

Planificación del mantenimiento de equipos médicos a través del ajuste de plantilla

Michael Herrera Galán

correo electrónico: michaelhg@electronica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Artículo Original

Resumen

Las instituciones de salud han ganado experiencia a la hora de gestionar sus procesos. Para muchos la clave de éxito está en la gestión del recurso humano. Las empresas requieren de personal, y en la medida en que este sea el más adecuado, su eficiencia será mayor. Con el presente trabajo se pretende brindar un procedimiento que apoye las funciones de un departamento de mantenimiento en un hospital, bajo el criterio de determinar el personal necesario para ejecutar las tareas de mantenimiento. Se combinan varios factores, destacándose, la carga de trabajo derivada del plan anual de mantenimiento y el fondo de tiempo disponible por los empleados del departamento. Los resultados obtenidos, permitieron identificar el personal mínimo indispensable para acometer las acciones de mantenimiento preventivo planificado en el Hospital Pediátrico Docente Juan Manuel Márquez.

Palabras claves: mantenimiento, procedimiento, recurso humano

Recibido: 29 de septiembre de 2014 Aprobado: 17 de junio de 2015

INTRODUCCIÓN

Es imprescindible destacar la planificación de los recursos humanos como un proceso clave y esencialmente integrador de la Gestión de Recursos Humanos. Existen la planificación a mediano y largo plazo, identificada con la *planeación estratégica*, y la *planeación anual* o a corto plazo, identificada con la planeación operativa o la *optimización del capital humano o de plantillas*.

En la actualidad y en el futuro, optimizar la plantilla no podrá significar esencialmente "reducirla". La finalidad de la optimización de plantillas no podrá indicar que sobre el hombre en el trabajo, es decir, que el mismo esté de más. La civilización con tal paradigma morirá. La necesidad del

constante incremento de la productividad del trabajo, no puede representar la constante reducción de plantillas y el consiguiente aumento de desempleo. Optimizar la plantilla tendrá que significar optimizar el capital humano poseído por las personas que trabajan [1].

Amalia Belenguer, plantea que para llevar a cabo un proyecto empresarial y conseguir alcanzar los objetivos establecidos o deseados, no es suficiente con disponer de un estudiado y diseñado plan estratégico, ni siquiera de los medios tecnológicos más avanzados. El buen funcionamiento de la organización de las personas precede al buen funcionamiento de los procesos de la empresa [2].

La optimización de plantillas está inserta dentro del concepto de competitividad que da capacidad a una empresa para generar recursos, habilidades, conocimientos y aptitudes que hacen posible la consecución de unos resultados más favorables con respecto a sus similares. Una de las claves para ser productivos es poder producir en grandes cantidades a bajos costes, y en ello tienen un papel importante los RRHH (Recursos Humanos), la capacidad individual o potencial humano, los salarios etc. Para ello es necesario llevar a cabo un plan de optimización [3]. Desde el punto de vista de la estrategia global de la empresa, los objetivos que se persiguen con la implantación de métodos que optimicen la plantilla son:

- ¿Qué trabajos se están llevando a cabo?
- ¿Cuáles de ellos pueden mejorarse?
- ¿En qué actividades concretas se generan tiempos improductivos?
- ¿Cuántos puestos de trabajo se necesitan para ser eficaces?
- ¿Qué características deben tener dichos puestos y los ocupantes de los mismos?
- ¿Qué cualificación profesional deben tener?
- ¿Cuál debe ser su formación?

Otras investigaciones reflejan que la aplicación de principios científicos a los procesos de reclutamiento y selección puede servir para ahorrar dinero y optimizar las ventajas de un negocio cuando se trata del talento de su plantilla [4, 5]. Dichas ventajas se pueden resumir en:

- Ahorro de tiempo.
- Retención mejorada.
- Retorno de la inversión.
- Eliminación de preferencias.

Según Kincaid y Gordick, en un estudio realizado en 2003, se muestra un retorno de la inversión de hasta 2 300% para las empresas que utilizan un método de selección científica [6].

El hospital Pediátrico Docente Juan Manuel Márquez es una institución de salud que se desempeña en la prestación de asistencia en diferentes especialidades relacionadas con la pediatría dentro de las ciencias médicas. Investigaciones demuestran que en la última década se han incrementado los gastos médicos destinados a conservación y actualización de tecnologías sanitarias, lo cual repercute de manera directa en balance costo-efectivo del hospital [7-9]. Para la atención de las tecnologías biomédicas instaladas en el hospital bajo análisis se cuentan con el departamento de Electromedicina, y se hace necesario tener un personal mínimo encargados de la vigilancia y el control del equipamiento biomédico, con el objetivo de controlar los gastos médicos destinados a estos fines.

A continuación se facilita un procedimiento para optimizar las funciones de un departamento de electromedicina de un hospital bajo el criterio de determinar el personal necesario para ejecutar las acciones de mantenimiento proactivas (antes de que ocurra una falla) y reactivas (después de que ocurre la falla).

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento que se propone para optimizar el proceso de mantenimiento de equipos médicos a través del ajuste de plantilla depende básicamente de dos aspectos, la carga de trabajo derivada del plan anual de mantenimiento preventivo y el fondo de tiempo disponible por los técnicos del departamento. Incorpora, además, las rutinas diarias de la gestión de mantenimiento a través del conocimiento de las actividades que ejecutarán los técnicos y el fondo de tiempo real, destinado a dichas acciones.

La carga de trabajo derivada del plan anual de mantenimiento depende a su vez de:

- Frecuencia de mantenimiento.
- Horas de mantenimiento promedio de los equipos.
- Cantidad de equipos.

Se puede calcular la carga de trabajo derivada del plan de la siguiente manera:

$$CPA = \sum_{i=0}^n CE \cdot FM \cdot HPE \quad (1)$$

Siendo:

n: Total de equipos planificados.

CPA: Carga de trabajo derivada del plan anual de mantenimiento.

FM: Frecuencia de mantenimiento.

CE: Cantidad de equipos de un mismo tipo.

HPE: Horas de mantenimiento promedio de los equipos.

El segundo aspecto es el cálculo del fondo de tiempo disponible por los técnicos de mantenimiento.

Algunos indicadores obtenidos en diferentes estudios y fuentes consultadas aportan criterios que pueden servir como punto de partida [10, 11]. Si bien esos criterios no se fundamentan en las condiciones cubanas, se pueden tomar como tendencia e irlos adaptando a la propia realidad y nivel de actividad de la instalación en cuestión. Los criterios más frecuentes escuchados son los siguientes:

- Se recomienda un ingeniero biomédico por cada 100 camas, para hospitales o agrupaciones con más de 600 camas.
- Se recomienda un ingeniero biomédico por sección o especialidad tales como Electrónica Médica, Óptica, Imágenes, etc.
- Se requieren de 4 a 5 técnicos por cada ingeniero.
- Territorialmente puede además considerarse como aproximadamente necesario un ingeniero biomédico por cada 20 000 habitantes, o cada 100 médicos. Este total cubriría todas las necesidades de investigación, producción y mantenimiento de tecnologías biomédicas en una región o país.

Una forma más exacta de realizar este cálculo puede ser a partir de conocer la jornada laboral de los técnicos que se emplearán, para lo cual se plantea la ecuación 2.

$$FT = 12 \cdot (JL \cdot DM) \quad (2)$$

Siendo:

FT: Fondo de tiempo anual por trabajador.

JL: Jornada laboral.

DM: Días del mes.

Tanto la *JL* como *DM* sufren una pequeña afectación, teniendo en cuenta que un técnico no emplea todas las horas de su jornada laboral en funciones de mantenimiento, ni trabaja todos los días del mes. Un consejo práctico y real sería descontar del fondo de tiempo las horas destinadas a almuerzo, desayuno y merienda; así como eliminar el último día de la semana (domingos) y los sábados no laborables. De aquí se obtiene:

$$JLE = JL - HND \quad (3)$$

$$DME = DM - DNL \quad (4)$$

Siendo:

JLE: Jornada laboral efectiva.

DME: Días del mes efectivos.

HND: Horas destinadas al desayuno, almuerzo, comida, etc.

DNL: Días no laborables del mes.

Ajustando la ecuación original (2)

$$FT = 12 \cdot [(JL - HND) \cdot (DM - DNL)] \quad (5)$$

Finalmente, con estos resultados se puede estimar el personal mínimo indispensables en el departamento de Mantenimiento a través de la siguiente expresión y donde *PO* es equivalente a plantilla óptima.

$$PO = \frac{CPA}{FT} \quad (6)$$

Para quienes han acumulado cierta experiencia en este proceso de la determinación de plantilla, con independencia del método cuantitativo o de cálculo empleado, es sabido que el asunto no es matemático o de cálculo meramente. Si bien el procedimiento antes planteado es una referencia necesaria, no es suficiente en la determinación de la plantilla óptima. Se trata de valoraciones económicas y sociales que, como soluciones de compromiso, conducen no al cálculo sino a la determinación del personal mínimo indispensable para ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo.

RESULTADOS

Se tomó como referencia el Hospital Pediátrico Docente Juan Manuel Márquez, en La Habana, Cuba. El inventario de partida simplificado se muestra en la figura 1. Los datos se obtuvieron del Centro Nacional de Electromedicina.

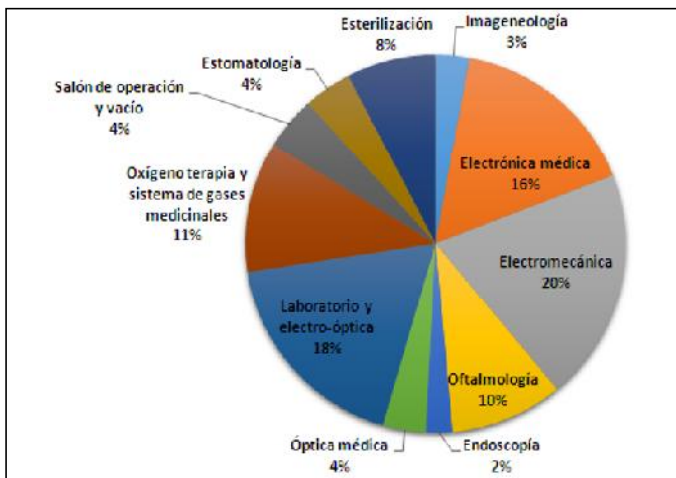


Fig. 1. Inventario de equipos médicos

Lo primero a determinar es carga de trabajo derivada del plan anual de mantenimiento dividido por especialidades.

Cada especialidad está compuesta por diferentes tipos de equipos que poseen una frecuencia de mantenimiento y horas destinadas al mantenimiento planificado.

A medida que la tecnología es cada vez más compleja, determinar la frecuencia de mantenimiento (*FM*) en los equipos médicos es una función vital y cada vez se ha tornado más importante. Para obtener este valor se pueden usar las alternativas siguientes:

Alternativa 1: Autores como Gullickson, Yadin y Denis plantean que la frecuencia de mantenimiento depende del grado de criticidad que tenga la tecnología biomédica y desarrollan procedimientos para obtener este valor de forma dinámica, ajustando el plan de mantenimiento en dependencia del valor obtenido [12-15].

Alternativa 2: Otra forma de obtener este valor es a partir de las bases de datos del Instituto de Investigaciones y Cuidados de Emergencia (*ECRI* por sus siglas en inglés). *ECRI* es la fuente mundial más completa de datos y evaluación de aparatos y equipos médicos. En el conjunto *Health Devices System* (Sistema de Aparatos para el Cuidado de la Salud), *Healthcare Product Comparison System* y el programa *SELECT™* han acumulado bases de datos completas de más de 5 000 categorías de equipos [16, 17].

Alternativa 3: Finalmente se puede tomar como referencia para obtener el valor de la frecuencia de mantenimiento, la experiencia acumulada por los propios técnicos de la institución y planificar el mantenimiento de la tecnología biomédica. Este valor debe ajustarse con el tiempo en dependencia de la efectividad de la planificación, hasta obtener el valor adecuado.

En el caso analizado se utilizaron las alternativas dos y tres conjuntamente.

Las horas de mantenimiento destinadas a la planificación del equipo médico (*HPE*), dependen en gran medida de la complejidad de los procedimientos o rutinas de mantenimientos que se le apliquen al equipo. En principio, estos documentos se elaboran de consenso con especialistas de mantenimiento y el departamento de

calidad, encargados de la validación de la tecnología y el programa de gestión de la calidad [18, 19].

En la figura 2 se muestra el resultado de la carga de trabajo derivada del plan anual de mantenimiento por especialidades técnicas.

Según la tecnología instalada en el hospital, las especialidades que requieren de mayor atención son las de electrónica médica, laboratorio y electro-óptica y la de oxígeno, terapia y sistema de gases medicinales. Según la gráfica de la figura 2, se puede observar que no es suficiente determinar la cantidad de equipos por especialidades técnicas, se necesita de un análisis de las horas promedio para atender la actividad de mantenimiento preventivo planificado.

El segundo aspecto es el cálculo del fondo de tiempo. En el hospital los técnicos tienen una jornada laboral de 12 h al día, con 24 h de descanso intercalado, 3 h dedicadas a almuerzo, comida, desayuno y merienda. Si se sigue el patrón de la fórmula (5), se cuenta con 1 728 h anuales por cada técnico de mantenimiento.

El fondo de tiempo del trabajador se debe distribuir, además, en horas para atender los mantenimientos planificados, las acciones correctivas y otros eventos que surgen y forman parte de sus derechos como trabajador. Se puede hacer esta distribución en cualquier proporción, el criterio seleccionado se puede observar en la figura 3. Denis, Becerra, Sacristán y otros plantean la necesidad de distribuir el fondo de tiempo seleccionado en porciones similares a la propuesta, con gran énfasis en el porcentaje destinado a otras actividades [12, 20, 21].

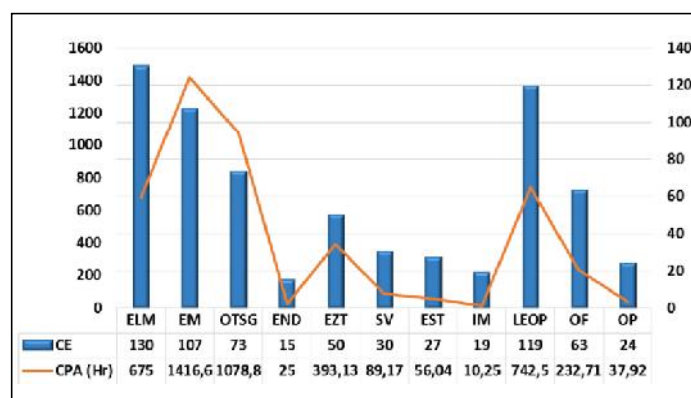


Fig. 2. Carga de trabajo derivada del mantenimiento

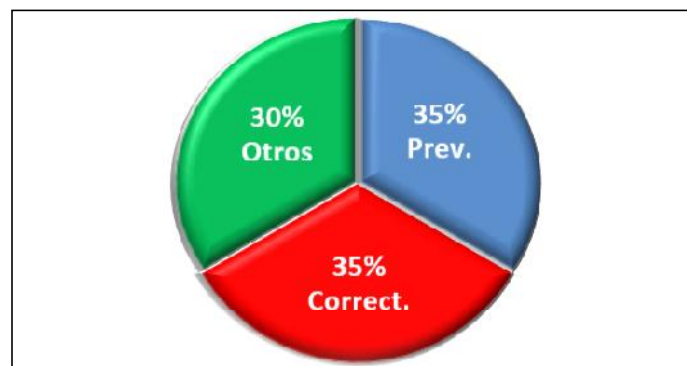


Fig. 3. Distribución de fondo de tiempo por trabajador

Las instalaciones hospitalarias cubanas separan el personal de mantenimiento constructivo del especialista biomédico, debido a esto, el departamento de Mantenimiento tendrá que considerar de manera independiente el fondo de tiempo disponible para atención a los equipos, para la atención a los sistemas de distribución y al entorno. La gráfica de la figura 4, muestra la propuesta de distribución seleccionada.

De aquí que el técnico de mantenimiento solo disponga de aproximadamente 432 h anuales para dedicar a mantenimiento preventivo de equipos.

Según los resultados de la figura 2, y conociendo el tiempo disponible por cada técnico, se pueden estimar la plantilla necesaria para atender cada especialidad a través de la expresión 6. Ver tabla 1.

Como se puede apreciar se necesitan alrededor de 11 técnicos para ejecutar las acciones de mantenimiento preventivo en el departamento. No es posible contratar una persona y media o media persona como es el caso de las especialidades de electromecánica médica y oftalmología, lo mismo sucede con el resto de las especialidades. El objetivo en este caso es concentrar los técnicos en especialidades para ganar en calidad de servicio por lo que se decidió agrupar las especialidades con equipos de tecnología similar y obtener un valor real del número de técnicos necesarios para ejecutar las acciones de mantenimiento preventivo a dichos equipos. El resultado se muestra en la figura 5.



Fig. 4. Fondo de tiempo dedicado a mantenimiento preventivo

Tabla 1

Plantilla necesaria para ejecutar el mantenimiento

Especialidad	CE	CPA (HRs)	PO
ELM	130	675	1,5
EM	107	1416,625	3,2
END	15	25	0,05
EZT	50	393,13	1
EST	27	56,04	0,1
IM	19	10,25	0,02
LEOP	119	742,5	1,7
OF	63	232,71	0,5
OP	24	37,92	0,08
OTSG	73	1078,75	2,5
SV	30	89,17	0,2
Total			10,85

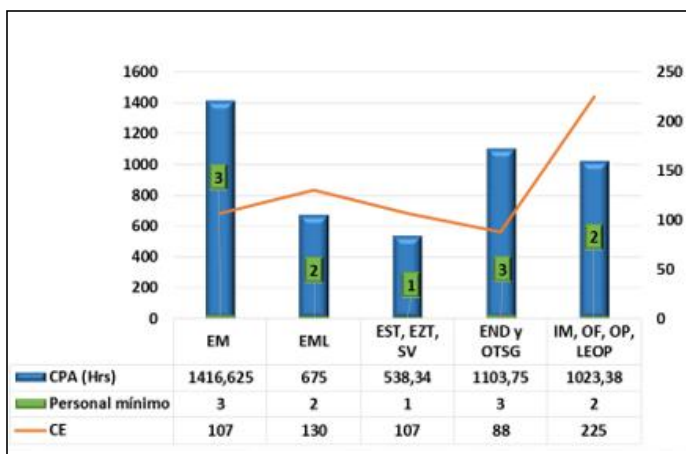


Fig. 5. Optimización de plantilla

DISCUSIÓN

El análisis a corto plazo con otro conjunto de elementos internos y del entorno, es imprescindible para las planeaciones de recursos humanos a mediano y largo plazos. Existen varios métodos para la determinación de plantillas, como los de expertos, observación directa continua o discontinua, ecuaciones de regresión múltiple e interferencia de máquinas con simulación y teoría de colas [1].

La diferencia de estos métodos con el procedimiento planteado radica fundamentalmente en la forma de obtener los valores de Q (carga de trabajo) y C (capacidad). Estas expresiones se aplican a un proceso general de la empresa con el objetivo de determinar los puestos de trabajos adecuados para ejecutar las acciones productivas.

Siguiendo las observaciones de Malagón, se debe asignar un ingeniero biomédico por cada una de las especialidades antes mencionadas o al menos por cada 4 o 5 de los técnicos antes calculados [10]. Esto junto al representante del departamento (jefe de mantenimiento), da una idea de que estimar la plantilla óptima para el departamento no depende solamente de los cálculos obtenidos en el procedimiento.

Otro aspecto a tener en cuenta para determinar la plantilla, es la selección del inventario de mantenimiento. Se necesita alcanzar un alto grado de compromiso entre el inventario general de mantenimiento o catastro (incluye todo el equipamiento del hospital) y el inventario técnico de mantenimiento (solo aquellos equipos a ser atendidos por los técnicos del hospital). Eliminar equipos del inventario técnico con el objetivo de disminuir la plantilla necesaria para ejecutar las acciones propias del departamento, podría traer grandes problemas después de haber concientizado que aquellos equipos que han quedado fuera del inventario técnico deben seguir un plan de contratación para ser atendidos o tener establecido un plan de acciones correctivas que garantice la seguridad al paciente en la prestación del servicio.

Un criterio práctico para la selección del inventario técnico de mantenimiento es la clasificación por riesgo y diferenciación por prioridades [12, 13, 22].

Las características propias de las empresas cubanas garantizan que la distribución del fondo de tiempo seleccionado es adecuada, teniendo en cuenta el carácter obligatorio que tiene la superación continua de los técnicos y profesionales en Cuba. En este porcentaje se incluyen criterios tales como horas destinadas a vacaciones, superación, días no laborables por enfermedad, etc. También muchos hospitales gestionan las actividades de mantenimiento a equipos, entorno y sistemas de distribución en áreas diferentes, tal es el caso que los departamentos de electromedicina solamente se dedican a atender el equipo biomédico dejando el entorno y los sistemas de distribución a servicios generales. Siendo así, se debe considerar este aspecto, a la hora de seleccionar el porcentaje del fondo de tiempo anual por trabajador dedicado a mantenimiento preventivo.

CONCLUSIONES

Existen diferentes criterios que se aplican con fines específicos a la optimización de los procesos de mantenimiento tales como mantenimiento total productivo (TPM), mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), estrategia de mejoramiento continuo (Kaisen) y otros. Este conjunto de herramientas tienen como base el factor humano. Gestionar adecuadamente los recursos humanos de una empresa trae implícito un elevado rendimiento en las funciones de la misma. De aquí el hecho de aplicar metodologías o procedimientos que garanticen seleccionar y ajustar adecuadamente la plantilla y proporcionar un buen desempeño operativo de la empresa. Los resultados aquí obtenidos, permitieron identificar el personal mínimo indispensable para acometer las acciones de mantenimiento preventivo planificado en el Hospital Pediátrico Docente Juan Manuel Márquez.

RECOMENDACIONES

Para el estudio solo se incluyeron en el inventario de mantenimiento aquellos equipos clase III y clase IIb según las reglas de clasificación del CCEEM (Centro de Control Estatal de Equipos Médicos). Se recomienda extender el estudio a las clases de riesgo I y IIa con el objetivo de definir el inventario de mantenimiento más adecuado [22, 23].

REFERENCIAS

1. **CUESTA SANTOS, Armando.** *Tecnología de Gestión de Recursos Humanos* [en línea]. La Habana, Cuba: Ed. Félix Varela, 2008, 99 pp. ISBN 978-959-07-1067-4. Disponible en web: <http://www.libreroonline.com/cuba/libros/16868/armando-cuesta-santos/tecnologia-de-gestion-de-recursos-humanos.html> [consultado 20 de marzo de 2014].
2. **BELENGUER, Amalia.** "La importancia del factor humano en la empresa" [en línea]. Escuela de Negocios. Universidad Europea Estema [ref. Enero de 2014]. Disponible en web: <http://comunidadestema.wordpress.com/2011/09/22/la-importancia-del-factor-humano-en-la-empresa/> [consultado 07 de abril 2014].

3. **RODRÍGUEZ LORENZO, Juan Manuel.** "Gestión de los recursos humanos. Optimización de las plantillas" [en línea]. *El ergonomista* [ref. febrero de 2004]. Disponible en web: <http://www.elergonomista.com/relacioneslaborales/rl24.html> [consultado 15 de marzo de 2014].
4. **HARTMAN, DENNIS.** "Ventajas de la selección de personal con criterios científicos" [en línea]. *eHow en español* [ref. Enero 2011]. Disponible en web: http://www.ehowenespanol.com/ventajas-seleccion-personal-criterios-cientificos-info_205027/ [consultado 13 de marzo de 2014].
5. **WENDELL, Williams.** Improving Performance? Really? [en línea]. *Scientific Selection*, Marietta, Georgia [ref. Enero de 2011]. Disponible en web: <http://www.scientificselection.com/aha.php> [consultado 20 de marzo de 2014].
6. **HANDLER, CHARLES A.; HEALY, Mark C.** "The Benefits of Using Scientifically-Based Assessments as a Core Component of the Hiring Process" [en línea]. *Rocket-Hire* [ref. Mayo de 2007]. Disponible en web: http://rocket-hire.com/_pdf/whitepapers/BenefitsOfScience-Rocket-Hire-2007.pdf.
7. **CRUZ, Antonio Miguel.** "Una mirada a la ingeniería clínica desde las publicaciones científicas." *Biomédica*, vol. 30, núm.2, pp. 188-198, ISSN: 0120-4157. Disponible en web: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-41572010000200006&script=sci_arttext [consultado 16 de junio de 2014].
8. **ACOSTA PALMER, Héctor.** "Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo". *Ingeniería Mecánica*, vol. 14, núm.2, ISSN: 1815-5944. Disponible en web: <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/search/results> [consultado 16 de junio de 2014].
9. **SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Ángel.** "La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento". *Ingeniería Mecánica*, vol. 13, num.2, pp. 72-78, ISSN: 1815-5944. Disponible en web: <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/search/results> [consultado 16 de junio de 2014].
10. **MALAGÓN LONDOÑO, Gustavo; GALÁN MORERA, Ricardo; PONTÓN LAVERDE, Gabriel.** *Administración hospitalaria / Hospital Administration*. Ed. Medica Panamericana: 1ra edición, 2008, 654 pp. ISBN: 9789589181980.
11. **MALAGÓN LONDOÑO, Gustavo; GALÁN MORERA, Ricardo; PONTÓN LAVERDE, Gabriel.** *Auditoría en Salud. Para una gestión eficiente*. Editorial Médica Panamericana. 2003, 576 pp. ISBN: 9789589181744.
12. **RODRÍGUEZ DENIS, Ernesto.** "Gestión de mantenimiento para equipos médicos". *Memorias del II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica*. 2001. La Habana, Cuba, vol. 1, núm.187. ISBN 950-7132-57-5. Disponible en web: <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00187.pdf> [consultado 03 de marzo de 2014].
13. **DAVID, Yadin; GULLICKSON, Michael.** "The role of quantifiable risk factor in a medical technology management program". *Journal for healthcare quality*, vol. 3, núm.5, pp. 11-20. Disponible en web: <http://www.biomedeng.com/wp-content/uploads/2011/05/RoleofQuantifiableRiskFactors.pdf> [consultado 15 de marzo de 2012].
14. **RODRÍGUEZ DENIS, Ernesto; SÁNCHEZ, María C.** "La praxis en la gestión de equipos médicos". En: *Memorias del V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería*. 2003, La Habana, Cuba, vol. 1, núm.69. ISBN 959-212-095-1. Disponible en web: http://www.hab2003.sld.cu/Articles/T_0069.pdf [consultado 03 de marzo de 2014].
15. **FLORENCE, G. and CALIL, S. J.** "Risk Classification of Medical Equipment in Alert States". *Journal of Clinical Engineering*, vol. 32, núm.2, doi: 10.1097/01.JCE.0000269278.08840.75 [consultado 15 de marzo de 2012].
16. **ECRI.** *Universal Medical Device Nomenclature System (UMDNS)* [en línea]. ECRI Institute [ref. Mayo de 2011]. Disponible en web: <https://www.ecri.org/ES/Pages/Universal-Medical-Device-Nomenclature-System%E2%84%A2--Nomenclatura.aspx> [consultado 10 de febrero 2014].
17. **Rodríguez, Denis Ernesto.** "Ingeniería Clínica" [en línea]. *VII Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería*, La Habana, Cuba, 2007. ISBN 978 959 212 2369, La Habana, Cuba, Disponible en web: <http://www.socbio.sld.cu/memorias> [consultado 20 de octubre 2012].
18. **OPS.** *Manual de mantenimiento para equipos de laboratorio*. Organización Panamericana de la Salud, Área de Tecnología y Prestación de Servicios de Salud, Unidad de Medicamentos Esenciales, Vacunas y Tecnologías en Salud. Washington D. C.: Abril de 2007, 212 pp. ISBN: 92 75 32590 1. Disponible en web: http://www.paho.org/spanish/ad/ths/ev/lab_manual-mantenimiento.pdf [consultado 20 de mayo de 2014].
19. **MUÑOZ SALAZAR, Karent Eliana.** "Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia E.S.E" [en línea]. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingenierías, Departamento de Automática y Electrónica. Programa de Ingeniería Biomédica. Santiago de Cali [ref. julio de 2008], 253 pp. Disponible en web: http://www.pcmanagement.es/editorial/Managem_powpoin/Proyecto%20Mantenimiento%20

Hospitalario.pdf [consultado 15 de noviembre de 2013].

de-Mantenimiento-Preventivo-Equipamiento-Critico#scribd [consultado 16 de junio de 2014].

20. **REY SACRISTÁN, Francisco.** "Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo". *Revista Técnica Industrial*, vol. 2014, núm. 308, pp. 30-41. ISSN: 0040-1838. Disponible en web: http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/ingenieria_articulos_tecnicos.aspx?anno=2014 [consultado 16 de junio de 2014].
21. **BECERRA, Jorge.** "Plan de Mantenimiento para Equipamiento Crítico" [en línea]. Hospital de Tomé, Santiago de Cali [ref. 2012], 18 pp. Disponible en web: <http://es.scribd.com/doc/254514736/Plan->

AUTOR

Michael Herrera Galán

Ingeniero en Control Automático, Máster en Bioingeniería, Profesor Auxiliar, Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), La Habana, Cuba

Planning Maintenance of Medical Equipment Through the Workforce Adjustment

Abstract

The health institutions have gained experience in managing their processes. For many the key to success lies in human resource management. Companies require personnel, and while more appropriate is the staff, its efficiency will be greater. With the present article, we intend to provide a proceeding that supports the functions of the maintenance department at a hospital, under the criterion of determine the necessary staff, to carry out the maintenance tasks. Several factors are combined, highlighting, workload derived from the annual maintenance plan and the time available for department employees. The results obtained, permitted the identification of the necessary staff to carry out the planned preventive maintenance actions at the at Children's Hospital Juan Manuel Marquez.

Key words: maintenance, procedure, human resource