-ítem 1 se evaluó el mantenimiento predictivo en los equipos biomédicos, posteriormente se observaron falencias para predecir futuras fallas de equipos en el área de urgencias que puedan ser a causa de un mal MP o duración de la vida útil de los componentes propios de cada equipo biomédico.
- En el sub-ítem 2 se evaluó el TPM del cual la falencia encontrada se debe a la poca o mala capacitación del personal encargado de la manipulación y mantenimiento de los equipos que puede conllevar a una futura mal-función de MP.

## Conclusiones

A través del instructivo PLS, la revisión efectuada a la IPS dio como resultados expectativas altas aunque efectivamente mostró debilidades encontradas en los sub-ítems 1 y 2; estos sub-ítems obtuvieron la mitad de los puntajes altos obtenidos en los otros sub-ítems soslayando compromisos para la mejora continua dentro de la IPS.

Se recomienda a la IPS prevalecer los puntajes altos obtenidos y re-estructurar las estrategias para la mejora de aquellos sub-ítems con bajo rendimiento que disminuyen la fiabilidad del trabajo realizado por la institución.

Para el sub-ítem 1 se recomienda que el personal encargado del mantenimiento de los equipos biomédicos tengan presente la vida útil de componentes importantes de cada equipo para poder mejorar un mantenimiento predictivo que sea eficaz y eficiente.

Para el sub-ítem 2 se requiere un alto compromiso por parte de la institución para la capacitación oportuna y pertinente del personal implicado en el mantenimiento de los equipos en el área de urgencias.

La producción más limpia ofrece una visión, estrategias, y métodos. Al lado de las intervenciones técnicas, la prevención de riesgos, evaluación del impacto ambiental, y análisis del ciclo de vida (6).

La medición del desempeño ambiental puede conducir a la reducción de Impacto de sus operaciones y mejorar la calidad de los procesos y resultados (7).

### Referencias bibliográficas

- (1) OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. *Serie de Documentos Técnicos de La OMS Sobre Dispositivos Médicos*, 6-12, 2012. Retrieved from [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44830/1/9789243501536\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44830/1/9789243501536_spa.pdf).
- (2) Orozco Murillo W, Cortés Mancera F. Caracterización de la gestión del mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencias de clínicas y hospitales de Medellín en el periodo 2008-2009. *Rev Cienc Salud*. 2013; 1: 35-44.

- (3) Guía Sectorial de Producción más Limpia, hospitales, clínicas y centros de salud, 2011 Disponible:  
<http://www.cnpml.org/templates/panalVerde/images/publicaciones/GuiaSectorialDePMLEnHospitalesClinicasyCentrosDeSalud.pdf>.
- (4) Minprotecciónsocial. Resolución 2003, procedimientos y condiciones que debe cumplir los Prestadores de Servicio de Salud para habilitar los servicios. Santa Fe de Bogotá: Supersalud, 2014.
- (5) Ministerio de comercio, industria y turismo. Decreto 1595, Guía rápida para las mediciones en equipos biomédicos, Colombia, 2015.
- (6) Hens L, Cabello-Eras J. J, Sagastume-Gutiérrez A, García-Lorenzo D, Cogollos-Martínez J. B, and Vandecasteele C. "University industry interaction on cleaner production. The case of the Cleaner Production Center at the University of Cienfuegos in Cuba, a country in transition," J. Clean. Prod., 2017; 142: 63–68.
- (7) Pasqualini Blass A, da Costa S. E. G, de Lima E. P, and Borges L. A. "Measuring environmental performance in hospitals: A practical approach," J. Clean. Prod., 2017; 142:279–289.