

## Sistema CMMS multicéntrico para gestión de tecnología médica

Escobar, Pedro Pablo<sup>1</sup>, Díaz, Edgardo Ariel<sup>2</sup>, Ríos, Fabiana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Grupo Intelymec, UNCPBA,

<sup>2</sup>Facultad de Medicina, UBA,

<sup>3</sup>Facultad Regional Tucumán, Ingeniería en Sistemas, UTN,

<sup>4</sup>Facultad de Ingeniería, Bioingeniería, UNER.

pescobar@fio.unicen.edu.ar

**Abstract.** Los softwares de gestión de activos se suelen emplear para ayudar en esta tarea y mejorar el control y la documentación sobre los equipos médicos. Sin embargo, en el mercado no se encuentran muchas opciones de soluciones dinámicas y adaptadas a la tecnología médica específicamente, ya que suelen estar preparados para la gestión de activos en general entonces su uso es difícil para quienes desean un software de funcionamiento básico y esencial, que les permita registrar los eventos vinculados a la gestión de los equipos médicos durante toda su vida útil dentro de una institución de salud. En este trabajo presentamos un software de CMMS pero diseñado para quienes gestionan la tecnología médica en hospitales y clínicas, de cualquier envergadura, en el que además de las prestaciones propias de un software de gestión se pueda disponer de un conjunto de herramientas de planificación y de indicadores para reportes de uso operativo y gerencial. Los indicadores son herramientas fundamentales para la eficiencia en la gestión y permiten tomar decisiones rápidas basadas en costos, estadísticas, eventos y proyecciones. El software permite la gestión multicéntrica, utiliza bases de datos en la nube, en servidor y con reflejo en el cliente, empleando SQL server, y los usuarios acceden desde un navegador web o desde un Smartphone. Adicionalmente, se generan reportes de equipamiento según antigüedad, histórico de fallas, se generan órdenes de mantenimiento preventivo planificado y de mantenimiento correctivo a demanda, se puede controlar el parque de equipos de manera integral independientemente de su ubicación en la institución o en otros centros de la misma. El usuario puede definir los campos para cada tipo de equipo en un template básico o emplear templates predefinidos por el sistema, los cuales a su vez pueden ser personalizados, según hábitos y costumbres de cada lugar, de cada gestor y del nivel de complejidad de la institución. Los resultados obtenidos por la experiencia de los usuarios son positivos y realimentan la fase de desarrollo de ampliaciones de la capacidad del sistema y permite pensar en nuevas opciones para incorporar a future

**Keywords:** software, gestión, remoto, equipos médicos, indicadores, tablero de comando, dinamic QR code

## 1.1 Introducción

EL advenimiento de los servicios de Electromedicina e Ingeniería Clínica dentro de las instituciones de salud ha permitido segmentar o separar -tal lo manifiesta las normativas y disposiciones corrientes en nuestro país (disposición 2318/02 - ANMAT) y el Reglamento Técnico Mercosur de Productos Médicos (disposición 727/13-ANMAT)- los productos médicos activos y elementos de reuso, de aquellos insumos descartables y de alta rotación generalmente administrados por el sector de farmacia. Los primeros, requieren de un análisis más integral en base a la inversión, vida útil, capacidad de utilización en los servicios, integración de insumos y repuestos, gestión de datos operativos y gerenciales para la toma de decisiones.

En el mercado existen soluciones informáticas para la gestión de activos de propósito general con diverso grado de flexibilidad y adaptación al usuario [Consuman, SAP], otras que permiten la gestión desde la nube [1,2] también existen soluciones cerradas, sin capacidades para adaptarse al usuario. Algunas iniciativas se han encontrado en el campo específico de la gestión de tecnología médica [3,4] con resultados diversos, pero sin orientación a la gestión estratégica ni al uso de indicadores para tableros de comando ni reportes basados en la explotación de los datos registrados [5,6,7].

Observando esta necesidad en el mercado [8], encontramos motivación para realizar una herramienta dinámica denominada Equipasis®, sencilla pero a la vez potente para contar con la información actualizada de cada uno de los equipos en su detalle, poder editar sus datos componentes y de gestión, impactar en información los movimientos dentro del entorno hospitalario y fuera de el, contar con la trazabilidad del equipo por los servicios internos y externos a fin de generar datos que sean de utilidad para indicadores definidos periódicamente por los encargados de la gestión ejecutiva.

## 1.2 Desarrollo

Se estableció la plataforma de uso en un concepto universal y accesible, por lo tanto, definimos trabajar en entorno web con bases de datos espejadas y operativas desde servidores propios.

La arquitectura del software involucra una estructura primaria y propia, pero con la facilidad de hacer el entorno dedicado a cada cliente y las interfaces de interacción en función de habilitar las herramientas a medida de sus necesidades y acompañarlo evolutivamente en la implementación integral de esta herramienta.

Cada cliente tiene un grupo de usuarios que hacen a su interfase y base de datos específica, por lo tanto, el software requería de robustas capacidades de flexibilidad y adaptación.



Fig. 1. Vista principal de la opción "Datos Generales" (carga y vista de datos).

### A. Carga de datos

Basando la carga de datos en referencia de las plantillas de inventario de la Organización Mundial de la Salud (OMS), armamos un formulario de carga que incluye datos mandatorios y otros opcionales para el ingreso del equipo médico al sistema dentro de una base de datos SQL Server®, la cual es administrada por un host específico en web. Estos datos previamente parametrizados con una amplia gama de parámetros a elección del usuario, genera una múltiple diversidad de filtros dinámicos para la búsqueda del activo puntual [Fig.1].

En todo momento, cada equipo cargado en el sistema puede ser editado y actualizado, ya sean datos de texto o imágenes, desde cualquier dispositivo identificado en el sistema. Cada interfase tiene acceso a un botón de ayuda específico que ofrece inmediata asistencia a los fines de comprender el formato de uso e imprimir o exportar a un excel los datos globales o filtrados.



Fig. 2. Parametrización de los datos.

La parametrización de variables [Fig.2] es una opción muy importante en el seteo inicial de los parámetros que le darán identidad a cada equipo médico. De esa parametrización dependerá la fiabilidad de los datos y el eficiente uso en consecuencia de la información que nos permita gestionar a través de indicadores.

Una vez que los datos fueron parametrizados y luego de cargada la base de equipos inventariados en la institución, no solo dejamos de administrar papeles que al actualizarse deben reemplazarse generando impacto ambiental, sino que tenemos ya una flota o parque de equipos médicos digitalizados para rotar en función de sus estados y/o transferir dinámicamente a los servicios, trazando cada uno de sus pasos.

### **B. Movimientos de equipos**

Al llegar a esta condición, cada uno de los equipos ha creado su identidad inicial en el patrimonio de activos de la institución. De ahora en más, el personal afectado al manejo de información en tecnología médica, debe registrar todo movimiento y/o acción sobre los equipos en el sistema completando los datos que se requieran a tal fin.

El registro de información de cada movimiento permitirá generar un volumen de datos suficiente para determinar diferentes indicadores claves de desempeño (KPI) para la gestión operativa y ejecutiva.

### **A. Agenda de eventos, alertas, registro de casos y trabajos**

Por medio de una agenda en línea [Fig. 3], se pueden programar eventos, los cuales pueden ser luego compartidos con diferentes niveles del personal de servicio clínico, a través de mensajes directos dirigidos a su teléfono móvil. Dada la experiencia en la programación de mantenimientos internos o con proveedores, es muy importante contar con el servicio disponible en aquellos casos que el mantenimiento programado deba hacerse in situ.



**Fig. 3.** Vista principal de la opción “Agenda de eventos”.

En referencia a la carga de trabajos específicos o seguimiento de casos de larga duración, existen las herramientas para poder cargar cualquiera de ellos (e.g. elaboración de pliegos de licitación, capacitaciones y entrenamientos internos, calibración de equipos médicos, etc).

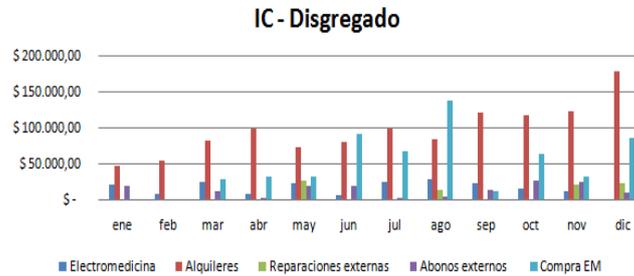
Todas estas tareas, se pueden medir en horas internas laborables a fin de poder segmentar y medir la distribución de carga laboral dentro de la institución o en referencia al tiempo ofrecido a cada cliente en el caso de ingenieros o técnicos de campo.

La agenda de mantenimientos preventivos puede también integrarse con el sistema de información hospitalaria (HIS) para coordinar los turnos de estudios diagnósticos, de prácticas, de internación y de cirugías en función de la disponibilidad de cada equipo según día y mes. Esta interfase puede realizar por etiquetado HL7 o por texto plano, de manera tal de poder interactuar con cualquier sistema hospitalario existente.

La integración permite evitar que se programen turnos donde los equipos a utilizar en cada caso se encuentren afectados a mantenimientos preventivos y no estén disponibles para su uso, evitando el desplazamiento innecesario de pacientes y la reprogramación de los turnos.

### **B. Indicadores de gestión**

Una vez que se cargaron los datos iniciales, y se iniciaron los movimientos en el sistema de gestión de activos, cada servicio de electromedicina e ingeniería clínica definirá los indicadores de desempeño en función de su problemática.



**Fig. 4.** Vista de Indicadores KPI.

Los KPI [Fig. 4] son indicadores temporales que se utilizan para ponderar una problemática emergente medible, a fines de verificar la tendencia presunta y tomar acciones al respecto; o también para visualizar rápidamente variables globales de interés para los estratos de gestión, tales como cantidad de equipos operativos, costos de reparaciones externas, servicios con mayor tasa de demandas y otros.

Se trabajó en la programación de indicadores KPI de mayor utilidad en la práctica, y fueron determinados mediante entrevistas a profesionales que se desempeñan en departamentos de bioingeniería en instituciones de salud tanto del ámbito público como privado. Algunos de ellos se listan a continuación:

#### Operativos

- costos por externación de equipos
- costos de insumos anuales por equipos
- cantidad de reparaciones internas vs externas
- tiempo muerto total por equipo.
- cantidad de equipos en el fin de su vida útil
- fallas totales por equipo
- hadm = peso promedio de horas administrativas por operador
- prov = proporción de tiempo fuera de servicio por equipo
- scp = peso de servicios correctivos y preventivos en servicios

#### Gerenciales

- \$corr = participación de serv. Correct. en presupuesto mensual
- Rot = cantidad de servicios por equipo por línea de prestación.
- tsasit = tiempo de servicio activo sin interrupción de turnos.
- Op = porcentaje de equipos operativos
- DemS = Demandas de mantenimiento por servicio.
- DemEq = Demanda de mantenimiento por tipo de equipo.

La función de los KPI es armar un tablero de comando personalizado, que presente en forma gráfica y continua, el estado de los indicadores seleccionados por el usuario. La minería de los datos registrados permite que los KPI representen rápidamente las variables de mayor interés para la gestión de la tecnología médica y también para traducir las actividades y costos en herramientas de interés gerencial, que permita una planificación presupuestaria más eficiente y basada en indicadores reales.

### C. Acceso a la información

La carga y/o acceso a la información se realiza por diferentes niveles de jerarquía de usuario, permitiendo así generar permisos en función del manejo de datos por el técnico, el supervisor, gerentes y/o directores.

Cada una de estas jerarquías presenta una interfaz personalizada donde las opciones de menú y el acceso a los reportes de uso gerencial se van habilitando de acuerdo al tipo de usuario registrado en el sistema.

## RESULTADOS

En función del uso continuo de Equipasis®, se ha logrado medir la eficiencia de cada servicio, de cada proveedor y se ha podido mostrar la gestión de recursos internos como también el manejo de proveedores externos.

Cada uno de los equipos médicos poseen un único código de barras QR dinámico [Fig. 5], que permite imprimir por única vez en cada equipo médico y todos los cambios de la información se realizan sobre los campos que se leen en una base de datos en la nube virtual reflejando en el dispositivo móvil la información actualizada.

El sistema de gestión de activos, por su versatilidad en crear parámetros a medida ha trascendido el uso en la gestión de activos de productos médicos, y se está utilizando además en el control patrimonial de bienes muebles, informáticos y de mantenimiento general.

<b>DEMO</b>	
Datos Generales	Ficha Técnica del Equipamiento N° 3
	Organización: CLINICA DEMO Servicio donde se encuentra: QUIROFANO N° de Inventario: Observación General: Prioridad en el Funcionamiento: ALTA Fecha de Vencimiento de la Garantía:
Datos Técnicos	Categoría: MEDICO Tipo de Equipamiento: ARCO EN C Fabricante: GBA Modelo: MOBILEXHC N° de Serie: x12 N° de ANMAT: Software de Base: NO POSEE País de Origen: NO SE CONOCE Año de Fabricación: Tipo de Alimentación: 220 V
Datos sobre el Estado y Ubicación Actual	Estado Actual: FS - NO REPARABLE - PARA BAJA Observaciones: Ubicación Actual: QUIROFANO Se trasladó: NO Lugar de Traslado:

Fig. 5. Datos de impresión y QR dinámico.

## II. CONCLUSIONES

Se ha logrado desarrollar una herramienta práctica, versátil y de uso transversal en todos los servicios de una unidad hospitalaria o de servicios de salud, presentando una potencialidad en la gestión de la tecnología médica que solo requiere de una sistemática carga de datos, para generar indicadores de confianza.

La herramienta desarrollada permite exportar datos a bases de uso corriente por otros sistemas informáticos (ej: mySQL<sup>®</sup>, excel<sup>®</sup>) a fin de generar transparencia y tranquilidad en el manejo de la información sin necesidad de cautividad ni licenciamientos estrictos.

Un agregado de valor es la capacidad de correr sobre mínimos requisitos básicos de infraestructura, sólo requiere de equipos PC, notebooks, tablets y/o dispositivos móviles con navegadores Internet Explorer<sup>®</sup>, Mozilla Firefox<sup>®</sup>, o Google Chrome<sup>®</sup>. La base de datos de cada cliente debe ser resguardada (backup) en un servidor propio a fin de proteger la integridad de los datos.

El software provee capacidad de gestionar múltiples centros de un mismo cliente, identificando cada uno de ellos de manera unívoca, y trabajando las bases de datos de manera independiente con tableros de comando generales y particulares para cada uno de los centros.

No existe en el mercado una solución que presente las mismas capacidades de flexibilidad, integración y potencial de reportes gerenciales; directamente diseñada e implementada para facilitar la gestión de la tecnología médica de las instituciones de salud, de cualquier dimensión.

### **Trabajos futuros**

El feedback de los usuarios nos lleva a incorporar en las versiones futuras una vinculación entre la programación de actividades de mantenimiento preventivo y la disponibilidad de los insumos necesarios en el almacén del área de Ingeniería de la institución. También estamos trabajando en la conexión del sistema con la agenda de turnos de cirugía, para poder programar de manera segura intervenciones de mantenimiento sobre equipos del área quirúrgica sin afectar la productividad de la misma.

## Agradecimientos

Agradecemos al personal técnico y jerárquico de Hospital Santamarina de Tandil, Hospital Municipal de Olavarría y Diagnóstico Rossi, a todos los colegas que desinteresadamente probaron el software y lo hicieron crecer con sus aportes. A toda la comunidad hospitalaria por permitir mostrar el trabajo intelectual generado multidisciplinariamente.

## References

1. <http://bas.com.ar/productos/software-de-gestion-erp/> / 20/6/1017
2. <https://www.neuralsoft.com/NS/landing-v4/> / 19/6/2017
3. Ortigoza J; Moran, M. Sistema de gestión de equipos electromédicos SGEEM. Actas de Jornadas de Ingeniería Clínica 2012, FI-UNER, Paraná, Entre Ríos, Argentina.
4. Freire, M.D.; Gabosi, A. E. Software de gestión de equipamiento biomédico para pequeñas y medianas instituciones de salud. 4° Congreso de Informática en Salud, CAIS 2013. Córdoba.
5. Vertikal Systems. Clinical medical software.
6. Luca C., Ciorap R. (2011) Software System for Medical Device Management and Maintenance. In: Vlad S., Ciupa R.V. (eds) International Conference on Advancements of Medicine and Health Care through Technology. IFMBE Proceedings, vol 36. Springer, Berlin, Heidelberg. Online ISBN: 978-3-642-22586-4.
7. Porter, David. Management of medical devices: Areas requiring further strengthening. World Health Organization, First Global Forum on Medical Devices, Bangkok, 2010.
8. <http://blog.orovertedigital.com.ar/trazabilidad-de-tecnologia-medica-asistida-por-software/> / 20/6/2017.