



**Desarrollo de Aplicación Móvil para el Registro y Seguimiento del Mantenimiento
Correctivo de los Equipos Biomédicos en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl**

María José Ardila García

UNIVERSIDAD ECCI

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

BIOMÉDICOS

BOGOTÁ, D.C.

2022

**Desarrollo de Aplicación Móvil para el Registro y Seguimiento del Mantenimiento
Correctivo de los Equipos Biomédicos en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl**

Maria Jose Ardila García

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de: Tecnología en
mantenimiento de equipos biomédicos

Director:

MSc. Ricardo Alonso Espinosa Medina

UNIVERSIDAD ECCI

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

BIOMÉDICOS

BOGOTÁ, D.C.

2022

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud hacia Dios, que me guío en cada proceso del trabajo de grado para poder culminarlo con éxito.

Asimismo, agradezco a mi familia, a mis padres y hermanos, por su comprensión, apoyo, solidaridad y por esas palabras de ánimo que no me dejaron desfallecer para así, ser perseverante, paciente y valorar cada paso que me acerca a la meta final.

También expreso un sentimiento de agradecimiento a la Universidad de ECCI, ya que es la academia que me está formando como ser integral para aportar a esta sociedad conocimientos que logro adquirir cada día, a mi tutor, el ingeniero Ricardo Alonso Espinosa Medina, quien, con su apoyo, tiempo, dedicación y conocimiento, me dio un rumbo para culminar mi trabajo que representa un escalón más en mi formación profesional.

Agradezco al Hospital Departamental San Vicente de Paúl, por permitirme adquirir conocimiento y experiencias en el campo laboral con cada actividad que me brindaba aprendizaje durante el tiempo de pasantía, a su vez, agradezco a los ingenieros Julián Charry y Daniela Losada que me acompañaron en este proceso, con mucha paciencia y sabiduría.

Finalmente, a todos y cada uno de los que se vieron involucrados en mi proyecto de grado les agradezco por el apoyo brindado a lo largo de este tiempo.

Índice

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
CAPITULO I	17
1. Planteamiento del Problema	17
1.1 Justificación	20
1.2 Objetivos.....	22
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	22
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	22
CAPITULO II	23
2 Marco Teórico	23
2.1 Marco legal	23
2.2 Marco Conceptual	24
2.2.1 <i>Mantenimiento preventivo (MP)</i>	24
2.2.2 <i>Mantenimiento predictivo</i>	25
2.2.3 <i>Mantenimiento correctivo</i>	25
2.2.4 <i>Proyectos presentados sobre el registro y control de mantenimiento correctivo</i>	26
2.2.5 <i>App Inventor</i>	27
2.3 Marco contextual	28

2.3.1	<i>Descripción E.S.E. Hospital Departamental San Vicente de Paúl</i>	28
2.3.2	<i>Misión de la empresa</i>	29
2.3.3	<i>Visión de la empresa.</i>	29
2.3.4	<i>Objetivos de la empresa.</i>	29
5.1	Marco Técnico	29
5.1.1	<i>Actividades realizadas en la pasantía</i>	29
CAPITULO III		31
3.	Metodología	31
3.1	Alcance de investigación	31
3.2	Tipo de investigación	31
3.3	Diseño Metodológico	32
Fases desarrollo de la aplicación		32
3.3.1	<i>Fase I</i>	32
3.3.2	<i>Fase II - Algoritmo de programación pantalla principal</i>	32
3.3.3	<i>Fase III - Algoritmo de programación pantalla reportar equipo</i>	33
3.3.4	<i>Fase IV - Algoritmo de programación pantalla Información del equipo</i>	34
CAPITULO IV		38
4.	Resultados	38
CAPITULO V		45
5.	Conclusiones	45

Referencias.....46

Anexos50

Lista de figuras

	<u>Pág.</u>
<i>Figura 1</i> Función App Inventor fuente (Vera, 2020).....	27
<i>Figura 2</i> Función Hojas de cálculo de Google fuente (ClicData, 2020).....	28
<i>Figura 3</i> Algoritmo de programación pantalla principal.....	33
<i>Figura 4</i> Algoritmo de programación reportar equipos.....	34
<i>Figura 5</i> Condensación de la información.	34
<i>Figura 6</i> Inventario de 100 equipos biomédicos de la institución.....	35
<i>Figura 7</i> Pasos para usar Apps Script para programar.....	35
<i>Figura 8</i> Programación Script Hojas de cálculo.	36
<i>Figura 9</i> Algoritmo de programación Información del equipo.	37
<i>Figura 10</i> Pantalla principal de la aplicación.....	40
<i>Figura 11</i> Pantalla reportar daño de algún equipo.....	42
<i>Figura 12</i> Condensación de la información en Hojas de cálculo de Google.	42
<i>Figura 13</i> Pantalla información del equipo.	44

Lista de tablas**Pág.**

Tabla 1 Actividades realizadas en la pasantía.....	30
---	-----------

Lista de Anexos

	<u>Pág.</u>
Anexo A	50

Resumen

Este proyecto expone el diseño de una aplicación por medio de una plataforma online llamada App Inventor, para el control y seguimiento del mantenimiento correctivo que se realiza en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl, haciendo uso de distintas estrategias y procesos de investigación con el objetivo de contribuir a la mejora en el registro, control y seguimiento del mantenimiento correctivo en la institución. Inicialmente se obtuvo el inventario de equipos biomédicos presentes en la institución, esta información se almacenó en una base de datos de Hojas de cálculo de Google agregando información sobre si se encuentra en mantenimiento correctivo, la ubicación actual del equipo y una pequeña descripción para saber si el equipo está operando o no. La aplicación diseñada brinda la opción de consultar todos los datos anteriores referentes a un equipo médico en específico, además, permite realizar el reporte de algún daño sobre un equipo biomédico, el cual quedará almacenado en otra hoja de cálculo de Google. Esta plataforma busca ser un apoyo al área de ingeniería biomédica para facilitar los procesos de registro, consulta y búsqueda de la información, evitando así inconvenientes relacionados con la ubicación u operatividad de los equipos biomédicos.

Palabras clave: Mantenimiento correctivo, App Inventor, Equipos Biomédicos, Hojas de cálculo de Google.

Abstract

This project presents the design of an application through an online platform called App Inventor, for the control and monitoring of corrective maintenance performed at the Departmental Hospital San Vicente de Paul, using different strategies and research processes in order to contribute to the improvement of the company. Initially the inventory of biomedical equipment present in the institution was obtained, this information was stored in a Google Spreadsheets database adding information on whether it is under corrective maintenance, the current location of the equipment and a small description to know if the equipment is operating or not. The designed application provides the option of consulting all the previous data related to a specific medical equipment, and also allows reporting any damage on a biomedical equipment, which will be stored in another Google Spreadsheet. This platform seeks to support the biomedical engineering area to facilitate the processes of registration, consultation and search of information, thus avoiding inconveniences related to the location or operation of biomedical equipment.

Keywords: Corrective maintenance, App Inventor, Biomedical Equipment, Google Spreadsheets.

Introducción

El Hospital Departamental San Vicente de Paúl es una empresa social del estado de mediana complejidad y con servicios complementarios de mayor complejidad, cuenta con una variedad de servicios entre los que se incluyen urgencias y observación, médico-quirúrgicos, pediatría, ginecoobstetricia, salas de cirugía, consulta externa, laboratorio clínico, fisioterapia, imágenes diagnósticas, farmacia, banco de sangre, unidad de cuidados intensivos adultos y neonatal; así como los modernos servicios especializados de endoscopia digestiva. El hospital cuenta con una estructura organizacional dividida en tres áreas: dirección, logística y atención al usuario; el área de logística se encarga de la planeación, adquisición, manejo, utilización, optimización y control de los recursos humanos, financieros, físicos y de información, necesarios para alcanzar y desarrollar los objetivos de la empresa (Hospital Departamental San Vicente de Paúl, 2016).

Una de las subdivisiones encargadas de dar cumplimiento con dichas actividades (planeación, adquisición, manejo, utilización, optimización y control de los recursos humanos, financieros, físicos y de información) es el departamento de Ingeniería Biomédica, ya que se encarga de cumplir con los procesos de gestión respecto a los equipos médicos e infraestructura hospitalaria. Para garantizar esta buena gestión es fundamental dar seguimiento a la normatividad vigente que aplica a los equipos médicos, como el Decreto 4725 de 2005, el cual especifica que se deben realizar todas las actividades destinadas a asegurar el buen funcionamiento del equipo biomédico, involucrando aquellas consideradas como de mantenimiento preventivo, correctivo y verificación de la calibración, entre otras (Decreto Número 4725, 2005). Todas estas actividades influyen considerablemente en el buen funcionamiento del hospital, por ejemplo, si un equipo deja de operar y presenta alguna falla,

primero el usuario (personal asistencial) debe realizar un reporte de la falla al personal encargado del mantenimiento, en el cual se especifiquen las fallas y el comportamiento del equipo. Seguido a esto, el equipo se debe intervenir de inmediato (mantenimiento correctivo), siendo este un mantenimiento no planificado, si no se realiza esta intervención al equipo se afectan muchos procesos en el sistema de gestión, donde el equipo debe dejar de operar impactando en la atención al usuario y las labores biomédicas.

La evolución del mantenimiento puede notarse desde principios del siglo XIX, luego de iniciada la Revolución Industrial, ya que se necesitó la aplicación del mantenimiento correctivo en los inicios de la creación de herramientas complejas hasta la automatización de procesos, debido a esto la necesidad de mantenimiento siempre ha estado presente para mejorar la producción de bienes y servicios (González, 2020). Con el tiempo surgieron nuevas tecnologías y, junto a ellas, procesos de detección de fallos. Debido a esto, los costos en mantenimiento aumentaron y se mejoró la gestión de técnicas de mantenimiento (González, 2020).

En Colombia, a lo largo de la historia se han generado diferentes leyes que establecen un control en el mantenimiento de equipos biomédicos. Por ejemplo, la ley 100 de 1993 establece en el artículo 189 que los hospitales públicos y privados en los cuales el valor de los contratos suscritos con la nación o las entidades territoriales representen más de treinta por ciento (30 %) de sus ingresos totales deberán destinar como mínimo el 5 % del total de su presupuesto a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y la dotación hospitalaria (*Ley 100 de 1993*, 1993). En el Decreto 1769 de 1994 se establecen las actividades que tienden a mejorar el funcionamiento de un equipo médico (*Decreto 1769*, 1994). También, en 1997 por medio de la circular externa 029 se indica el marco legal, la justificación y la necesidad del plan de mantenimiento en las instituciones prestadoras de servicios de salud, adicionalmente se incluyen

modelos de formatos que permiten el desarrollo de las funciones de inspección y vigilancia por parte de las entidades territoriales, tanto en la elaboración y aplicación del plan de mantenimiento hospitalario, como en la asignación y ejecución de recursos para el mantenimiento hospitalario en las instituciones prestadoras de servicios de salud de su jurisdicción (Circular Externa No. 029, 1997).

Luego, en el 2005 se indica en el Decreto 4725 reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos, almacenamiento, dando actividades específicas a seguir para el uso, importación, exportación, comercialización y mantenimiento de los dispositivos médicos (*Decreto Número 4725, 2005*). Finalmente, la resolución 3100 de 2019 en el numeral 11.1.3 nos indica los registros que se deben llevar en relación de los equipos biomédicos requeridos para la prestación de servicios, garantizando las condiciones técnicas de calidad de los equipos biomédicos, por ejemplo, el uso de formatos de Hojas de vida de los equipos biomédicos, con los registros de los mantenimientos preventivos y correctivos, entre otros (*Resolución Número 3100, 2019*)

Debido a que presta diferentes servicios, el hospital departamental San Vicente de Paul cuenta con una variedad de equipos biomédicos, y todos los días se puede llegar a presentar al menos un mantenimiento correctivo. Esto lleva a un seguimiento documental, según la normativa vigente, pero no se completa el reporte del mantenimiento preventivo hasta que el equipo no presente ningún fallo y vuelva a su funcionamiento. El hospital maneja un software para el control de la gestión documental en el cual se realizan las notificaciones acerca de los daños en algún equipo; Sin embargo, se evidencian diferentes problemas, entre estos, se destaca la poca información que se comparte al personal asistencial acerca del estado y la ubicación del equipo reportado, esto genera conflictos entre los involucrados y deficiencias en la prestación de

servicios, ya que el único con esta información es el ingeniero que está realizando el mantenimiento. Por esta razón, el objetivo del presente proyecto es realizar una aplicación por medio de la herramienta App Inventor para llevar un seguimiento del mantenimiento correctivo del equipo que se reporte con algún daño, en dado caso que el equipo necesite algún repuesto y no se cuente con su disponibilidad, o se tenga que trasladar al taller para su respectiva revisión, la aplicación brindará la posibilidad del seguimiento del equipo al personal asistencial interesado.

CAPITULO I

1. Planteamiento del Problema

Los dispositivos médicos son un componente fundamental en la salud, debido a que brindan beneficios que continuamente aumentan ya que son esenciales para diagnosticar, prevenir, rehabilitar y tratar enfermedades de una manera segura y efectiva (Organización Panamericana de la Salud, 2019). Los pasos que implican la fabricación, regulación, planificación, evaluación, adquisición y administración de dispositivos médicos son complejos pero necesarios para garantizar su calidad, seguridad y compatibilidad con los entornos en los que se utilizan, debido a que se debe verificar que no atente contra la salud del paciente (Organización Panamericana de la Salud, 2019).

El mantenimiento hospitalario es la actividad técnico-administrativa que se realiza para prevenir daños, también se puede presentar el caso de restablecer ya sea la infraestructura o la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento, esta actividad se debe presentar de forma periódica y su principal objetivo es minimizar las probabilidades de riesgo y fallas de los equipos, además de obtener una operación continua de los equipos, logrando alargar y mejorar la vida útil del equipo (Cabrera & Gómez, 2017). Entre los procedimientos que pueden estar incluidos en el proceso del mantenimiento están la limpieza, lubricación, ajuste y calibración, reemplazo de partes, que se realizan en una gestión de mantenimiento (García, 2006).

La realización periódica de las actividades de la gestión de mantenimiento, para conservar el buen estado de la tecnología médica, con el fin primario de mantener la seguridad de los usuarios, además de la minimización de futuros costos. Dichas prácticas son obligatorias para las IPS, según normas como la resolución 2003 de 2014, la resolución 4816 de 2008 o el decreto

4725 de 2005, con el cumplimiento de esta normatividad nacional vigente se garantiza la calidad y seguridad en los usuarios, ya que se especifica todas las actividades destinadas a asegurar el buen funcionamiento del equipo biomédico, involucrando aquellas consideradas como de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y verificación de la calibración, entre otras (Castellanos, 2021).

Para verificar que las labores anteriores se cumplan adecuadamente con los tiempos estipulados, se debe llevar una gestión documental biomédica siendo este una herramienta para apoyar al personal médico y de ingeniería biomédica en el desarrollo, control y dirección del archivamiento, con el objetivo de contribuir a una óptima operación de los equipos biomédicos dentro de la institución, elaborando esta según lo estipulado por el INVIMA (Ramírez & Soto, 2020).

Dentro de la gestión documental biomédica se encuentra el manejo de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, pero en algunos Hospitales de nuestro país no es posible implementar un Sistema Informático para la gestión del Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Equipamiento Hospitalario, por diferentes motivos los cuales pueden ser el costo, la complejidad o el desconocimiento, no permitiendo la facilidad de estas herramientas brindar información clara y oportuna acerca de las operaciones de mantenimiento y reparación de equipos hospitalarios que se realizan durante el día a día (Bf, 2015).

El Hospital Departamental San Vicente de Paúl no cuenta con un buen seguimiento y control a los mantenimientos correctivos, debido a que si se presenta una falla en un equipo, este debe ser reportado por el personal a cargo del área en servicio. Lo primero que se debe hacer es poner un ticket por medio de un software al cual tiene acceso cada área de servicio de la institución, el personal asistencial debe explicar en el ticket el daño que se evidencia en el equipo.

El ticket llega a la oficina de ingeniería biomédica del Hospital, al momento de que la persona encargada lo recibe, debe informar al personal a cargo para dar el seguimiento correspondiente, es decir, el personal técnico o profesional debe verificar el problema e identificar si debe realizar mantenimiento al equipo según corresponda el caso.

Cuando el personal encargado del mantenimiento ya está dando el seguimiento correspondiente al daño presentado en el equipo, se cierra el ticket, seguido a esto la información desaparece en el software, es decir, ya no hay registro ni evidencia del equipo que se acaba de reportar por daño, además de esto los tickets no se pueden responder, entonces el personal en servicio que reporta el daño desconoce cierta información, por ejemplo si el personal de ingeniería biomédica ya está informado del asunto, si ya se está realizando el mantenimiento, en caso de este, la ubicación del equipo y la operatividad del dispositivo. Como consecuencia, el Hospital Departamental San Vicente de Paúl no cuenta con un adecuado registro y seguimiento para el mantenimiento correctivo del equipamiento hospitalario biomédico, médico y electromecánico.

1.1 Justificación

En el sector de la salud, es indispensable mantener los equipos funcionando de manera eficaz y correcta, por esta razón es fundamental un mantenimiento preventivo y correctivo de ellos, esto garantiza la prestación de un buen servicio (Kevin Rafael Revuelta Galván, 2021). Dentro de las actividades de mantenimiento que se realizan a diario en un Hospital, se encuentra atender mantenimientos de tipo correctivo, a pesar de que se asigna mensualmente un orden de trabajo para mantenimientos preventivos a quien le corresponda, las actividades de mantenimiento correctivo pueden llegar a presentarse a diario (Muñoz, 2008).

Según la OMS el mantenimiento correctivo se realiza con el fin de que el equipo vuelva a estar en servicio en el menor tiempo posible, siendo necesario un procedimiento de resolución de problemas eficiente, en el que se verifique el desperfecto y se determine su origen (Organización Mundial de la Salud, 2012). En algunos casos los técnicos observan que el equipo se ha averiado y determinan qué pasos son necesarios para corregir el problema y que el dispositivo vuelva a funcionar correctamente, llevando un registro documental del procedimiento realizado (Organización Mundial de la Salud, 2012). Es importante tener herramientas digitales modernas basadas, por ejemplo, en aplicaciones móviles, que ayuden a gestionar de forma eficiente y eficaz, el registro y almacenamiento documental de la información de los equipos biomédicos para que esté disponible y localizable en cualquier momento, tanto en físico y digital. Esto permite optimizar el tiempo, seguridad en el manejo de la información y soporte para los diferentes controles de la institución (Orozco & Cortes, 2008).

Por lo anterior, se propone el diseño de una aplicación móvil por medio de App Inventor que permita a los usuarios del Hospital Departamental San Vicente de Paul generar los reportes de mantenimientos correctivos, además de tener la posibilidad de gestionar la información de los

equipos y saber si están operando o si se encuentran fuera de servicio, permitiendo al usuario organizar, controlar y certificar la información de los equipos biomédicos, facilitando el manejo de la información en las diferentes áreas de la institución.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo General*

Desarrollar una aplicación móvil por medio de App Inventor, la cual permita una correcta gestión de la información con respecto al mantenimiento correctivo de los equipos médicos en el Hospital Departamental San Vicente de Paul.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Recopilar y organizar la información acerca de los equipos biomédicos con los que cuenta el inventario del Hospital Departamental San Vicente de Paul.
- Verificar las características y funciones con las que cuenta la plataforma App Inventor para brindar la información necesaria sobre la ubicación y operatividad del equipo en la institución.
- Realizar la programación de la aplicación asegurando que se pueda registrar, consultar y editar los datos del equipo biomédico, generando el registro de la información en hojas de cálculo Google.

CAPITULO II

2 Marco Teórico

En este capítulo se encontrarán los diferentes conceptos relacionados con la gestión documental digital para equipos biomédicos, centrandose en la gestión de mantenimiento, sobre todo en el mantenimiento correctivo y como las herramientas digitales facilitan el registro y organización de esta información.

2.1 Marco legal

En el Decreto 1769 de 1994 Artículo 7°, se define la actividad de mantenimiento en los sectores hospitalarios como una ocupación tecno-administrativa principalmente para prevenir y restablecer la dotación hospitalaria de forma que el equipo esté en sus óptimas condiciones (*Decreto 1769, 1994*).

La Circular Externa 029 de 1997, justifica y explica la necesidad del plan de mantenimiento en las instituciones prestadoras de servicios de salud, incluye inspección, vigilancia y control en la asignación y ejecución de los recursos destinados al mantenimiento hospitalario en la elaboración y aplicación de los planes de mantenimiento hospitalario en las IPS (Circular Externa No. 029, 1997).

La Resolución 1043 de 2006 Anexo técnico No 1 Código 3, Dotación-Mantenimiento, se basa en las condiciones que deben cumplir las instituciones prestadoras de servicios de salud para habilitar sus servicios, realizando un adecuado seguimiento de su documentación y un mantenimiento óptimo (*Resolución Número 1043 , 2006*).

El Decreto 2609, 2012 establece la función del archivo general para promover y fortalecer los archivos públicos del país y así garantizar la eficiencia del estado y conservación del patrimonio documental, el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones y en particular al uso de medios electrónicos como elemento necesario en la optimización de los trámites ante la Administración Pública (Decreto 2609, 2012).

El decreto 4725 de 2005 en el Artículo 2, establece las actividades que se deben realizar para lograr un buen funcionamiento de un equipo biomédico, incluyendo aquellas actividades consideradas como de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y verificación de la calibración, entre otras (Decreto Número 4725, 2005).

La resolución 3100 de 2019 en el numeral 11.1.3, nos indica los registros que se deben llevar en relación de los equipos biomédicos requeridos para la prestación de servicios, garantizando las condiciones técnicas de calidad de los equipos biomédicos, por ejemplo, el uso de formatos de Hojas de vida de los equipos biomédicos, con los registros de los mantenimientos preventivos y correctivos, entre otros (Resolución Número 3100, 2019).

En el Acuerdo 006 de 2014 Artículo N°3 se dictan las definiciones sobre la conservación documental, preventiva, restaurativa, documento electrónico, archivo y digital, su preservación digital, a largo plazo, sistema integrado de conservación (*Acuerdo 6*, 2014).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Mantenimiento preventivo (MP)

“Se realiza para prolongar la operatividad y fiabilidad de un equipo o dispositivo, evitando que se presenten daños en este. El mantenimiento preventivo habitualmente se programa a

intervalos de tiempo definidos, se deben realizar tareas de mantenimiento específicas como por ejemplo limpieza, lubricación o reemplazo de piezas en caso de ser necesario, debido a que estas se desgastan o cumplen con el ciclo de su vida útil. Por lo general el fabricante establece los procedimientos e intervalos de tiempo para intervenir el dispositivo. En algunos casos, el usuario puede modificar la frecuencia, según las condiciones del medio en que opere el equipo. Se puede llamar en algunas ocasiones al mantenimiento preventivo “mantenimiento planificado” o “mantenimiento programado”” (Organización Mundial de la Salud, 2012).

2.2.2 Mantenimiento predictivo

“Es una actividad que se realiza para prevenir fallas en determinados componentes reemplazables por ejemplo válvulas, baterías. El intervalo de tiempo para realizar este procedimiento se establece buscando la manera de reemplazar los componentes antes de que se averíen y así garantizar que el funcionamiento del dispositivo siga siendo fiable. En el marco de la atención sanitaria este mantenimiento se realiza principalmente en un centro asistencial de salud que tenga una gran cantidad de dispositivos médicos de un mismo modelo o de un solo fabricante” (Organización Mundial de la Salud, 2012).

2.2.3 Mantenimiento correctivo

“El mantenimiento correctivo o mantenimiento no programado es el procedimiento que se ejecuta para restaurar la seguridad, la integridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una falla, para que el funcionamiento de este sea fiable” (Organización Mundial de la Salud, 2012).

2.2.4 *Proyectos presentados sobre el registro y control de mantenimiento correctivo*

Se han evidenciado varios proyectos de gestión documental entre los cuales podemos evidenciar los reportes de mantenimiento correctivo por ejemplo en el año 2015, se presentó un proyecto realizado por Édison Ferley Reyes Aguilar y Moisés Antonio Gutiérrez López sobre el desarrollo de un software para la gestión del mantenimiento a equipos biomédicos mediante PHP, bajo lineamientos OMS, donde se administra la información de los inventarios de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos en los equipos biomédicos, bajo el módulo de mantenimientos se permite generar o modificar órdenes de trabajo a realizar en el mantenimiento correctivo, también se puede generar, modificar y validar reportes de servicio, es decir reportar algún mantenimiento correctivo (Reyes & Gutiérrez, 2015).

Otro proyecto fue en el año 2019 por Pedro Daniel Valderrama Bolaños, donde propone un sistema de información para la gestión de mantenimiento en equipos biomédicos, por medio de la implementación de un software de gestión, permitirá la organización mediante la sistematización del plan de mantenimiento y las ordenes de trabajo en los procesos de mantenimiento correctivo(Valderrama & Gómez, 2019).

En los hospitales también se evidencia el manejo de algunas herramientas que tienen costo para poder realizar reportes de los mantenimientos, entre otras opciones que brindan las aplicaciones, por ejemplo, Azzier Asset Maintenance Management Software que es un sistema de gestión de mantenimiento activo para operaciones como exigir el mantenimiento de activos, la programación, la planificación y los requisitos de interfaz corporativos (Reyes & Gutiérrez, 2015).

2.2.5 App Inventor

“Es una plataforma usada como una herramienta para apoyo a la programación creada por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), fue acreditada por Google para sus usuarios como opción para innovar y crear de una manera sencilla aplicaciones para dispositivos Android, en App Inventor para condicionar un programa se tienen las estructuras if-then, if-then-else , while y choose” (Posada, 2014).

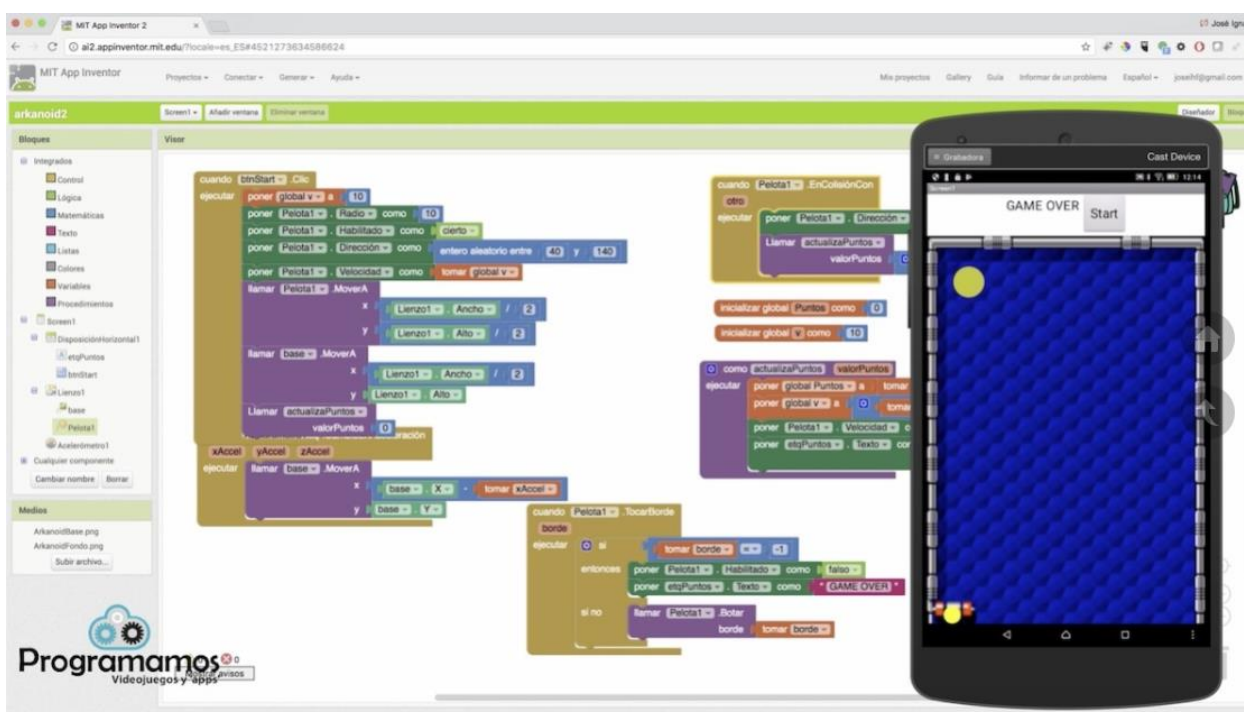


Figura 1 Función App Inventor. Modificado de (Huertas, 2017).

2.2.6 Hojas de cálculo de Google

“Es una plataforma similar a Excel, son con hojas de cálculo, hacen parte del conjunto gratuito de Google Docs Editors buscando ser online, esta función la ofrece Google. También cuenta con funciones básicas tales como: crear planillas con gráficos, imágenes, formulas,

funciones, tablas y bordes, formatos de texto etc. Además, permite importar archivos tipo csv, xls y ods” (Ávila, 2013).

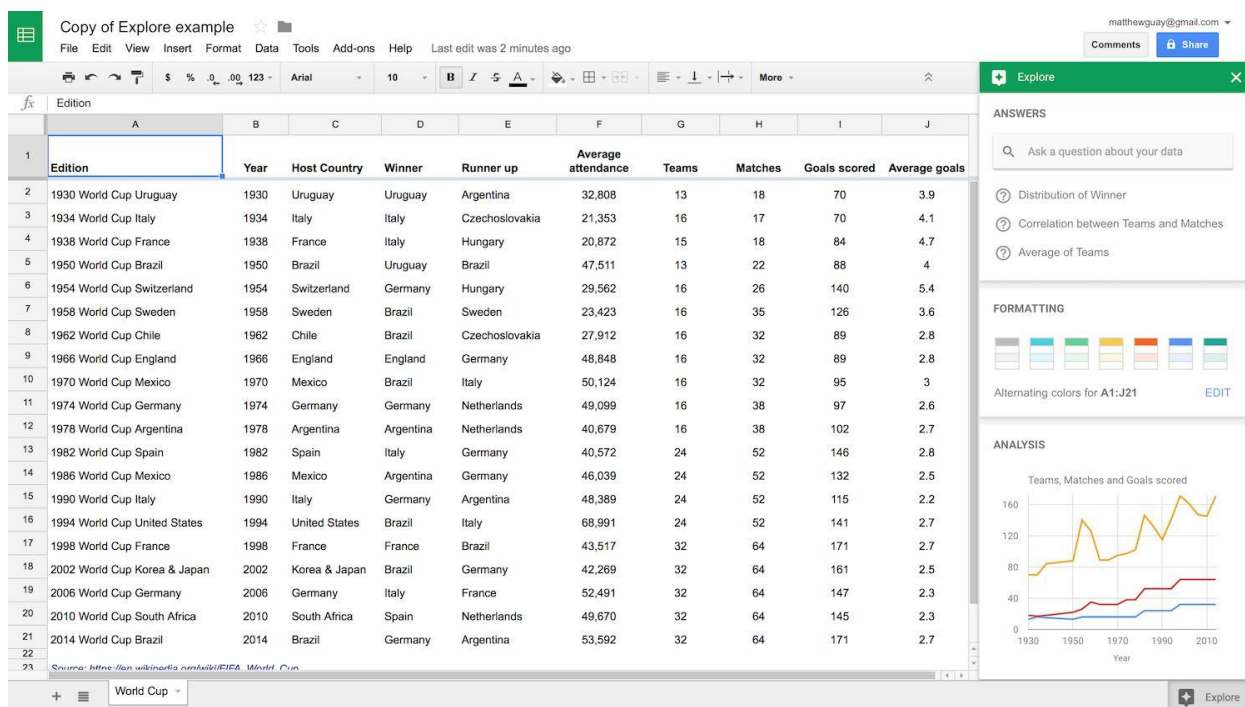


Figura 2 Función Hojas de cálculo de Google. Modificado de(Clicdata, 2020).

2.3 Marco contextual.

2.3.1 Descripción E.S.E. Hospital Departamental San Vicente de Paúl

El Hospital Departamental San Vicente de Paúl es una Empresa Social del Estado de 3 nivel de complejidad, ubicada en el Municipio de Garzón con área de influencia en los 7 municipios del Centro del Departamento del Huila y algunos Municipios del Vecino Departamento del Caquetá (Hospital Departamental San Vicente de Paúl, 2021). Dotado de una variedad de servicios que incluyen entre otros urgencias y observación, médico-quirúrgicos, pediatría, ginecoobstetricia, salas de cirugía, consulta externa, laboratorio clínico, fisioterapia, nutrición y dietética, imágenes diagnosticas, con radiología, ecografía y tomografía axial computarizada, banco de sangre, unidad

de cuidados intensivos adultos y neonatal, entre otros (Hospital Departamental San Vicente de Paúl, 2016).

2.3.2 Misión de la empresa

“Garantizamos servicios de salud de calidad sostenible, humanizados y seguros; con un talento humano valorado que aporta gestión del conocimiento al mejoramiento continuo de la calidad de vida y salud de la población” (Hospital Departamental San Vicente de Paúl, 2021).

2.3.3 Visión de la empresa.

“Ser líder en calidad e innovación en la prestación de servicios de salud del Sur Colombiano, en términos de satisfacción de las necesidades y expectativas de sus usuarios, comprometida con el mejoramiento continuo, la aplicación sistemática del conocimiento técnico científico y el desarrollo de su capital humano” (Hospital Departamental San Vicente de Paúl, 2021).

2.3.4 Objetivos de la empresa.

- Asegurar estándares superiores de calidad sostenibles en la institución.
- Lograr la sostenibilidad financiera y rentabilidad social de la institución.
- Garantizar el modelo integrado, humano y seguro en la prestación de servicios que responda a las necesidades en salud de la población (Hospital Departamental San Vicente de Paúl, 2021).

2.4 Marco Técnico

2.4.1 Actividades realizadas en la pasantía

El desarrollo del objetivo propuesto va con el cumplimiento de las actividades realizadas durante la pasantía. A través de la Tabla 1 se nombran dichas actividades junto con los conocimientos adquiridos y los respectivos responsables.

Tabla 1 Actividades realizadas en la pasantía

Objetivo de la pasantía	Actividades	Productos de conocimiento logrados	Responsables
Ampliar conocimientos acerca de los procesos que se realizan en el área de ingeniería biomédica en la institución, a través de procesos como mantenimiento preventivo y correctivo, procesos de gestión documental, entre otros.	Realizar rondas de inspección semanalmente a los servicios con el fin de detectar fallas en los equipos biomédicos.	Se adquirieron conocimientos acerca de los parámetros básicos de funcionamiento de los equipos biomédicos.	Ing. Julián Charry e Ing. Daniela Losada.
	Brindar apoyo en la recepción de solicitudes de mantenimiento de equipos biomédicos.	Se reconocen protocolos adecuados para la atención a solicitudes de mantenimiento.	Ing. Julián Charry e Ing. Daniela Losada.
	Apoyar la actualización de inventario de equipos biomédicos.	Se logra identificar una buena organización y manejo sobre la gestión documental de los equipos biomédicos.	Ing. Julián Charry e Ing. Daniela Losada.
	Apoyar el proceso de controlar los riesgos en la prestación de los servicios a fin de minimizar eventos adversos.	Se identifican procesos de prevención frente a eventos adversos que se puedan presentar en los servicios.	Ing. Julián Charry e Ing. Daniela Losada.
	Asistencia, capacitaciones y/o reuniones informativas programadas por la E.S.E. o el líder del proceso de gestión tecnológica.	Se adquieren conocimientos acerca del manejo de los equipos biomédicos, variando su marca y modelo.	Ing. Julián Charry e Ing. Daniela Losada.

Nota. Elaboración propia.

CAPITULO III

3. Metodología

En el presente capítulo se evidencian las fases del diseño de la aplicación por medio de App Inventor como herramienta para los reportes y consultas de mantenimiento correctivo en el área de ingeniería biomédica, buscando llevar esta información a una base de datos en hojas de cálculo de Google, caracterizada por tener una amplia variedad de funciones con las que es posible modificar cualquier información de algún equipo en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl.

3.1 Alcance de investigación

Esta investigación busca mejorar el control del manejo sobre los reportes y seguimientos que se le dan al mantenimiento correctivo en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl.

3.2 Tipo de investigación

Este proyecto se desarrolló mediante un método de investigación aplicado ya que su objetivo es analizar y evaluar una solución a un problema que se está presentando en la institución donde se realizó la pasantía y la aplicación de la propuesta pueda ser una alternativa para dar solución. Por ello se obtuvo información del Hospital, y se propone una herramienta por medio de una aplicación que me almacena información en hojas de cálculo de Google, el cual maneja una estructura de datos llevados en una clasificación de formatos con un orden y agrupación específicos, para ser una herramienta de apoyo en la búsqueda de los equipos biomédicos.

3.3 Diseño Metodológico

Fases desarrollo de la aplicación

3.3.1 Fase I

Después de identificar el problema que se presenta en la institución se investigó acerca de las plataformas que se pueden usar como herramienta para la elaboración y construcción de la aplicación, indagando sobre propuestas ya usadas antes, proyectos que se han realizado anteriormente o las plataformas que se usan actualmente en los hospitales. Con base en esta investigación se escogió la herramienta por medio de la cual se diseñó la aplicación propuesta.

3.3.2 Fase II - Algoritmo de programación pantalla principal

La herramienta digital propuesta, está compuesta por tres pantallas, debido a que App Inventor me permite generar interfaces gráficas con diferentes pantallas, esto con el propósito de garantizar la organización de la información a la hora de programar. La primera pantalla que se programo fue la pantalla principal, donde se explica brevemente las funciones que brinda la aplicación y como acceder a estas opciones por medio de tres botones, el primer botón que se evidencia cumple con la función de reportar algún daño presentado en un equipo, se encuentra otro botón para brindar información del equipo y por último se encuentra el botón que permite salir de la aplicación. En los botones “Reportar equipo” e “información del equipo”, se realizó una lógica de programación que enviará a dos pantallas diferentes, cada pantalla cuenta con un algoritmo de programación diferente, esto depende el botón que el usuario oprima. Finalmente, el botón salir simplemente ejecutara la función de cerrar la aplicación, como se evidencia en la figura 3.

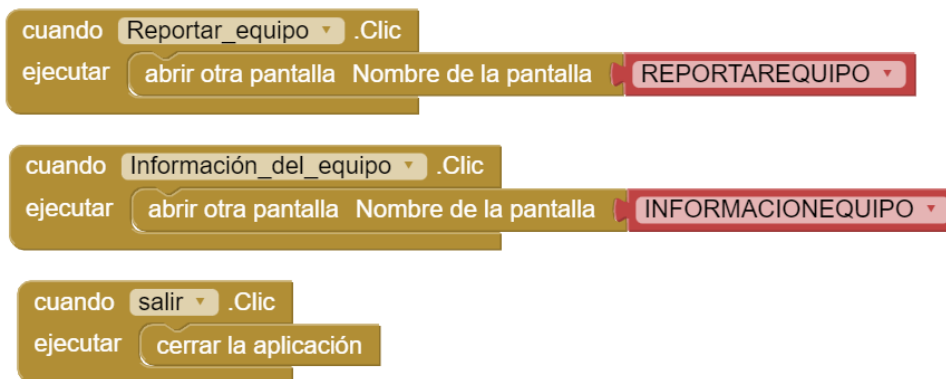


Figura 3 Algoritmo de programación pantalla principal. Elaboración propia.

3.3.3 Fase III - Algoritmo de programación pantalla reportar equipo

Esta pantalla busca obtener datos acerca de algún daño presentado en un equipo médico, el usuario debe llenar unos campos de texto que están en la aplicación, que buscan obtener información del equipo biomédico a la hora de reportar un daño acerca de este, es decir, el nombre del equipo, área de servicio donde opera el equipo, número de inventario del equipo biomédico y daño a reportar. Esta información se enviará a una hoja de cálculo de Google cuando el usuario de clic en el botón “ENVIAR”, esta hoja de cálculo de Google cuenta con funciones muy similares a las de Excel, lo que facilita su uso para los gestores de información como se observa en la figura 5, buscando que sea una base de datos, donde me almacenen todos los reportes de mantenimiento correctivo. Esto se logra por medio de la función “llamar URL”, que se usa programando en los bloques de conectividad, en la opción “web” que brinda la plataforma App Inventor como se observa en la figura 4.

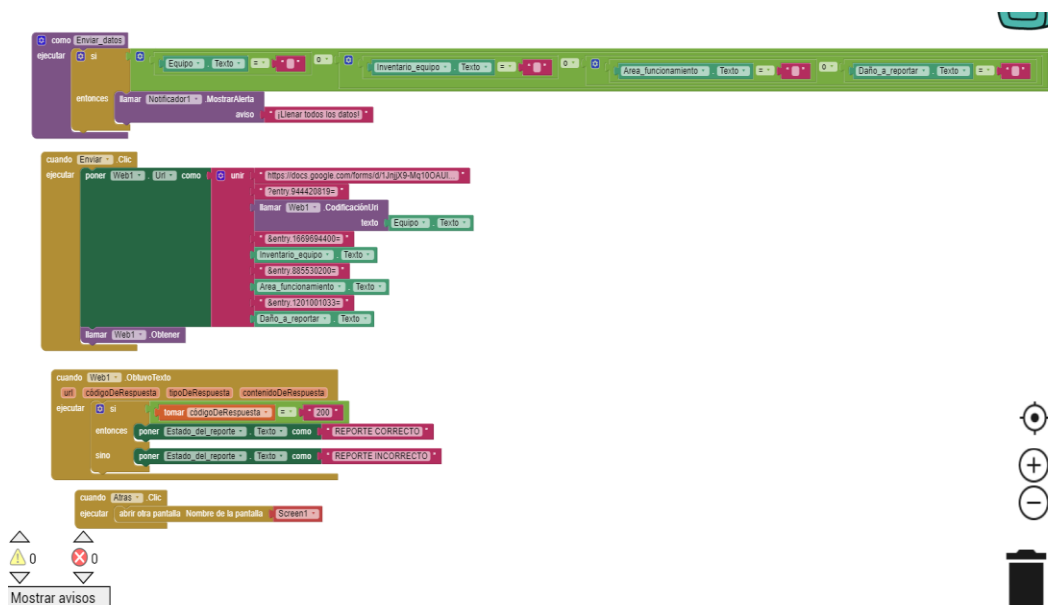


Figura 4 Algoritmo de programación reportar equipos. Elaboración propia.

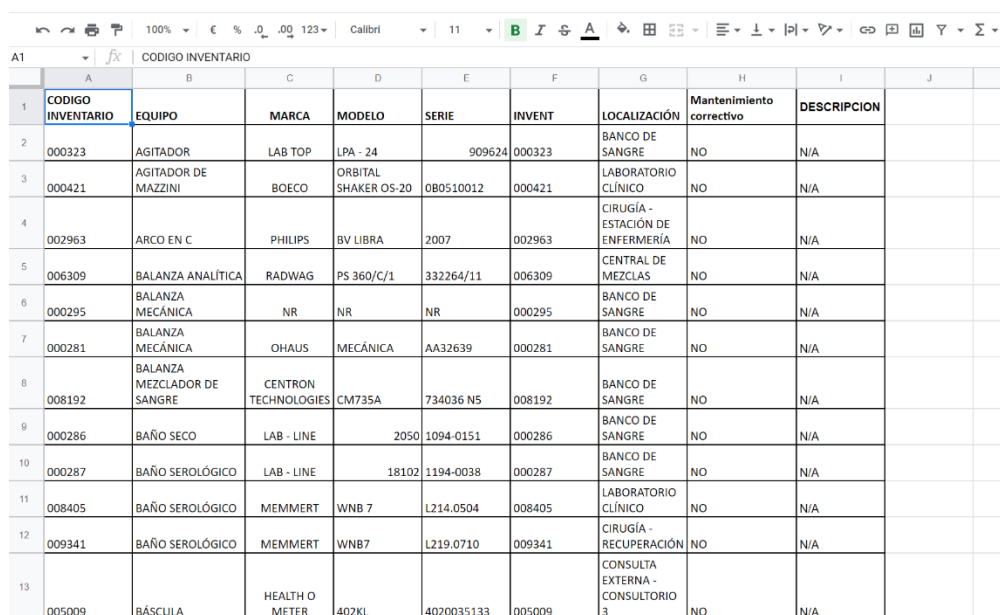
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	FECHA Y HORA	EQUIPO A REPORTAR	INVENTARIO DEL EQUIPO	ÁREA DE FUNCIONAMIENTO	DAÑO A REPORTAR			
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

Figura 5 Condensación de la información. Elaboración propia

3.3.4 Fase IV - Algoritmo de programación pantalla Información del equipo

En esta pantalla se realizó una lógica de programación para realizar un buscador. Primero se condensa en una hoja de cálculo de Google, un inventario de 100 equipos médicos presentes en la institución, dando una serie de información como: nombre del equipo, marca, modelo, serie, número de inventario, la ubicación del equipo, si se encuentra en mantenimiento correctivo y alguna descripción, como se observa en la figura 6. Con base en la información adquirida, se

realizó un algoritmo de programación por medio de Apps Script como se observa en la figura 8 y el anexo A, debido a que las hojas de cálculo de Google brindan esta opción, por medio de la función “extensiones” como se observa en la figura 7, esto con el fin de enviar la información a App Inventor.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	CODIGO INVENTARIO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	INVENT	LOCALIZACIÓN	Mantenimiento correctivo	DESCRIPCION	
2	000323	AGITADOR	LAB TOP	LPA - 24	909624	000323	BANCO DE SANGRE	NO	N/A	
3	000421	AGITADOR DE MAZZINI	BOECO	ORBITAL SHAKER OS-20	080510012	000421	LABORATORIO CLÍNICO	NO	N/A	
4	002963	ARCO EN C	PHILIPS	BV LIBRA	2007	002963	CIRUGÍA - ESTACIÓN DE ENFERMERÍA	NO	N/A	
5	006309	BALANZA ANALÍTICA	RADWAG	PS 360/C/1	332264/11	006309	CENTRAL DE MEZCLAS	NO	N/A	
6	000295	BALANZA MECÁNICA	NR	NR	NR	000295	BANCO DE SANGRE	NO	N/A	
7	000281	BALANZA MECÁNICA	OHAUS	MECÁNICA	AA32639	000281	BANCO DE SANGRE	NO	N/A	
8	008192	BALANZA MEZCLADOR DE SANGRE	CENTRON TECHNOLOGIES	CM735A	734036 N5	008192	BANCO DE SANGRE	NO	N/A	
9	000286	BAÑO SECO	LAB - LINE	2050	1094-0151	000286	BANCO DE SANGRE	NO	N/A	
10	000287	BAÑO SEROLÓGICO	LAB - LINE	18102	1194-0038	000287	BANCO DE SANGRE	NO	N/A	
11	008405	BAÑO SEROLÓGICO	MEMMERT	WNB 7	L214.0504	008405	LABORATORIO CLÍNICO	NO	N/A	
12	009341	BAÑO SEROLÓGICO	MEMMERT	WNB7	L219.0710	009341	CIRUGÍA - RECUPERACIÓN	NO	N/A	
13	005009	BÁSCULA	HEALTH O METER	402KL	4020035133	005009	CONSULTA EXTERNA - CONSULTORIO 3	NO	N/A	

Figura 6 Inventario de 100 equipos biomédicos de la institución.

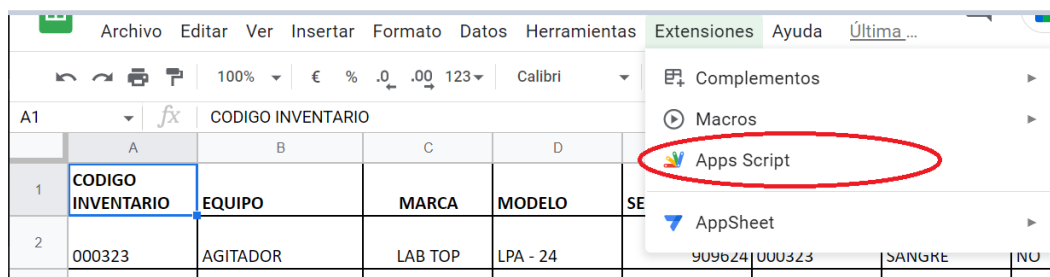
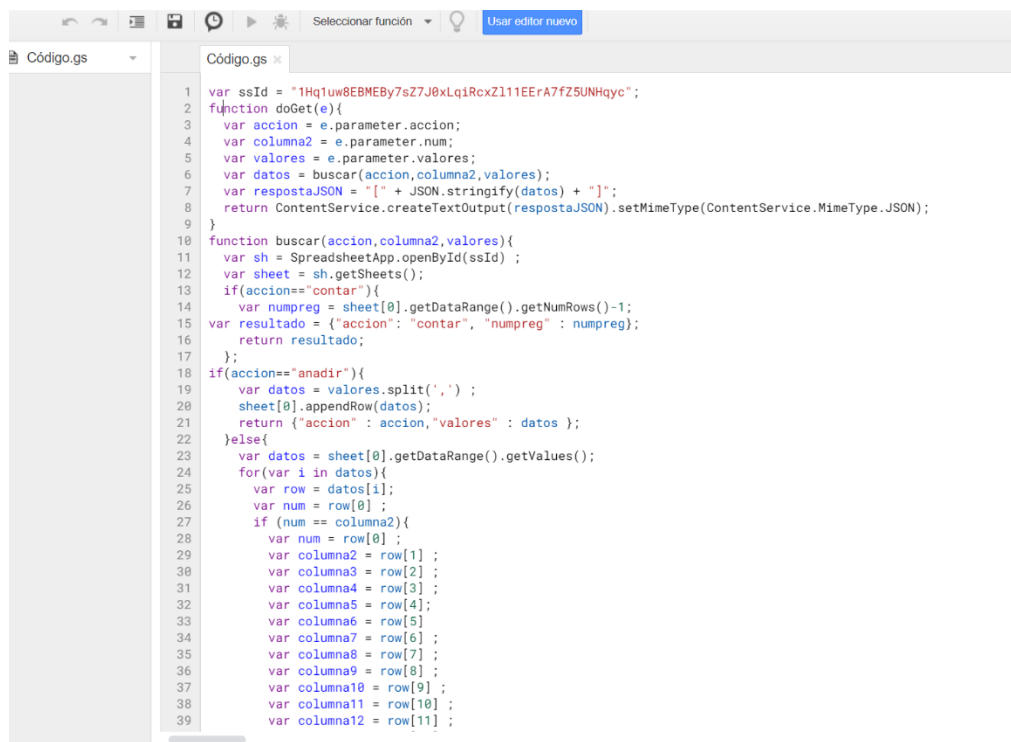


Figura 7 Pasos para usar Apps Script para programar. Elaboración propia.



```

1  var ssId = "1Hq1uw8EBMEBy7sZ7J0xLq1RcxZl11EErA7fZ5UNHqyc";
2  function doGet(e){
3    var accion = e.parameter.accion;
4    var columna2 = e.parameter.num;
5    var valores = e.parameter.valores;
6    var datos = buscar(accion, columna2, valores);
7    var respuestaJSON = "[" + JSON.stringify(datos) + "]";
8    return ContentService.createTextOutput(respuestaJSON).setMimeType(ContentService.MimeType.JSON);
9  }
10 function buscar(accion, columna2, valores){
11   var sh = SpreadsheetApp.openById(ssId);
12   var sheet = sh.getSheets();
13   if(accion=="contar"){
14     var numpreg = sheet[0].getDataRange().getNumRows()-1;
15   var resultado = {"accion": "contar", "numpreg" : numpreg};
16   return resultado;
17   };
18   if(accion=="anadir"){
19     var datos = valores.split(',') ;
20     sheet[0].appendRow(datos);
21     return {"accion" : accion, "valores" : datos };
22   }else{
23     var datos = sheet[0].getDataRange().getValues();
24     for(var i in datos){
25       var row = datos[i];
26       var num = row[0];
27       if (num == columna2){
28         var num = row[0];
29         var columna2 = row[1];
30         var columna3 = row[2];
31         var columna4 = row[3];
32         var columna5 = row[4];
33         var columna6 = row[5];
34         var columna7 = row[6];
35         var columna8 = row[7];
36         var columna9 = row[8];
37         var columna10 = row[9];
38         var columna11 = row[10];
39         var columna12 = row[11];

```

Figura 8 Programación Script Hojas de cálculo. Elaboración propia.

Finalmente se realizó una programación mediante los bloques de App Inventor para que, por medio de la información adquirida, la aplicación cumpliera con la función de buscar en la hoja de cálculo de Google, los datos del equipo médico, trayendo esta información de las celdas de la hoja de cálculo de Google y poniéndola en diferentes etiquetas de App Inventor como se observa en la figura 9.

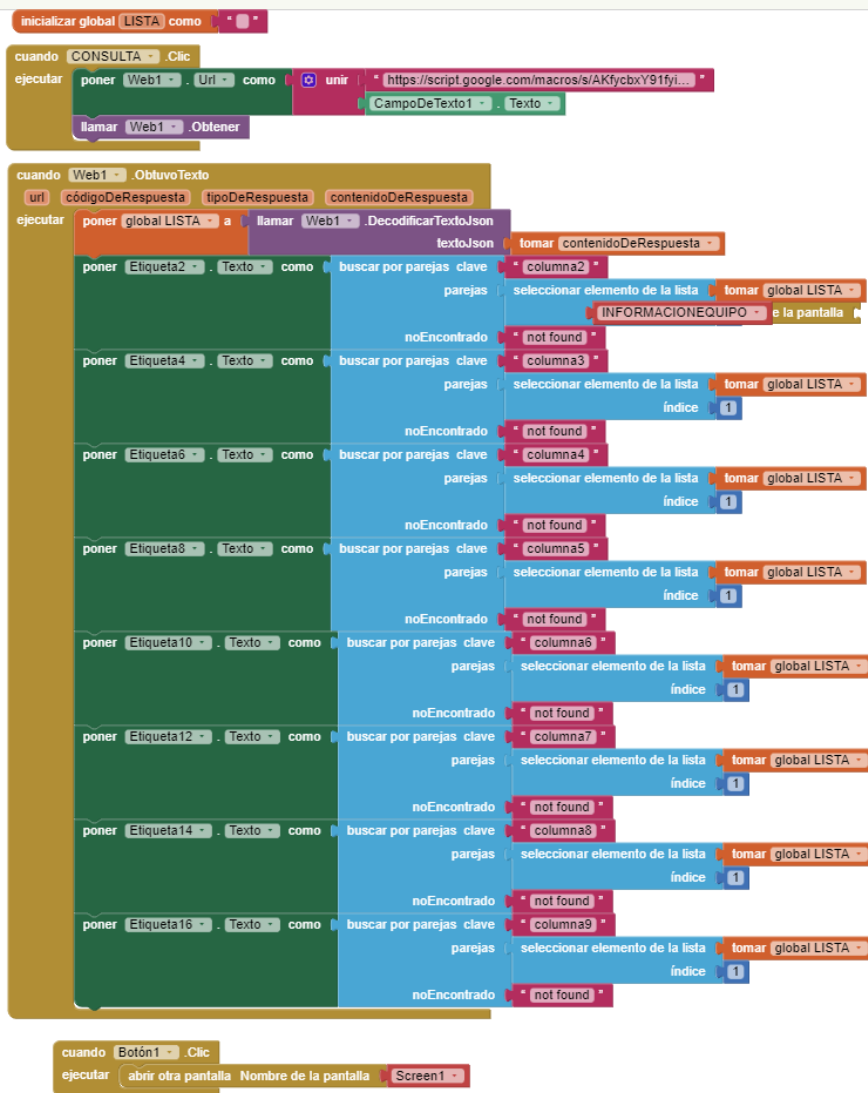


Figura 9 Algoritmo de programación Información del equipo. Elaboración propia.

CAPITULO IV

4. Resultados

De acuerdo con la metodología propuesta, en este apartado se presentan los resultados obtenidos en las cuatro fases planteadas y sus correspondientes etapas. Durante la primera fase del proyecto, se logró determinar el problema para plantear una solución y ser socializada por las diferentes fases propuestas.

4.1 Fase I

Después de identificar el problema que se evidenciaba en la institución, se propone la idea del diseño de una herramienta digital, por ello lo primero que se hizo en el desarrollo del presente proyecto fue seleccionar la plataforma como herramienta para realizar la aplicación que, desde un principio fue App Inventor seleccionada como plataforma para la creación de la aplicación móvil. App Inventor es un entorno de trabajo de programación visual originalmente creada por Google y por el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), de modo que para el ingreso es necesario disponer de una cuenta de Google. Las ventajas del entorno de trabajo son numerosas, siendo la más predominante su sencillez y, por ende, la facilidad de aprendizaje. Además, permite el acceso desde cualquier ordenador con conexión a internet sin instalar elementos adicionales y también ofrece cuantiosas herramientas para desarrollar aplicaciones de baja y alta complejidad, como generar interfaces gráficas con diferentes pantallas, esto con el propósito de garantizar la organización de la información, lo que brinda gran utilidad en el proyecto (Santafé, 2020).

4.2 Fase II

La aplicación se encuentra dividida en tres pantallas, la primera es la pantalla principal, en esta se puede encontrar una pequeña descripción de las funciones de la aplicación y cuenta con tres botones el primero se denomina “Reportar equipo”, si la persona lo oprime se ira a otra pantalla que se explicará en la Fase III, donde el usuario podrá reportar algún daño en el equipo, el siguiente botón se llama “Información del equipo”, el usuario puede oprimir este en caso de querer consultar algún dato del equipo médico sobre todo su ubicación y si se encuentra en mantenimiento correctivo, al usuario oprimir este botón se abrirá igualmente otra pantalla que se explicará en la Fase IV. Por último, se encuentra botón “Salir”, que es para cuando la persona desee salir de la plataforma, lo anterior se puede observar en la figura 10.



Figura 10 Pantalla principal de la aplicación. Elaboración propia

4.3 Fase III

Cuando el usuario oprime en la pantalla principal el botón "REPORTAR EQUIPO", la aplicación cumplirá con la función de enviar al usuario a otra pantalla, en esta se despliegan unos campos de texto que buscan recolectar una serie de información para reportar algún daño que se presenta en un equipo, la información que se requiere llenar en los campos de texto es:

- Nombre equipo
- Número de inventario del equipo
- Área de funcionamiento del equipo

- Daño a reportar

Después de que el usuario llene todos los campos de texto mencionados, debe oprimir el botón “Enviar”. Siguiendo a esto, para verificar que la información se ha enviado de forma correcta a la hoja de cálculo de Google en la aplicación se estableció una etiqueta que dice “ESTADO DEL REPORTE” si el proceso se culmina de manera exitosa, se evidenciará al lado de la etiqueta mencionada anteriormente una notificación que dirá “REPORTE CORRECTO”, en caso de que no funcione la aplicación notificará “REPORTE INCORRECTO”. Si el reporte se realiza de manera exitosa se enviará la información con el fin de condensarla en la hoja de cálculo de Google, con la hora y fecha exacta en la que ocurre el daño del equipo a reportar, como una base de datos, esto se puede evidenciar en las figuras 11 y 12.



REPORTAR DAÑO DEL EQUIPO

Debe llenar los campos de texto con los datos adquiridos, luego darle al botón "ENVIAR" si los datos se enviaron correctamente el estado del reporte saldrá "Reporte correcto", por el contrario si ocurre algún problema este notificara "Reporte incorrecto".

Monitor de signos vitales
00319
Urgencias
no enciende

ESTADO DEL REPORTE: REPORTE CORRECTO



ENVIAR



ATRÁS

Figura 11 Pantalla reportar daño de algún equipo. Elaboración propia.

	A	B	C	D	E	F	G
1	FECHA Y HORA	EQUIPO A REPORTAR	INVENTARIO DEL EQUIPO	ÁREA DE FUNCIONAMIENTO	DAÑO A REPORTAR		
2	4/06/2022 17:23:56	Monitor de signos vitales	00319	Urgencias	no enciende		
3							
4							
5							

Figura 12 Condensación de la información en Hojas de cálculo de Google. Elaboración propia.

4.4 Fase IV

Si el usuario oprime en la pantalla principal el botón “INFORMACIÓN DEL EQUIPO”, la aplicación lo enviara a otra pantalla. En esta se encuentra una opción de “buscador”, en donde se puede identificar una barra de texto la cual permite introducir el número de inventario que identifica al equipo médico dentro de la institución. Después de que se haya escrito el número de inventario del equipo médico en la barra de texto el usuario deberá oprimir el botón “CONSULTAR”, para evidenciar los datos del equipo médico.

Los datos del equipo médico al cual pertenece el número de inventario se adquieren de una base de datos en una hoja de cálculo de Google, la información condensada en esta base de datos se puede modificar. Cuando el usuario oprima la opción consultar se despliega una serie de información del equipo, siendo etiquetas estáticas en la parte izquierda, las cuales indican que atributo que se está consultando, las cuales nombran el equipo, marca, modelo, serie, número de inventario, localización (es decir la ubicación del equipo), mantenimiento correctivo (saldrá sí o no en caso de que este se encuentre en mantenimiento) y por último una pequeña descripción, la cual tiene como finalidad, indicar si el equipo no se puede poner en operación por alguna razón en específico, como la falta de un repuesto, con el objetivo de poder corroborar esta información por medio de la aplicación. En caso de que el equipo se encuentre en operación normal simplemente la etiqueta de descripción mostrará un (N/A), que quiere decir “no aplica”, esto se puede evidenciar en la figura 13.



INFORMACIÓN DEL EQUIPO

Debe escribir en el campo de texto el número de inventario del equipo para poder ver las especificaciones, entre ellas la ubicación y si se encuentra en mantenimiento correctivo. No olvide oprimir el botón "CONSULTAR".

CONSULTAR

EQUIPO: AGITADOR

MARCA: LAB TOP

MODELO: LPA - 24

SERIE: 909624

INVENTARIO: 000323

LOCALIZACIÓN: BANCO DE SANGRE

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: NO

DESCRIPCIÓN: N/A



ATRÁS

Figura 13 Pantalla información del equipo. Elaboración propia.

CAPITULO V

5. Conclusiones

Se diseñó y desarrolló una aplicación para el control del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl, llevando el registro de la localización actual y si se encuentra en operación o no el equipo, cumpliendo con los objetivos planteados permitiendo una correcta gestión de la información con respecto al mantenimiento correctivo de los equipos médicos de la institución, además es de fácil acceso y uso para los usuarios de la institución, de acuerdo con los requerimientos del problema evidenciado, se logró crear un sistema que se apoya en una base de datos en hojas de cálculo de Google, donde se almacena información en tiempo real acerca del reporte de algún daño que se pueda llegar a presentar en el equipo, esa información corresponde al nombre de equipo, número de inventario del equipo, área de funcionamiento del equipo y daño a reportar, esta información se agrega manualmente en la aplicación móvil. Además, cumple con la función de ser un tipo de buscador, para llegar a saber la ubicación exacta de los equipos biomédicos que se encuentran en la institución, si se encuentran en mantenimiento correctivo o si se encuentran sin operar por diferentes razones, por ejemplo, la falta de repuestos, entre otro. Este proyecto busca un alcance de mejora en el control sobre el manejo de los reportes y seguimientos que se le dan al mantenimiento correctivo en el Hospital Departamental San Vicente de Paúl, tiene como finalidad dar una posible solución a la problemática evidenciada durante la pasantía en la empresa social del estado. Finalmente cabe resaltar que para basar la idea en una plataforma digital se tomaron en cuenta consultas e investigaciones tomadas por cuenta propia y basada en los reglamentos y normatividad vigente en Colombia, buscando la creación de una herramienta sustancial de apoyo en el área de biomédica.

Referencias

- Ávila, C. (2013). *Synteza i aktywność biologiczna nowych analogów tiosemikarbazonowych chelatorów żelaza* (G. Balint, B. Antala, C. Carty, J.-M. A. Mabieme, I. B. Amar, & A. Kaplanova, Eds.). Uniwersytet Śląski; Uniwersytet Śląski. Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Bf, D. (2015, July 19). *Planeamiento Del Problema | PDF | Hospital | Planificación*. <https://es.scribd.com/document/272016442/Planeamiento-Del-Problema>
- Cabrera, A., & Gómez, L. (2017). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN UN HOSPITAL EN EL VALLE DEL CAUCA*. [Universidad del valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/13839/0581191.pdf?sequence=1>
- Castellanos, D. (2021). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL SEGUIMIENTO Y REGISTRO DE FORMATOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Clicdata. (2020). *ClicData Google Sheets | Reportes en Tiempo Real*. <https://www.clicdata.com/es/conectores/google-sheets/>
- Ley 100 de 1993*, (1993) (testimony of Congreso de la república de Colombia). https://oig.cepal.org/sites/default/files/colombia_-_ley_100.pdf

Acuerdo 6 , (2014) (testimony of Consejo Directivo del Archivo General de la Nación Jorge Palacios Preciado).

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61770>

Decreto 2609- Gestor Normativo - Función Pública, (2012).

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=50958>

Decreto Número 4725, (2005).

García, O. (2006). El Mantenimiento General Administración de Empresas Administración de Empresas. *Universidad Pedagógica* .

González, I. (2020). *El mantenimiento y su evolución - Predictiva21*. <https://predictiva21.com/el-mantenimiento-y-su-evolucion/>

Hospital Departamental San Vicente de Paúl. (2016). *Plan de desarrollo institucional 2016-2020*. www.hospitalgarzon.com

Hospital Departamental San Vicente de Paúl. (2021). *Portafolio de servicios*. <https://www.hospitalsvpgarzon.gov.co/servicioshsvp.html>

Huertas, J. (2017). *Crea tu propio videojuego Arkanoid para dispositivos móviles android con AppInventor – Programamos*. <https://programamos.es/crea-tu-propio-videojuego-arkanoid-para-dispositivos-moviles-android-con-appinventor/>

Resolución Número 1043 , (2006) (testimony of Ministerio de la protección social).

<https://www.ins.gov.co/TyS/programas-de-calidad/Documentos%20Programa%20EEDDCARIO/resolucion%201043%202006.pdf>

Decreto 1769, (1994) (testimony of Ministerio de salud y protección social).

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/decreto-1769-de-1994.pdf>

Muñoz, K. (2008). *MANUAL DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E*. Universidad Autónoma de Occidente.

Organización Mundial de la Salud. (2012). Sistema computarizado de gestión del mantenimiento. In *Documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos*.

Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Dispositivos médicos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>

Orozco, W., & Cortes, F. (2008). Characterization of the maintenance management of biomedical equipment in emergency services in clinics and hospitals in Medellín period 2008-2009. *Scielo*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-72732013000100003

Posada, F. (2014). *Creando aplicaciones para móviles Android con MIT App Inventor 2 - INTEF*. https://intef.es/observatorio_tecno/creando-aplicaciones-para-moviles-android-con-mit-app-inventor-2/

Ramírez, T., & Soto, L. (2020). *PLATAFORMA ONLINE DE APOYO AL PROCESO DE GESTIÓN DOCUMENTAL DE LOS EQUIPOS MÉDICOS QUE REALIZA EL ÁREA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA*. Universidad ECCI.

Resolución Número 3100, (2019). <https://scare.org.co/wp-content/uploads/resolucion-3100-de-2019-versi%C3%B3n-copias-y-pegar.pdf>

Reyes, E., & Gutiérrez, M. (2015). *DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO A EQUIPOS BIOMÉDICOS MEDIANTE PHP, BAJO LINEAMIENTOS OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD)*. Universidad Cooperativa de Colombia.

Santafé, M. (2020). *Desarrollo de aplicación móvil para el registro y seguimiento de equipos biomédicos en la Clínica Colsubsidio Calle 100 por medio de Internet de las cosa* [Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/30697/Documento-Aplicaci%C3%B3n-m%C3%B3vil%20para%20el%20registro%20y%20control%20de%20equipos%20biom%C3%A9dicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Circular Externa No. 029, (1997) (testimony of Superintendente Nacional de salud). <https://www.normassalud.com/archivos/625bcac215cfcfd03dc281e64d5e5598984ee23732a518516a25d0741a063c82>

Valderrama, P., & Gomez, R. (2019). *SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EQUIPOS BIOMÉDICOS RED DE SALUD SUR ORIENTE E.S.E* [Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11766/T08950.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

Anexos

Anexo A

Algoritmo de programación App script

```
var ssId = "1Hq1uw8EBMBy7sZ7J0xLqiRcxZl11EErA7fZ5UNHqyc";

function doGet(e){

    var accion = e.parameter.accion;

    var columna2 = e.parameter.num;

    var valores = e.parameter.valores;

    var datos = buscar(accion,columna2,valores);

    var respuestaJSON = "[" + JSON.stringify(datos) + "]";

    return
    ContentService.createTextOutput(respuestaJSON).setMimeType(ContentService.MimeType.JSON);

}

function buscar(accion,columna2,valores){

    var sh = SpreadsheetApp.openById(ssId) ;

    var sheet = sh.getSheets();

    if(accion=="contar"){

        var numpreg = sheet[0].getDataRange().getNumRows()-1;

        var resultado = {"accion": "contar", "numpreg" : numpreg};

        return resultado;
    }
}
```

```
};  
  
if(accion=="anadir"){  
  
    var datos = valores.split(',') ;  
  
    sheet[0].appendRow(datos);  
  
    return {"accion" : accion,"valores" : datos };  
  
}else{  
  
    var datos = sheet[0].getDataRange().getValues();  
  
    for(var i in datos){  
  
        var row = datos[i];  
  
        var num = row[0] ;  
  
        if (num == columna2){  
  
            var num = row[0] ;  
  
            var columna2 = row[1] ;  
  
            var columna3 = row[2] ;  
  
            var columna4 = row[3] ;  
  
            var columna5 = row[4];  
  
            var columna6 = row[5]  
  
            var columna7 = row[6] ;  
  
            var columna8 = row[7] ;  
  
            var columna9 = row[8] ;
```

```
var columna10 = row[9] ;
```

```
var columna11 = row[10] ;
```

```
var columna12 = row[11] ;
```

```
var columna13 = row[12] ;
```

```
var columna14 = row[13] ;
```

```
var columna15 = row[14] ;
```

```
var columna16 = row[15] ;
```

```
var columna17 = row[16] ;
```

```
var columna18 = row[17] ;
```

```
var columna19 = row[18] ;
```

```
var columna20 = row[19] ;
```

```
var columna21 = row[20] ;
```

```
var columna22 = row[21] ;
```

```
var columna23 = row[22] ;
```

```
var columna24 = row[23] ;
```

```
var columna25 = row[24] ;
```

```
var columna26 = row[25] ;
```

```
var columna27 = row[26] ;
```

```
var columna28 = row[27] ;
```

```
var columna29 = row[28] ;
```

var columna30 = row[29] ;

var columna31 = row[30] ;

var columna32 = row[31] ;

var columna33 = row[32] ;

var columna34 = row[33] ;

var columna35 = row[34] ;

var columna36 = row[35] ;

var columna37 = row[36] ;

var columna38 = row[37] ;

var columna39 = row[38] ;

var columna40 = row[39] ;

var columna41 = row[40] ;

var columna42 = row[41] ;

var columna43 = row[42] ;

var columna44 = row[43] ;

var columna45 = row[44] ;

var columna46 = row[45] ;

var columna47 = row[46] ;

var columna48 = row[47] ;

var columna49 = row[48] ;

```
var columna50 = row[49] ;
```

```
var columna51 = row[50] ;
```

```
var columna52 = row[51] ;
```

```
var columna53 = row[52] ;
```

```
var columna54 = row[53] ;
```

```
var columna55 = row[54] ;
```

```
var columna56 = row[55] ;
```

```
var columna57 = row[56] ;
```

```
var columna58 = row[57] ;
```

```
var columna59 = row[58] ;
```

```
var columna60 = row[59] ;
```

```
var columna61 = row[60] ;
```

```
var columna62 = row[61] ;
```

```
var columna63 = row[62] ;
```

```
var columna64 = row[63] ;
```

```
var columna65 = row[64] ;
```

```
var columna66 = row[65] ;
```

```
var columna67 = row[66] ;
```

```
var columna68 = row[67] ;
```

```
var columna69 = row[68] ;
```

var columna70 = row[69] ;

var columna71 = row[70] ;

var columna72 = row[71] ;

var columna73 = row[72] ;

var columna74 = row[73] ;

var columna75 = row[74] ;

var columna76 = row[75] ;

var columna77 = row[76] ;

var columna78 = row[77] ;

var columna79 = row[78] ;

var columna80 = row[79] ;

var columna81 = row[80] ;

var columna82 = row[81] ;

var columna83 = row[82] ;

var columna84 = row[83] ;

var columna85 = row[84] ;

var columna86 = row[85] ;

var columna87 = row[86] ;

var columna88 = row[87] ;

var columna89 = row[88] ;

```
var columna90 = row[89] ;

var columna91 = row[90] ;

var columna92 = row[91] ;

var columna93 = row[92] ;

var columna94 = row[93] ;

var columna95 = row[94] ;

var columna96 = row[95] ;

var columna97 = row[96] ;

var columna98 = row[97] ;

var columna99 = row[98] ;

var columna100 = row[99] ;

var columna101 = row[100] ;

if(accion=="consultar"){

var resultado = { "accion": "consultar", "num" : num , "columna2" : columna2,
"columna3" : columna3 , "columna4" : columna4 , "columna5" : columna5 , "columna6" :
columna6 , "columna7" : columna7 , "columna8" : columna8 , "columna9" : columna9 ,
"columna10" : columna10 , "columna11" : columna11 , "columna12" : columna12 ,
"columna13" : columna13 , "columna18":columna18      , "columna19":columna19
      , "columna20":columna20   , "columna21":columna21   ,
"columna22":columna22      , "columna23":columna23   , "columna24":columna24
      , "columna25":columna25   , "columna26":columna26   ,
"columna27":columna27      , "columna28":columna28   , "columna29":columna29
      , "columna30":columna30   , "columna31":columna31   ,
"columna32":columna32      , "columna33":columna33   , "columna34":columna34
```



```
, "columna35":columna35 , "columna36":columna36 ,  
"columna37":columna37 , "columna38":columna38 , "columna39":columna39  
 , "columna40":columna40 , "columna41":columna41 ,  
"columna42":columna42 , "columna43":columna43 , "columna44":columna44  
 , "columna45":columna45 , "columna46":columna46 ,  
"columna47":columna47 , "columna48":columna48 , "columna49":columna49  
 , "columna50":columna50 , "columna51":columna51 ,  
"columna52":columna52 , "columna53":columna53 , "columna54":columna54  
 , "columna55":columna55 , "columna56":columna56 ,  
"columna57":columna57 , "columna58":columna58 , "columna59":columna59  
 , "columna60":columna60 , "columna61":columna61 ,  
"columna62":columna62 , "columna63":columna63 , "columna64":columna64  
 , "columna65":columna65 , "columna66":columna66 ,  
"columna67":columna67 , "columna68":columna68 , "columna69":columna69  
 , "columna70":columna70 , "columna71":columna71 ,  
"columna72":columna72 , "columna73":columna73 , "columna74":columna74  
 , "columna75":columna75 , "columna76":columna76 ,  
"columna77":columna77 , "columna78":columna78 , "columna79":columna79  
 , "columna80":columna80 , "columna81":columna81 ,  
"columna82":columna82 , "columna83":columna83 , "columna84":columna84  
 , "columna85":columna85 , "columna86":columna86 ,  
"columna87":columna87 , "columna88":columna88 , "columna89":columna89  
 , "columna90":columna90 , "columna91":columna91 ,  
"columna92":columna92 , "columna93":columna93 , "columna94":columna94  
 , "columna95":columna95 , "columna96":columna96 ,  
"columna97":columna97 , "columna98":columna98 , "columna99":columna99  
 , "columna100":columna100  
  
};  
  
};
```

```
    return resultado;

};

};

};

return { "num" : "" };

}
```