

Desarrollo de un sistema de gestión para la revisión y seguimiento de procesos de gestión de calidad de equipos biomédicos en un entorno hospitalario



JULIAN OLAYA, WEIMAR A. ARENAS

Estudiante de Bioingeniería, Universidad de Antioquia, weimar.arenas@udea.edu.co

Estudiante de Bioingeniería, Universidad de Antioquia, julian.olaya@udea.edu.co

RESUMEN

Este proyecto aborda el desafío de las auditorías frecuentes en instituciones de salud, proponiendo un asistente virtual para la revisión eficiente de equipos biomédicos. Se destaca la importancia de estos equipos en la prestación de servicios médicos y la complejidad de su revisión, especialmente en grandes instituciones. El desarrollo del asistente implica la obtención de datos, la creación de una base de datos y la implementación del software, dividiendo el proceso en fases estructuradas. La herramienta permite la selección aleatoria o manual de equipos para su revisión, facilitando el trabajo del personal de ingeniería. Se ilustra el sistema mediante imágenes de su interfaz y se discuten los resultados obtenidos. Como trabajo futuro, se propone la implementación de reportes mensuales y la expansión de las consultas. Aunque no se realizaron pruebas en la IPS, se espera que el asistente mejore el control y la calidad de los equipos médicos.

Palabras Clave: Gestión de equipos biomédicos, auditorías a las IPS, asistente virtual, software de programación, base de datos.

ABSTRACT

This project addresses the challenge of frequent audits in healthcare institutions by proposing a virtual assistant for efficient biomedical equipment review. The pivotal role of these devices in healthcare delivery and the complexity of their examination, especially in large institutions, are emphasized. The development of the assistant involves data acquisition, database creation, and software implementation, divided into structured phases. The tool enables random or manual selection of equipment for review, streamlining the work of engineering staff. The system is illustrated through interface images, and the obtained results are discussed. Future work includes the implementation of monthly reports and the expansion of queries. While no testing was conducted at the IPS, it is anticipated that the assistant will enhance the control and quality of medical equipment.

I. INTRODUCCIÓN

Las instituciones de salud reciben al año un alto número de auditorías y una de las tareas que demanda mucho tiempo es tener al día toda la información que se requiere para esto. Los equipos biomédicos cumplen una labor fundamental en el

área de la salud ya que permiten prevenir, diagnosticar, tratar y contribuir a la rehabilitación de pacientes enfermos de manera más segura y completa, mientras que los avances tecnológicos potencian aún más estos beneficios [1]. Las IPS mantienen una gran cantidad de equipos biomédicos que son asignados a diferentes áreas de la salud, como por ejemplo Urgencias, Cirugía, Hospitalización, Oncología, etc. La revisión aleatoria de equipos es una gran ayuda para comprobar el estado de los equipos pero al ser una cantidad considerable, se puede tener preferencia a unos equipos o la revisión de unos más que otros. El corroborar qué equipo ya se revisó o está al día en cuanto a registro invima vigente, mantenimientos, calibraciones, eventos presentados y reportados, etc, representa una tarea dispendiosa y de mayor tiempo del profesional de ingeniería encargado; es por ello que este proyecto investigativo busca desarrollar una herramienta digital del tipo asistente virtual mediante un software que permita la selección tanto de manera aleatoria como manual de equipos biomédicos de un área en específica, indicando que se realice una consulta o revisión a una cantidad de ellos haciendo uso de su hoja de vida, en esta revisión se inspeccionarán aspectos o requerimientos como los mencionados anteriormente, una vez se realiza la revisión, la información se guarda en una base de datos con las respectivas evidencias que demuestran la realización o reporte de la consulta hecha, adicional a esto, en el menú del asistente se contará con un campo para proponer nuevas consultas que se deseen agregar y realizar a los equipos.

Con este asistente se pretende dar una posible solución a la preparación y revisión de los equipos de una manera más ágil y así estar mejor preparados ante una visita de auditoría.

De ahí que este proyecto investigativo tiene como objetivo desarrollar una herramienta digital que permita la selección aleatoria y manual de equipos médicos pertenecientes a un área de servicio específica para su revisión. Una vez completada la revisión de un equipo, este no podrá ser seleccionado nuevamente para la misma área de verificación hasta que todos los equipos hayan sido revisados o haya transcurrido un número determinado de revisiones sin que haya sido incluido en el proceso.

El propósito fundamental de esta herramienta es agilizar la examinación de los equipos médicos y brindar al profesional de ingeniería una solución que simplifique sus tareas

cotidianas en las distintas áreas de servicio de la clínica. Para la ejecución de este proyecto, se llevará a cabo un estudio específico en la IPS ALma Mater. Esta elección se debe a su vínculo con la Universidad de Antioquia y su idoneidad para servir como entorno de prueba y análisis.

II. OBJETIVOS

A. General

- Desarrollar una herramienta de software del tipo asistente virtual, que permita mejorar la revisión y gestión de la calidad de los equipos biomédicos de la IPS Alma Máter.

B. Específicos

- Conocer fuentes bibliográficas y de información respecto a la gestión de la calidad de los equipos biomédicos de una IPS, para analizar los procesos que han implementado en la optimización de la gestión de la calidad de acuerdo a los requisitos de la norma colombiana.
- Crear el asistente virtual o software haciendo uso de una base de datos para el almacenamiento de la información y su posterior organización y utilización.
- Implementar la herramienta de software creada a los equipos de la IPS Universitaria Alma Mater.
- Proponer mejoras necesarias que se puedan presentar al probar el software implementado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este proyecto, se estructuró en tres fases fundamentales. Inicialmente, se procedió con la obtención de información sobre los equipos biomédicos disponibles en la IPS Alma Máter. Posteriormente, se avanzó en la creación de una base de datos que alberga de manera organizada esta información. La última fase consistió en la elaboración del asistente virtual, que englobó tanto el desarrollo del backend como del frontend del código utilizado. Este enfoque permitió una ejecución sistemática y eficiente del proyecto en su conjunto. Es por ello que en la creación del asistente virtual, se emplearon únicamente dos portátiles. Esta elección se basó en la naturaleza digital de la tarea, que solo requería el uso de herramientas digitales, como los lenguajes de programación utilizados. La conexión a Internet de estos equipos fue el único recurso adicional necesario para llevar a cabo de manera efectiva el desarrollo del asistente virtual.

- Obtención de información de los equipos médicos de la IPS alma máter.

Los datos recopilados fueron proporcionados a través de la conexión existente entre la universidad y la IPS. El asesor del proyecto, el docente Javier García Ramos facilitó los datos esenciales para el asistente, que fue el inventario de los

equipos del hospital, que incluyeron el nombre del equipo, número de serie, área de asignación, registro INVIMA, y otros detalles relevantes para la organización necesaria. En la Fig. 1 se presenta el archivo tipo Excel que contenía la información detallada de los equipos.

| Serie | Id | Tipo Et | Nombre | Model | Placa | Servicio |
|-------------|-------|---------|--------------------------------|---------|-----------|-----------------------|
| 378830 | 16510 | 3341 | ANALIZADOR DE GASES ARTERIALES | ISTAT 1 | BIO-14479 | CIRUGIA |
| 361094 | 16954 | 3341 | ANALIZADOR DE GASES ARTERIALES | ISTAT 1 | BIO-14676 | CIRUGIA |
| 362989 | 16971 | 3341 | ANALIZADOR DE GASES ARTERIALES | ISTAT 1 | BIO-14887 | UCE |
| 359529 | 17543 | 3341 | ANALIZADOR DE GASES ARTERIALES | ISTAT 1 | BIO-15181 | UCI CARDIO |
| 334155 | 25326 | 3341 | ANALIZADOR DE GASES ARTERIALES | ISTAT 1 | BIO-15557 | UCI INFECTOLOGIA |
| 388962 | 25855 | 3341 | ANALIZADOR DE GASES ARTERIALES | ISTAT 1 | BIO-15720 | UCI |
| 81600010309 | 16376 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-10961 | UCI NOROCCIDENTE |
| 81600010165 | 16377 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-10917 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010178 | 16378 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-10918 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010179 | 16379 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-10919 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010168 | 16380 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-10920 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010167 | 16381 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-10921 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010193 | 16382 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11023 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010194 | 16383 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11024 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010195 | 16384 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11069 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010196 | 16385 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11070 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010211 | 16386 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11150 | ONCOLOGIA |
| 81600010203 | 16387 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11152 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81600010204 | 16388 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11153 | ATENCIÓN DOMICILIARIA |
| 81700010435 | 16389 | 3322 | ASPIRADOR PORTATIL | 1630 | BIO-11135 | MEDICINA INTERNA |

Fig. 1. Base de datos equipos médicos IPS alma máter.

- Creación de base de datos.

La estrategia de almacenamiento de información se centró en el uso de MySQL, un sistema de gestión de bases de datos basado en un lenguaje de consulta. MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation y está considerada como la base de datos de código abierto más popular del mundo, y una de las más populares en general junto a Oracle y Microsoft SQL Server, todo para entornos de desarrollo web [2].

Este enfoque nos permitió estructurar de manera eficiente los datos relacionados, como por ejemplo, las salas de un área hospitalaria y los equipos presentes en dichas salas. Además, abarcó también los detalles relativos de cada equipo o dispositivo médico, tales como su estado actual, registro INVIMA, entre otros aspectos relevantes.

En la Fig. 2 se observan las tablas de la base de datos construidas y sus relaciones entre ellas que abarcan relaciones desde muchos a muchos hasta muchos a uno, o uno a muchos.

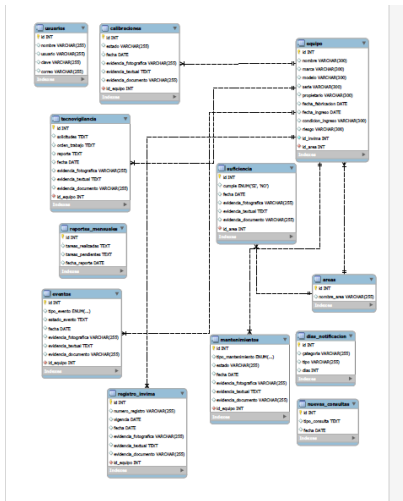


Fig 2. Tablas y relaciones de la base de datos.

- Elaboración del back end y front end del software.

En la capa de backend, se utilizó Python. Este lenguaje de programación resultó esencial para realizar las consultas necesarias y procesar los datos almacenados en la base de datos, de acuerdo a lo que el usuario requería o solicitaba desde la interfaz gráfica (navegador web o aplicación móvil). Con el fin de facilitar este proceso, se empleó la biblioteca Flask, lo cual hizo más sencillo manejar la comunicación en ambos sentidos, entre las solicitudes del usuario a través del software y el backend realizado en Python.

En lo que concierne a la parte de frontend (todo lo visible por el usuario), se empleó JavaScript. Este lenguaje fue responsable de crear una interfaz gráfica que permitiera a los usuarios interactuar con el software desarrollado en Python. A través de esta interfaz, los usuarios pudieron llevar a cabo acciones como edición, consulta, eliminación y creación de nuevos datos, logrando así una experiencia interactiva y de fácil manejo para todo el público en general.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La Fig. 3 muestra el inicio del asistente virtual, en el cual se le pide usuario y contraseña para iniciar sesión.

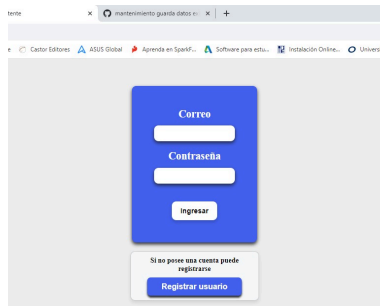


Fig. 3. Inicio de sesión.

El acceso del usuario se realiza a través de su correo electrónico y la contraseña asignada. Esta elección se basa en

la consideración de que, en futuros trabajos, la opción de informes estará disponible para todos los responsables de los equipos médicos. Sin embargo, se contempla la posibilidad de automatizar el envío mensual de informes directamente al ingeniero a cargo del área. Esta implementación facilitará la visualización de los equipos examinados durante un mes específico, permitiendo un control más efectivo y preciso de los equipos médicos.

Dentro del sistema, una vez que el usuario ha ingresado, se encontrará con el menú principal, donde tiene la capacidad de elegir entre diversas opciones. Puede seleccionar manualmente un equipo para realizar una consulta específica o elegir de manera aleatoria con el propósito de simular una auditoría. Además, tiene la opción de acceder a la opción de nuevas consultas, permitiendo al usuario sugerir nuevos aspectos a revisar en un equipo médico, como tecnovigilancia o ubicación. Esta opción se incorporó para que, una vez que el usuario comience a utilizar el asistente, pueda tener opciones que inicialmente no se tuvieron en cuenta en el proyecto. La Fig. 4 presenta la interfaz principal.



Fig. 3. Interfaz principal.

| Area Equipo | Nombre | Modelo | Fecha Ingreso | Proposito | Rango | Serie | Tipo Consulta |
|----------------------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|-------------|--------|---------------|
| A. A. INGENIERIA BIOMEDICA | BOBBA DE INGENIERIA | BIOMEDICA | 2017-03-11 | HOSPITAL ALMA MATER | No Evaluado | 704933 | Consulta |
| A. A. SALUD ORAL | UNIDAD ODONTOLÓGICA | ATENDIENDO | NT | | | | |
| NT | BOBBA DE INGENIERIA | BIOMEDICA | 2017-03-11 | HOSPITAL ALMA MATER | No Evaluado | 704933 | Consulta |

Fig. 4. Consulta aleatoria de equipos.

En la Fig. 4 puede observar una de las opciones de hacerle consulta a un equipo que es de manera aleatoria, allí el usuario va a poder escoger un equipo de los que se le muestran al azar, y allí podrá visualizar el área en donde se encuentra, la marca, el modelo, la serie, la fecha de ingreso, el riesgo y la consulta a realizar a dicho equipo.

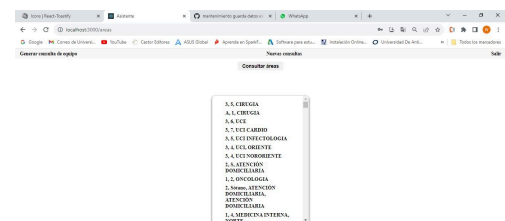


Fig. 5. Consulta manual de equipos por área.

En esta figura (Fig. 5), se observa la otra opción para hacerle

consulta a un equipo que es la manera manual, aquí lo que se observa principalmente son todas las áreas que tiene el hospital y que el usuario va a poder seleccionar una de estas para posteriormente seguir con la elección del equipo.

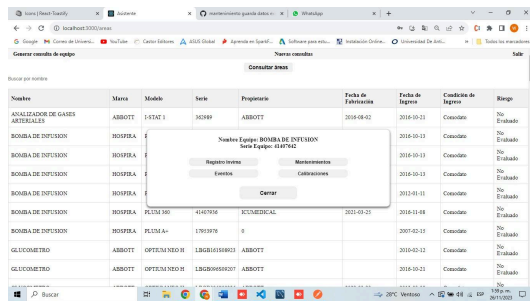


Fig. 6. Consultas de forma manual a realizar al equipo seleccionado.

Ya en esta figura (Fig. 6), se escogió un área del listado mostrado en la Fig. 5, y también se eligió un equipo de esta área seleccionada, los equipos pueden buscarse por nombre en caso de que el usuario quiera hacer un filtro de búsqueda, ya por último al seleccionar el equipo se despliega un modal o ventana emergente en donde se muestran las consultas a realizar a ese equipo, el usuario podrá elegir cualquiera de ellas.

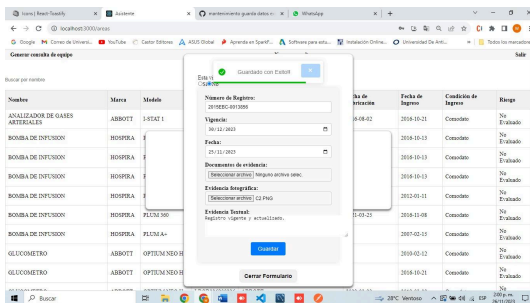


Fig. 7. Guardado exitoso de la consulta hecha al equipo.

En la Fig. 7 se muestra elección de la consulta de registro invima y los campos a llenar o consultar de ese equipo, aquí se van a mostrar campos que ya estén existentes en la base de datos o en caso de que no existan campos llenos que el usuario los pueda llenar o cambiar. Al dar click en guardar se muestra el aviso de guardado exitoso de dicha consulta.

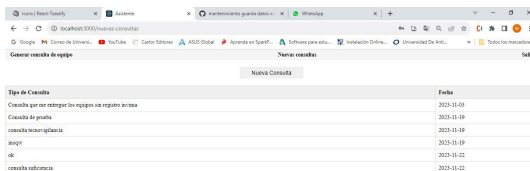


Fig. 8. Campo para agregar una nueva opción de consulta.

Por último del menú principal también está la opción de nuevas consultas, en donde el usuario podrá describir detalladamente la consulta que quisiera que se generará para hacerle a un equipo. Estas recomendaciones o solicitudes serán tenidas en cuenta para posteriormente crear las consultas deseadas por cada usuario según sus necesidades y

requerimientos.

V. TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro, contemplamos la implementación de reportes mensuales que recopilarán información de las consultas realizadas o modificadas, así como las consultas pendientes. Esto permitirá un control más detallado y un registro exhaustivo de las actividades en la plataforma, facilitando al encargado del área de ingeniería la visualización de estas consultas realizadas y pendientes.

Otra tarea pendiente es la expansión de las consultas, como la suficiencia por áreas, la tecnovigilancia de los equipos o la ubicación de estos. Estas consultas adicionales ampliarán la funcionalidad del asistente virtual para abordar más aspectos relacionados con la gestión de los equipos médicos.

Es importante señalar que el presente proyecto no realizó pruebas del asistente virtual en la IPS. Se espera que en futuros trabajos se lleven a cabo estas pruebas para comprobar si los informes de equipos en aspectos como eventos o calibración muestran una tendencia a la disminución o se mantienen constantes. Este software busca mejorar el control sobre el estado de los equipos, con la expectativa de lograr resultados superiores en la prestación de servicios y auditorías.

VI. CONCLUSIONES

- La alta frecuencia de auditorías en instituciones de salud representa una demanda significativa en términos de tiempo y recursos. Esta situación destaca la importancia de herramientas eficientes para preparar y revisar equipos biomédicos ante estas evaluaciones.
- La revisión aleatoria de equipos biomédicos en instituciones de salud puede llevar a preferencias inadvertidas o desequilibrios en la atención. La tarea de mantener al día el estado de cada equipo, incluidos aspectos normativos y de calidad, representa un desafío significativo para los profesionales de ingeniería.
- El proyecto propone una solución mediante el desarrollo de un asistente virtual que facilita la selección y revisión tanto aleatoria como manual de equipos biomédicos. Este enfoque busca agilizar el proceso de revisión y mejorar la eficiencia en la gestión de la calidad de los equipos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dispositivos médicos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). PAHO/WHO | Pan American Health Organization. <https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>
- [2] Quickly Develop Cloud Applications with MySQL Heatwave. (s.f.). Oracle | Cloud Applications and Cloud Platform. <https://www.oracle.com/mysql/>