

## **Desarrollo procedimental del Mantenimiento Industrial en un Hospital\***

**Andrés Gómez<sup>1</sup>, Raúl Ruíz de la Hermosa<sup>2</sup>, M<sup>a</sup> Carmen Carnero<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> SESCAM. Hospital General de Ciudad Real, Avda. Tomelloso 5, 13005 Ciudad Real. andresg@sescam.org

<sup>2</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Avda. Camilo José Cela s/n, 13071 Ciudad Real. raulruizdelahermosa@uclm.es, carmen.carnero@uclm.es

### **Resumen**

*La adecuación del área de Mantenimiento a las necesidades que se derivan del incremento de la satisfacción del cliente no ha sido ampliamente analizado e implantado en las empresas. Este aspecto ha sido más considerado en empresas de manufactura que en empresas de servicios, donde el mantenimiento se consideraba un área sin influencia sobre la calidad final del servicio. En este artículo, se expone el desarrollo procedimental efectuado en un Hospital de última generación, adecuándose con ello a las exigencias de la actual normativa ISO 9001:2000. Con ello se pretende dotar al área de Mantenimiento de la importancia que tiene en empresas de servicio y en concreto en un hospital, para lo que se han definido el alcance, recursos, responsabilidades, normas de referencia, procedimientos y documentos que describen las actividades propias del servicio. Para la selección de la mejor oferta para concursos de ejecución de obras se ha considerado la aplicación de la técnica multicriterio ELECTRE II. Se muestra un ejemplo de aplicación al Hospital. Se expone el proceso de implantación de la herramienta empleada para la aplicación práctica del Manual de Calidad: el Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenado (GMAO). Con todo ello se pretende que se satisfagan las necesidades procedimentales del área de Mantenimiento del Hospital General de Ciudad Real, y que influyan positivamente sobre el cliente de los servicios hospitalarios, llevándose este objetivo bajo el marco de la normativa, reglamentación y legislación vigente.*

**Palabras clave:** Mantenimiento, Procedimientos, Manual de Mantenimiento, Hospital, ELECTRE II.

### **1. Introducción**

De manera tradicional, las organizaciones que no incluyen la generación de beneficios económicos como objetivo prioritario, como puede ser el caso del Sistema Sanitario Público Español, no han tenido la motivación de una mejora continua en la empresa. En el caso concreto del área de Mantenimiento, el hecho de no aplicar procedimientos estandarizados, ha contribuido a la existencia de deficiencias en las fases de eliminación de averías, así como la imposibilidad de elaborar históricos para un mejor control del estado de los equipos y maquinaria a mantener.

---

\* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha con referencia PCI08-0042-6312.

La consecuencia directa de lo expuesto anteriormente se traduce en pérdidas de la disponibilidad, descenso en la seguridad y deficiencias en la calidad del servicio de mantenimiento prestado. Estas deficiencias, importantes en cualquier empresa dedicada a la manufactura, se convierten en vitales para las empresas de servicios, en las que las citadas deficiencias pueden acarrear influencias negativas en la vida de las personas. Sin embargo, a pesar de esta relevancia, el número de contribuciones en el ámbito del mantenimiento en instalaciones hospitalarias es muy limitado (ver Muiña, (1999), Fernández (2003) y Gómez (2006)). En el caso concreto del Hospital General de Ciudad Real, además, debe considerarse su reciente creación y puesta en marcha, por lo que la necesidad de incorporar un Sistema de Gestión de Calidad está justificada.

En este artículo se pretenden presentar los procedimientos requeridos por el área de Mantenimiento, así como su introducción en un Manual de Calidad, adecuándose con ello a las exigencias de la actual normativa ISO 9001:2000 (Gómez et al., 2005), dotando al área de Mantenimiento de la importancia que tiene en este tipo de instalaciones y definiéndose el alcance, recursos, responsabilidades, normas de referencia, procedimientos y documentos que describen las actividades propias del servicio. Así, se pretende que se satisfagan las necesidades procedimentales del área de Mantenimiento del Hospital General de Ciudad Real, y que influyan positivamente sobre el cliente de los servicios hospitalarios, llevándose este objetivo bajo el marco de la normativa, reglamentación y legislación vigente.

El artículo está estructurado como se expone a continuación. En la sección 2 se presenta el sistema de Gestión de la Calidad para el área de Mantenimiento del Hospital, en el que se incluye la política y características del Manual de Calidad, así como el modelo elaborado en la técnica multicriterio ELECTRE II, para la selección de la mejor oferta para concursos de ejecución de obras. En la sección 3 se exponen los procedimientos operativos desarrollados. En la sección 4 se muestran las diferentes fases de implantación del Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO). Finalmente se recogen las referencias.

## **2. Aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad para el área de Mantenimiento**

La justificación de la creación y aplicación de un Sistema de Gestión de la Calidad destinado al Hospital General de Ciudad Real tiene una doble motivación. Por un lado, es necesaria una coherencia entre el entorno de las empresas contratadas, denominadas socios tecnológicos, con los propios Servicios Técnicos del Hospital General; por otro lado, sirve para elevar las actuaciones de Calidad que se vienen realizando desde la apertura del Hospital General de Ciudad Real y que incluyen los procedimientos, protocolos e instrucciones que los Servicios Técnicos precisan. El objetivo formal no es la acreditación, sino la obtención de unos niveles de calidad mínimos y cuantificables.

La coherencia exigida se relaciona en la práctica con la instauración de la normativa ISO 9001:2000 en todos los procesos que desarrollan tanto los Servicios Técnicos como las empresas subcontratadas.

La declaración de la política de Calidad para el área de Mantenimiento contenida en el Manual desarrollado es la que se expone a continuación.

La política de la Subdirección de Gestión de Servicios Técnicos del Hospital General de Ciudad Real respecto a la calidad es la de suministrar productos y servicios de acuerdo con los requisitos y necesidades de nuestros clientes, sin aceptar ningún tipo de compromiso que pueda afectar a la calidad de dichos productos y servicios.

Para ello, la Subdirección de Gestión de Servicios Técnicos se compromete a cumplir la Política de Calidad desarrollada, cuyo objetivo es el desarrollo y mejora del Sistema de Gestión de la Calidad del Hospital General de Ciudad Real, así como velar por que se respeten, por todas las personas que integran el Hospital General, las disposiciones descritas en el Manual de Calidad.

La Subdirección de Gestión de Servicios Técnicos realizará, de forma permanente, la evaluación de la aplicación y eficacia de estas disposiciones, garantizando, cuando sea necesario, la evolución y mejora de nuestro Sistema de Calidad.

La Subdirección de Gestión de Servicios Técnicos fomentará la cooperación y el respeto mutuo con los empleados y proveedores a fin de que se alcancen todos los objetivos marcados y que los clientes reciban la mejor atención y servicio por nuestra parte.

Este Manual de Calidad para el área de Mantenimiento tiene un enfoque orientado al cliente. Este enfoque al cliente se manifiesta en como la Subdirección del Sistema de Gestión del Servicio Técnico del Hospital es la encargada de asegurar que los requisitos del cliente se determinan y se cumplen con el propósito de aumentar su satisfacción. Los clientes del servicio de mantenimiento son internos, es decir cualquier persona física, área o servicio del Hospital que requiera su actividad. Los daños, desperfectos y no conformidades reclamadas por los clientes serán remitidas a los responsables de cada área de la subdirección técnica, que se encargará de emitir las órdenes precisas para asegurar que las condiciones acordadas queden definidas y documentadas, y que se pactan y registran las modificaciones sobre las condiciones iniciales. Con todas estas medidas se pretende conseguir la disminución de servicios no conformes.

Las áreas de Seguridad y Medioambiente están recogidas también en el Manual de Calidad debido a su dependencia de la Subdirección de Servicios Técnicos del Hospital.

El área de Seguridad abarca la seguridad física y estructural: instalaciones de seguridad de incendios, instalaciones de vigilancia y control, así como seguridad física en edificios y parcela. Además, colabora y da apoyo a la Subdirección de Gestión y Oficina Técnica para la elaboración y seguimiento de pequeñas obras y reformas.

El área de Medioambiente tiene una doble dependencia, es decir, depende jerárquicamente de la Subdirección de Gestión de Servicios Técnicos, a la vez que tiene una relación funcional horizontal con toda la organización del Hospital, siendo sus responsabilidades:

- Establecer la política medioambiental del Hospital bajo la supervisión del Subdirector de Gestión.
- Gestionar y proponer los medios necesarios para plasmar la política medioambiental establecida.
- Informar a la Dirección del Hospital, a través de la Subdirección de Gestión de Servicios Técnicos, de cuantas contingencias surjan en cuestión medioambiental en los distintos servicios o unidades.
- Inspeccionar y controlar el cumplimiento de las distintas unidades y elementos de la cadena de gestión medioambiental, informando a la Dirección.

- Proponer planes de mejora y formación, así como optimización de los recursos.
- Colaborar con la Dirección en la organización y seguimiento de medidas institucionales relativas al medioambiente: comisiones, seminarios, etc.

El Servicio Técnico del Hospital General de Ciudad Real evaluará y seleccionará a sus proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con sus propios requisitos. Antes de seleccionar a un proveedor, deberá evaluarse si su política y objetivos de calidad responden a las exigencias preestablecidas, así como, que su organización, medios de fabricación, sistema de control de calidad, etc., son adecuados para cumplir con la política y objetivos requeridos.

La Unidad de Calidad es la responsable de evaluar la aptitud del proveedor en materia de calidad, para cumplir con los requisitos del contrato, así como, comprobar que dicha aptitud se mantiene sin degradarse con el paso del tiempo. Para ello, se han clasificado los proveedores atendiendo a los criterios de la Norma ISO 9001, en tres grupos:

- Tipo I. Empresas con campo de aplicación de su sistema de gestión de la calidad al diseño y fabricación, inspección final de los productos y los ensayos.
- Tipo II. Empresas con campo de aplicación de su sistema de gestión de la calidad a la producción, inspección y ensayos finales.
- Tipo III. Empresas con campo de aplicación de su sistema de gestión de la calidad a los controles y ensayos finales.

Para la selección de la mejor oferta para concursos de ejecución de obras se considera la aplicación de la técnica multicriterio ELECTRE II (ver Roy et al. (1973) y Leal et al. (1995) para una descripción de la técnica). Dicha técnica se utiliza de forma habitual para la selección de las mejores alternativas; así, Teixeira de Almeida (2007) utiliza ELECTRE para la selección de ofertas, ponderando los criterios con funciones de utilidad y Rey (2004), utiliza ELECTRE para elegir las alternativas más adecuadas en la restauración de edificios emblemáticos.

El centro decisor ha establecido los siguientes criterios de decisión: Precio, Disponibilidad de horarios y su adaptación al Hospital, Recursos materiales dedicados al contrato, Recursos humanos dedicados al contrato y Plazo de ejecución.

La escala a emplear para la valoración de las alternativas en los diferentes criterios se encuentra en el rango de 0 a 10. Para la asignación de una valoración a las alternativas se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Precio. Se disminuirá la puntuación en 1 punto por cada 10% de bajada respecto al importe de licitación, redondeando por exceso si es mayor de 5 o por defecto si es menor, con un límite del 30% de bajada, a partir del cual se mantendrá la puntuación.
- Disponibilidad de horarios y su adaptación al Hospital. Todas las alternativas están disponibles hasta las 20 horas, excepto sábados y domingos. A esta condición se le asigna a la alternativa una valoración de 8. Se asigna un punto adicional si la

empresa está disponible sábados o domingos y 2 puntos si está disponible sábados y domingos.

- Recursos materiales dedicados al contrato. Si la alternativa dispone de los medios básicos suficientes se le asigna un 8. Si dispone de elementos elevadores específicos se asigna un punto adicional y, si tiene una oficina técnica puesta a disposición del Hospital, otro punto.
- Recursos humanos dedicados al contrato. Si la plantilla propia disponible por la empresa es mayor de un 60% se le asigna una valoración de 8; en caso contrario, se valora con un 7. Si la alternativa tiene un encargado a disposición de Hospital se suma un punto adicional y si existe un técnico de grado medio o superior se adiciona otro punto.
- Plazo de ejecución. Por cada semana laboral que disminuye del plazo establecido se suma un punto a la valoración de la alternativa.

Las ponderaciones de los diferentes criterios pueden tener un valor comprendido entre 1 y 5. Así, al Precio se le ha asignado una ponderación de 4, la Disponibilidad de horarios 5, los Recursos materiales dedicados al contrato 3, los Recursos humanos dedicados al contrato 3 y al Plazo de ejecución 4. Los límites de concordancia y discordancia asignados por el centro decisor son:  $C_1=1$ ;  $C_2=0,78$ ;  $C_3=0,7$ ;  $D_1=1$ ;  $D_2=2$ .

A continuación se expone un ejemplo de aplicación de la técnica ELECTRE II a la licitación de las empresas llevada a cabo, en un caso concreto, en el Hospital. Se han definido 4 alternativas, identificadas como A, B, C y D. La valoración que se hace de las alternativas en los diferentes criterios se muestra en la tabla 1. Para el ejemplo que se muestra las cuatro alternativas tenían similar valoración en el criterio Disponibilidad de horarios y su adaptación al Hospital, por lo que se eliminó este criterio del proceso de toma de decisiones.

**Tabla 1.** Valoración de las alternativas en los diferentes criterios.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Precio	9	8	7	9
Disponibilidad de horarios y su adaptación al Hospital	8	8	8	8
Recursos Materiales dedicados al contrato	8	9	8	9
Recursos Humanos dedicados al contrato	8	8	9	8
Plazo de ejecución	10	10	8	8

- En la tabla 2 se muestran los resultados de  $P_{ij}^+/P_{ij}^-$ , definiéndose  $P_{ij}^+$  como la suma de las ponderaciones de los criterios en los que la alternativa i domina sobre la j y,  $P_{ij}^-$  como la suma de las ponderaciones de los criterios en los que la alternativa j domina sobre la i. Las matrices de concordancia y discordancia resultantes de aplicar el método ELECTRE II se muestran en la tabla 3. El grafo de sobreclasificación se muestra en la figura 1; en tramos continuos se muestran la sobreclasificaciones fuertes y en discontinuos las sobreclasificaciones débiles.

**Tabla 2.** Resultados de aplicar  $P_{ij}^+/P_{ij}^-$ .

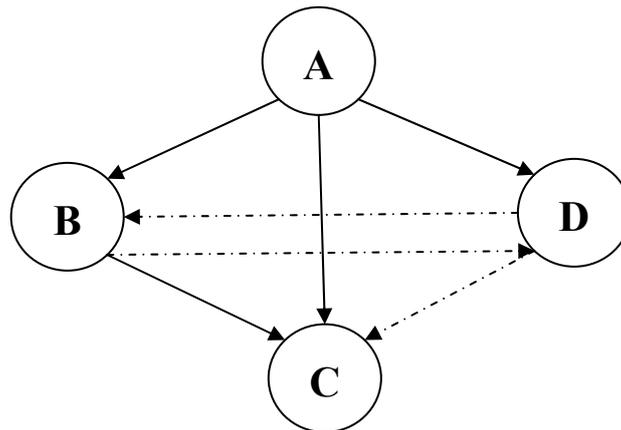
$P_{ij}^+/P_{ij}^-$	A	B	C	D
A	-	1,33	2,67	1,33
B	0,75	-	3,67	1
C	0,38	0,27	-	0,43
D	0,75	1	2,33	-

**Tabla 3.** Matrices de concordancia ( $C_{ij}$ ) y discordancia ( $D_{ij}$ ).

$C_{ij}$	A	B	C	D
A	-	0,79	0,79	0,79
B	-	-	0,79	0,71
C	-	-	-	-
D	-	0,71	0,79	-

$D_{ij}$	A	B	C	D
A	-	1	1	1
B	-	-	1	1
C	-	-	-	-
D	-	1	2	-

En la tabla 4 se muestran los resultados de las clasificaciones directa, inversa e intermedia. En esta tabla, F indica sobreclasificaciones fuertes y D sobreclasificaciones débiles. Los resultados finales obtenidos son: 1ª alternativa A, 2ª alternativa B, 3ª alternativa D y 4ª alternativa C.



**Figura 1.** Grafo de sobreclasificación.

**Tabla 4.** Clasificaciones directa, inversa e intermedia.

Alternativa	Sobre-clasificaciones fuertes (F) y débiles (D)	Clasificación directa	Sobre-clasificaciones fuertes (F) y débiles (D)	Clasificación inversa	Clasificación intermedia
A	0F,0D	1ª	2F,0D	1ª	1ª
B	1F,1D	2ª	1F,2D	2ª	2ª
C	2F,2D	3ª	0F,0D	4ª	4ª
D	1F,1D	2ª	0F,1D	3ª	3ª

### 3. Procedimientos operativos

Junto con el Manual de Calidad se han desarrollado los siguientes procedimientos técnicos:

- Procedimiento de mantenimiento correctivo (electromedicina).
- Procedimiento de mantenimiento correctivo (instalaciones y edificio).
- Procedimiento de obras.
- Procedimiento de solicitud de intervención exterior.
- Procedimiento de control de empresas externas.
- Procedimiento de mantenimiento preventivo.
- Procedimiento de solicitud de materiales.
- Procedimiento de control de empresas externas.
- Procedimiento de seguridad física.
- Procedimiento de seguridad patrimonial. Manual de autoprotección e instrucciones.
- Plan de gestión de residuos.
- Procedimiento de arranque de grupos electrógenos en carga (en validación).
- Instrucciones de gestión de inventario (SESCAM).

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo correspondiente a la solicitud de intervención fuera de jornada normal, que se incluye en el procedimiento de mantenimiento correctivo de instalaciones y edificio.

#### **4. Implantación del Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador**

Actualmente los Servicios Técnicos del Hospital se encuentran en la fase de implantación del sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) y del nuevo Plan de Calidad de los Servicios Técnicos.

Todo el proceso de adjudicación se ha realizado de forma centralizada, es decir, se ha llevado a cabo desde los servicios centrales del SESCAM. Ésto es lógico, ya que el GMAO que se pretendía adquirir es para todos los centros: hospitales y centros de atención primaria.

Las fases del proceso de implantación son las siguientes:

- Fase de conocimiento. En esta fase se invitó a las tres empresas cuyos GMAOs se habían valorado más alto. La duración de este proceso fue de 1 mes.
- Fase de especificaciones técnicas y de decisión. Esta fase ha sido la de mayor dificultad debido a diferentes problemas como la integrabilidad con los sistemas informáticos existentes en el Hospital (HP-HIS) y la seguridad en la red interna del Hospital, y la seguridad en el entorno web.
- Fase de concurso. Con la información obtenida se elaboró el pliego de condiciones técnicas. Las particularidades de la Administración Pública se hicieron patentes

durante esta fase ya que la adjudicación no se realizó a ninguna de las empresas analizadas inicialmente.

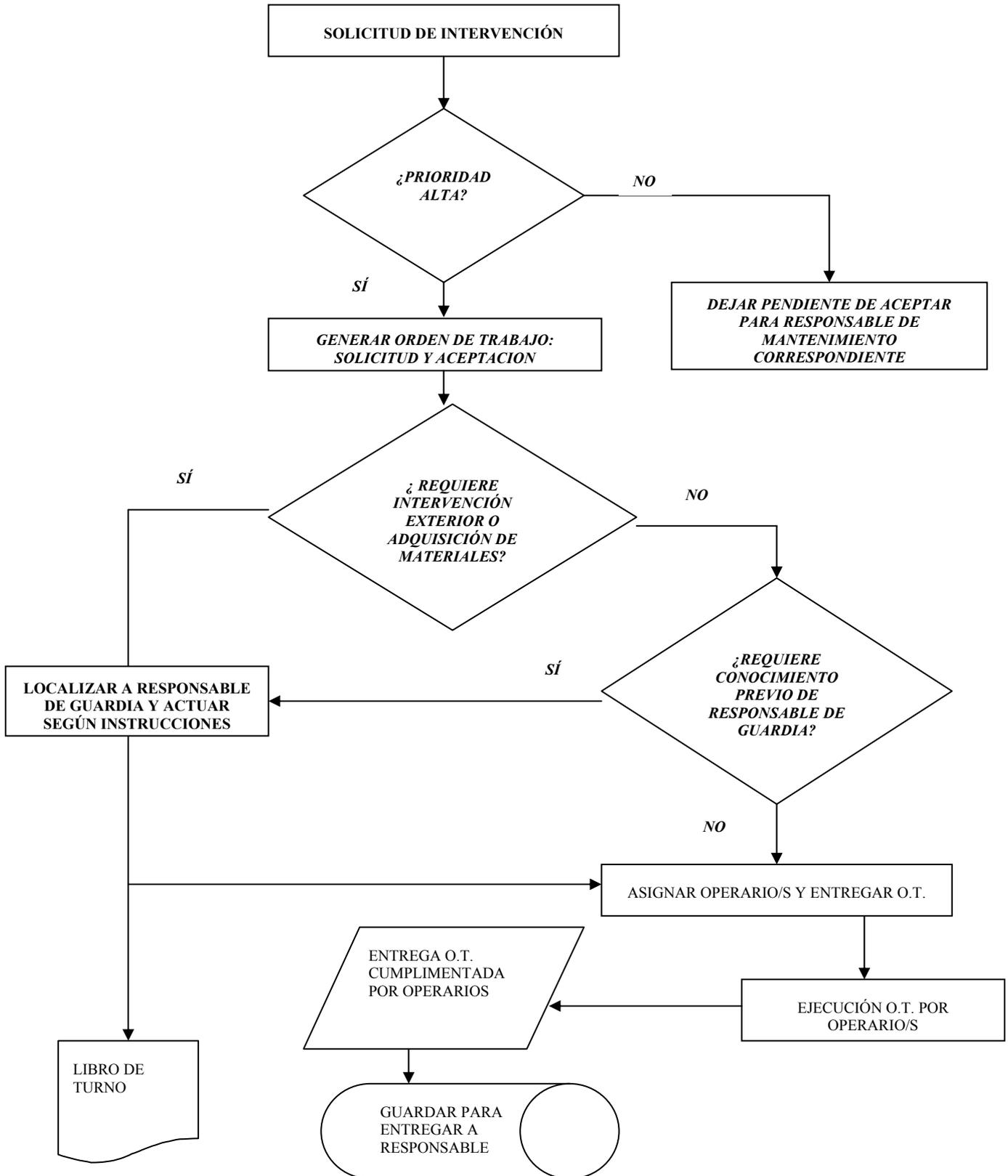


Figura 2. Diagrama de flujo para la solicitud de intervención fuera de jornada laboral normal.

- Fase de implantación. Desde el Hospital se nombró inicialmente un responsable directo y casi en exclusiva, como interlocutor ante la empresa contratada y los Servicios Centrales, con objeto de canalizar todas las necesidades del centro. Se pueden definir varias subfases:
- Fase de desarrollo del GMAO. En este apartado se ha definido la estructura común a todos los centros y la clasificación de todos los bienes a mantener a incluir en el GMAO: definición de sistemas, subsistemas y elementos.
- Fase de implantación. En esta fase se han desarrollado los siguientes aspectos: adaptaciones solicitadas por los usuarios (hospitales y centros de atención primaria), cargas de inventario disponibles desde la empresa adjudicataria, previa aportación de los datos en formato electrónico por los centros; asignación de niveles y password de acceso, definición de funcionamiento interno y elaboración del procedimiento de mantenimiento correctivo adaptado al GMAO, formación de los responsables de mantenimiento con aplicación en el GMAO del mantenimiento correctivo y formación de solicitantes.
- Fase de puesta en marcha y desarrollo. En esta fase se contemplan las siguientes actividades: carga del resto del inventario existente, carga de todas las bases o tablas, elaboración de rutas y gamas de mantenimiento preventivo, codificación de materiales, carga de datos adicionales y mantenimiento predictivo.

Además, se están realizando estudios basados en el histórico de averías y en las normativas de los equipos con diferentes herramientas y prácticas de simulación, como por ejemplo las cadenas de Markov, para cuantificar y establecer valores de disponibilidad media. El objetivo es determinar el nivel de disponibilidad que se compromete garantizar el Servicio de Mantenimiento en equipos o instalaciones. Así, como se muestra en la tabla 5, para las instalaciones vitales hay que garantizar, aplicando un mantenimiento adecuado, un nivel de disponibilidad del 99,99%.

**Tabla 5.** Niveles de disponibilidad media para cada clase de equipos e instalaciones.

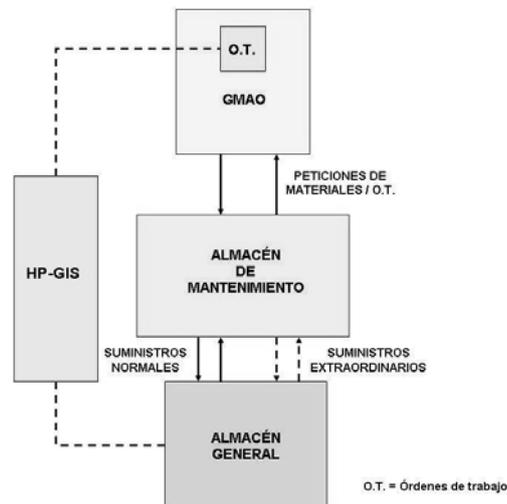
Clasificación	Disponibilidad media (%)	
	Equipos	Instalaciones
Equipos Clase I y II	>95	-
Instalaciones vitales	-	>99,99
Instalaciones en áreas de riesgo	-	>98
Instalaciones en áreas de no riesgo	-	>90

Hasta la implantación del nuevo software, el Hospital General contaba con un programa para el control y gestión de datos de los Servicios Técnicos desarrollado por la empresa Hewlett-Packard. Dicho programa (HP-GIS) sigue actuando de forma complementaria al GMAO.

Las salidas del almacén de mantenimiento se realizan a través del módulo de almacén del GMAO, según se aprecia en la figura 3, de tal manera que cada repuesto se imputará a una orden de trabajo. Ésto implica que en cada momento el sistema se realimenta, de tal manera que se puede obtener el balance de las existencias en los almacenes de manera rápida y sencilla. A través de este módulo del GMAO se conecta la red intranet del Hospital con el

sistema central de compras y almacenamiento, pudiendo compartir toda la información de forma bidireccional. Este módulo no contempla la gestión del repuesto, que es objeto de una gestión específica en el departamento de suministros y almacenes.

Todos los repuestos deben estar identificados, por lo que se utilizará un sistema de etiqueta adhesiva con código de barras; para el resto de datos identificativos se utilizan los soportes correspondientes, bien documentales o en soporte informático.



**Figura 3.** Diagrama de flujo de almacenamiento e información del Hospital General de Ciudad Real.

## Referencias

- Fernández, R.; (2003). Implantación de un Plan de Calidad en el Servicio de Mantenimiento de un Complejo Hospitalario. Universidad de Castilla-La Mancha, ETSII.
- Gómez, F.; Tejero, M.; Vilar J. (2005). Cómo hacer el Manual de Calidad según la nueva ISO 9001:2000. Fundación Confemetal.
- Gómez, A.; (2006). Técnicas y estrategias de mantenimiento en complejos hospitalarios. Master en Administración de Empresas e Ingeniería de Organización. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Leal, C.; Sánchez-Apellániz, M.; Roldán, S.; Vázquez, A. (1995). Decisiones empresariales con criterios múltiples, Ediciones Pirámide.
- Muiña, A. (1999). La problemática del mantenimiento en instalaciones hospitalarias. XVII Seminario de Ingeniería Hospitalaria, Córdoba.
- Rey, E., (2004). Office building retrofitting strategies: multicriteria approach of an architectural and technical issue. Energy and Building, Vol. 36, pp. 367-372.
- Roy, B.; Bertier, P. (1973). La méthode ELECTRE II: une application au mediaplanning, Operational Research. North Holland.
- Teixeira de Almeida, A. (2007). Multicriteria decisión model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method. Computers & Operators Reseach, Vol. 34, pp. 3569-3574.