

**APLICACIÓN WEB PARA CONTROLAR EL INVENTARIO DE LA EMPRESA FIRST
MEDICAL DE COLOMBIA**

**Juan Felipe Hernández Castro
Karen Viviana Herrera Briceño**

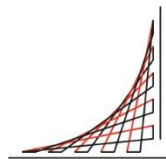
Trabajo Dirigido

Tutor

Ing. Daniel Alejandro Quiroga Torres



**Universidad del
Rosario**



**ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2021**

RESUMEN

Introducción: First Medical de Colombia S.A.S es una empresa de metrología de equipos médicos que se especializa en vaporizadores de anestesia y monitores fisiológicos con sede principal en la ciudad de Bogotá, Colombia. Dentro de la institución es necesario llevar a cabo las buenas prácticas documentales en cuanto al manejo de formularios y protocolos de documentación, las cuales cumplan con los requerimientos sistema de gestión de calidad institucional. Sin embargo, existen diferentes variables que pueden retrasar esta actividad, como las falencias en el control y trazabilidad de los insumos y repuestos que afectan directamente el inventario, debido a la premura, no es viable la actualización en el momento en que se retira un repuesto o insumo del almacén. Actualmente existen múltiples soluciones para el manejo de inventarios en las instituciones, tales como aplicativos web y software de suscripción paga, no obstante, debido a los altos precios que conlleva adquirir estos aplicativos, actualmente la empresa no ve viable adquirir por estos medios una aplicación o página web para tener un control de inventarios.

Objetivo: El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar una aplicación web de manejo de inventario para el software “QUIRON”, con el fin de tener una trazabilidad en tiempo real del inventario de First Medical de Colombia.

Metodología: Se plantea por medio de la metodología de desarrollo de software ágil SCRUM, el cual se divide en 6 etapas, la primera es la creación del producto Backlog donde se tiene contemplada la lista de requerimientos que solicita la empresa, la segunda etapa es la planificación de estos requerimientos y el tiempo que va a tomar desarrollarlos, la tercera y cuarta etapa es el seguimiento de las tareas asignadas durante cada semana en la que se desarrollan algunas tareas del módulo de inventarios, la quinta etapa son las pruebas y demostraciones de uno de los módulos y la última etapa es el cierre del Sprint en donde se realiza una retrospectiva para ver que se podría haber hecho mejor, por último, se inicia con el próximo Sprint hasta completar la elaboración del módulo de inventarios.

Resultados: En los resultados de este documento se encuentran imágenes de la página web creada del módulo de inventario, las cuales van desde el ingreso/registro de los usuarios, la interfaz general hasta las páginas particulares de visualización de inventario, petición y devolución de los repuestos por los ingenieros. También se evidencian los resultados de las pruebas de campo realizadas en la empresa con el personal encargado del manejo de inventario (Almacenista), la gráfica de las tareas pendientes y realizadas de acuerdo con la metodología y en cuanto a la funcionalidad del módulo de inventarios, finalmente, datos de satisfacción con la escala SUS.

Conclusión: Se desarrolla el módulo de inventarios a partir de la metodología SCRUM, la cual permitió tener claros los requerimientos de la empresa, al ser un desarrollo web será fácil integrarlo al software Quiron cuando el sistema de documentación se encuentre terminado. La validación de la página web se realiza mediante la implementación de la escala de usabilidad del sistema (SUS), el cual demuestra un valor satisfactorio de 79.3 para su implementación.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	3
1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 General	11
2.2 Específicos.....	11
3. MARCO TEÓRICO.....	12
3.1 Desarrollo web	13
3.2 Lenguajes para la creación de páginas web.....	14
3.3 Bases de Datos.....	17
3.4 Metodologías de Software	17
3.5 Validación de Software	21
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Creación del producto Backlog:	22
4.2 Planificación del Sprint Backlog:	23
4.3 Reuniones en cada Sprint y Daily Scrum Meeting:	24
4.4 Realización de los gráficos de trabajo pendiente:	24
4.5 Prueba y demostración del producto:	24
4.6 Planificación retrospectiva y organización del próximo Sprint:.....	25
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	31
7. CONCLUSIONES.....	33
8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	34
Referencias.....	35
ANEXOS.....	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Comparación entre Quiron y diferentes softwares	9
Tabla 2 Ventajas y Desventajas del lenguaje de programación HTML [19].	15
Tabla 3 Ventajas y Desventajas del lenguaje de programación JavaScript [21]	15
Tabla 4 Ventajas y Desventajas del lenguaje de programación PHP [23].....	16
Tabla 5 Tiempo para realizar cada Sprint.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Evolución del desarrollo web [13]	12
Figura 2 Pasos para la creación de una Página Web	14
Figura 3 Frameworks utilizados para la creación de páginas web [23]	17
Figura 4 Metodología Cascada del desarrollo de software [28]	18
Figura 5 Metodología de Software en Espiral [30].....	19
Figura 6 Metodología de Software Incremental [32].....	19
Figura 7 Metodología de Software Kanban [35]	20
Figura 8 Metodología de Software Scrum [37]	20
Figura 9 Metodología de Software Lean [39].....	21
Figura 10 Gráfica Burndown Chart del desarrollo del Módulo de Inventarios	24
Figura 11 Página de registro del módulo de inventarios	27
Figura 12 Página principal del módulo de inventarios, perfil de administrados	28
Figura 13 Tabla de los repuestos de Baxter	29

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1 Sitemap para la construcción de los módulos de la página	39
Anexo 2 Diagramas de bloques para la elaboración de cada página.....	39
Anexo 3 Encuesta SUS para el módulo de inventarios.....	42
Anexo 4 Diagrama de Gantt.....	45

1. INTRODUCCIÓN

First Medical de Colombia S.A.S es una empresa de metrología de equipos médicos que se especializa en vaporizadores de anestesia y monitores fisiológicos con sede principal en la ciudad de Bogotá, Colombia. Por otro lado, cuenta con dos sedes internacionales en México y Chile, su objetivo es brindar servicios de calibración y mantenimiento de la más alta calidad [1]. Esta empresa cuenta con una ruta de procesos rigurosa para todos los equipos médicos que ingresan y salen de la institución, lo que conlleva a controlar procesos de limpieza y desinfección, etiquetado, pruebas diagnósticas, mantenimientos preventivos y correctivos, por lo cual se debe tener en cuenta la compra y manejo de insumos/repuestos para estas actividades, controles de calidad, empaquetado y finalmente su respectiva distribución o envío a las sedes correspondientes o IPS [2].

Dentro de First Medical S.A.S es necesario llevar a cabo buenas prácticas documentales en cuanto al manejo de formularios y protocolos de documentación, las cuales cumplan con los requerimientos sistema de gestión de calidad institucional., sin embargo, existen diferentes variables que pueden retrasar esta actividad, como el mal diligenciamiento de los formularios o el factor de error humano, dado que se realiza de manera manual. También se presentan falencias en el control y trazabilidad de los insumos y repuestos que afectan directamente el inventario, debido a la premura, no es viable la actualización en el momento en que se retira un repuesto o insumo del almacén. Por lo cual surge una oportunidad de mejora dentro de la empresa, como la digitalización de los formatos utilizados en los procesos mencionados anteriormente. Por esta razón, la institución se encuentra en un proceso de creación de un software propio llamado "QUIRON", el cual tiene como objetivo manejar todos los formatos necesarios para una buena ejecución de las labores administrativas, comerciales y técnicas llevadas a cabo por el personal de la empresa, reduciendo el tiempo y la carga laboral en cuanto al diligenciamiento de los formatos y reportes de los equipos médicos, tanto en centro de servicio como en las diferentes ciudades de Colombia.

Actualmente existen múltiples soluciones para el manejo documental en las instituciones, tales como aplicativos web, las cuales se identifican por ser herramientas que funcionan a través del acceso a un servidor web, además, software aplicativos , el cual es un programa informático que facilita la realización de diferentes tareas en el ordenador a través de su implementación, ambos de suscripción paga [3]. Un ejemplo es *SoftExpert* la cual ofrece soluciones basadas en la web más completas e integradas para simplificar y acelerar la implementación, ejecución, control y monitoreo de múltiples necesidades de aplicaciones de negocios, incluyendo: Gestión de Procesos de Negocio, Gestión Estratégica Empresarial, Gestión de Activos Empresariales, Gestión de la Calidad Empresarial, entre otros; sin importar el porte de la compañía ni el sector del mercado en el que actúa [4]. Esta plataforma maneja suites de módulos integrados que aprovechan procesos de gestión de negocios, uno de los módulos que se asemeja a QUIRON es *SoftExpert Mantenimiento* (USD \$ 200/mes [5]) que es un software que simplifica y automatiza las operaciones de mantenimiento. Eso ayuda a la empresa a reducir costos y a alcanzar nuevos niveles de eficiencia, por lo que reduce el tiempo de inactividad de equipamientos y activos, además, permite que las empresas administren con facilidad las tareas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. El sistema rastrea el historial y

las tendencias de los equipamientos, a través de recursos de prevención y análisis de fallas. Reduce el tiempo gastado en la ejecución de las tareas, administra la agenda de técnicos, piezas, abastecimiento, herramientas y proveedores, optimizando todos los programas de mantenimiento [6]. Sin embargo, este software no deja añadir las plantillas que se manejan en la empresa, por lo tanto, no fue contemplado en un inicio, debido a que los ingenieros no podían ingresar los datos de los mantenimientos en tiempo real ni entregar la documentación pertinente a los clientes.

Otro software que tiene características similares a QUIRON, es *SAP*, el cual, es uno de los principales productores mundiales de software para gestión de procesos de negocio, y desarrolla soluciones que facilitan el procesamiento eficaz de datos y el flujo de información entre las organizaciones. El software *SAP* (USD \$170/mes [5]) recopila y procesa datos en una única plataforma, desde la compra de materias primas hasta la producción y la satisfacción del cliente. Las soluciones de *SAP* se pueden instalar “on-premise” en las instalaciones del usuario o se pueden usar desde la nube, lo cual ayuda a las empresas a analizar y diseñar de manera eficiente toda la cadena de valor. Las soluciones de *SAP* también se pueden usar para crear pronósticos, como cuándo se debe reparar una máquina o cómo se desarrollarán los ingresos en el próximo semestre [6]. Esta aplicación web fue una de las mejores opciones contempladas por la empresa, pero no cumplía con los procesos documentales necesarios, debido a que no se podían crear los formatos completamente digitales ni obtener información específica sobre los mantenimientos realizados.

Por otro lado, el software actualmente implementado en la empresa es “*SAMM*”. Este software es de suscripción paga, los precios dependen del tipo de servicio que el cliente requiera, actualmente cuenta con tres planes, los cuales se dividen en la compra (USD \$4.000 pago único), el alquiler (USD \$100/mes/5 usuarios) y el alojamiento (USD \$ 60/mes) del software *SAMM* [7]. En este caso el plan contempla el manejo de activos (equipos), procesos de venta y procesos documentales de mantenimientos pasados o actuales sobre los equipos [8]. Por lo cual se asemeja a algunas de las tareas que contempla *QUIRON*, sin embargo, tiene ciertas falencias en el llenado de formularios, ya que algunas de estas tareas se deben completar de manera manual y ser archivadas en carpetas, también se presentan problemas en la rapidez de respuesta del software ya que al tener sedes internacionales, México y Chile, hace que se disminuya la velocidad y sea difícil acceder a la información, por lo que se consideran necesidades no satisfechas por el software *SAMM*. Este software también permite al usuario agregar módulos como el del manejo de inventarios, sin embargo, tiene un costo adicional por lo tanto la empresa no lo contemplo en el momento de adquirir el programa.

Es importante comparar las aplicaciones que se encuentran en el mercado con el desarrollo web que se está implementando en la empresa, así como se muestra en Tabla 1, ya que esto permite realizar cambios, mejoras y las pruebas de funcionamiento pertinentes a *Quiiron* para que así satisfaga todas las necesidades que actualmente se presentan en la empresa y mejorar los procesos, tanto en tiempos como en eficiencia y productividad.

Así como existen diferentes aplicaciones y desarrollos webs para el manejo de documentación, en el mercado actual se evidencian diferentes variedades para el manejo de inventarios, diseñados por grandes compañías de software como Microsoft o Google, algunos de los más utilizados en Colombia por empresas pequeñas y medianas son: *Odo*, que es una compañía que ofrece un conjunto de aplicaciones para empresas fáciles de

utilizar que forman una caja de herramientas para acompañar cualquier negocio que las necesite [9]. Cuenta con un programa para el manejo de inventarios (USD \$264 anual) de doble entrada que no computa con entradas, salidas o transformaciones de insumos o repuestos. En su lugar, todas las operaciones se consideran movimientos de insumos entre ubicaciones, también se pueden seguir los movimientos de los insumos desde la compra al almacén y hasta la orden de venta o de instalación en cualquier punto de la cadena de procesos. Por otro lado, ayuda a prever el desabastecimiento, ya que genera indicadores y reportes dinámicos en tiempo real que pueden ser guardados y compartidos con quien se desee [10].

Tabla 1 Comparación entre Quiron y diferentes softwares

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
QUIRON	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos documentales completamente digitalizados. • Software diseñado para las necesidades de la empresa. • Se pueden adicionar los módulos necesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación del software retrasada. • Los servidores donde estará alojado el software pueden ser costosos, debido a la capacidad de almacenamiento de la información.
SOFTEXPERT	<ul style="list-style-type: none"> • El software incluye el módulo de inventarios. • Permite una buena administración de los mantenimientos. • Se puede administrar la agenda de los ingenieros para programar próximos mantenimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No permite la digitalización de todos los formatos documentales de la empresa. • La cuota de manejo del software es mensual y su cuota es demasiado alta para la empresa.
SAP	<ul style="list-style-type: none"> • Permite programar las fechas de los próximos mantenimientos. • Se puede almacenar en la nube y diligenciar formatos en tiempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene un costo bastante elevado. • Alta complejidad en el uso del software. • No permite crear la documentación de la empresa
SAMM	<ul style="list-style-type: none"> • Trazabilidad y ubicación de los equipos a los cuales se les realiza mantenimiento preventivo. • Se obtiene la documentación adecuada de los equipos. • Se pueden realizar remisiones de entrada y salida de los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de los equipos que hay que completar de manera manual. • Software con una lenta respuesta. • No se pueden llevar todos los procesos documentales de la empresa. • El módulo de inventarios tiene un costo adicional.

Otra de las aplicaciones utilizadas es *Microsoft Dynamics 365 (USD \$100 mensual)*, debido a que contiene un grupo de herramientas basadas en la nube de Microsoft que se centra en un entorno empresarial y de productividad. Dentro del entorno de esta aplicación se encuentran diferentes módulos que aportan soluciones integrales de gestión para los distintos departamentos que se necesite cubrir en las empresas [11] El módulo que nos interesa es *Supply Chain Management* el cual permite crear una cadena de suministros inteligente y adaptable, haciendo que se responda rápidamente a la digitalización de la cadena de suministros, aumentando la visibilidad, mejorando la planificación y maximizando la productividad de los equipos; permitiendo que se puedan optimizar los planes de

mantenimiento, ya que se administran los repuestos con eficiencia y se automatizan las ordenes de trabajo [12].

Cin7 es otra aplicación que le brinda al usuario la conexión de todos los procesos en la empresa (USD \$593 mensual), en cuanto a inventarios y contabilidad, con el fin de reducir los costos, el esfuerzo y el tiempo para la instalación de los repuestos en los equipos, haciendo que los mantenimientos preventivos y correctivos se pueden agilizar sin atrasar las operaciones y los flujos de trabajo en la empresa [13]. Esta plataforma permite tener una interfaz de trabajo más completa, debido a que se pueden conectar aplicaciones existentes que ayuden a mejorar las líneas de trabajo y producción de las empresas.

De acuerdo a lo anterior, sabemos que existen diferentes tipos de software que implementan múltiples tareas a través de una tecnología para almacenamiento, pedido, compra, envío, recepción, reordenamiento y seguimiento tales como sistemas de códigos de barras los cuales sirven para buscar y mover acciones sin esfuerzo y de manera eficiente, software de etiquetado RFID para escanear y administrar productos con mayor eficiencia, con la desventaja que es costoso, sistemas SaaS alojados en el servidor del proveedor con una determinada suscripción paga, por último, el software alojado en la nube o “cloud-based inventory management” el cual se refiere a un software que gestiona y controla el inventario de una empresa, que tiene como objetivo el rastreo de información y/o trazabilidad de los activos de la empresa, identificación acertada de los productos, la automatización de tareas de inventario, aumento de la productividad con una mejor gestión de productos, teniendo en cuenta aspectos como manejo en tiempo real de las existencias de activos, entradas/salidas de activos, movimientos, clientes, entre otros. Este último tiene la ventaja de ser asequible para cualquier empresa, de fácil acceso si se tiene conexión a internet, almacenando toda información en un servidor (o nube) digital de la capacidad que requiera el cliente en cuanto al almacenamiento de información y el manejo de esta [14].

Sin embargo, la empresa actualmente no ve viable adquirir una aplicación o página web para tener un control de inventarios, ya que los precios son muy altos y la problemática que se quería solucionar de manera inmediata era la digitalización de toda la documentación de los equipos, en cuanto a mantenimientos, recertificaciones, hojas de vida, evaluaciones de desempeño, entre otras. Es por esta razón que queremos desarrollar el módulo de inventarios debido a que no estaba contemplado en el plan de desarrollo del Software Quiron, esto con el fin de tener una trazabilidad en tiempo real del inventario de First Medical de Colombia, teniendo en cuenta el registro de usuarios, el registro de entradas y salidas de insumos, permisos especiales de visualización/edición, tener la capacidad de generar reportes de los disponibles, generar alertas si los insumos se están agotando para así poder llenar el stock con anticipación, esto con el fin de evitar inconsistencia de datos y que el inventario se encuentre desactualizado.

2. OBJETIVOS

2.1 General

1. Implementar una aplicación web de manejo de inventario para el software “QUIRON”, con el fin de tener una trazabilidad en tiempo real del inventario de First Medical de Colombia.

2.2 Específicos

1. Desarrollar la aplicación web de manejo de inventario a partir de los requerimientos propuestos por la empresa.
2. Diseñar la aplicación web manejo de inventario, usando “SCRUM” como metodología de desarrollo de software.
3. Realizar pruebas de funcionamiento del módulo desarrollado.

3. MARCO TEÓRICO

El desarrollo web, ha tenido un gran crecimiento con el paso de los años y a su vez un gran avance en lenguajes de programación que hoy en día hacen más fácil la creación de páginas web. Desde que se creó el primer sitio web, ha habido cambios significativos, lo que conlleva a una evolución constante. Gracias a esta evolución Figura 1, en la actualidad no es necesario tener un experto para crear una página web, ya que existen diversas plataformas y herramientas prácticas para construir sitios web como plantillas que tienen la posibilidad de agregar más componentes para hacer un sitio web interactivo y personalizado, tales como Canva, Adobe Color y CMS [15] .

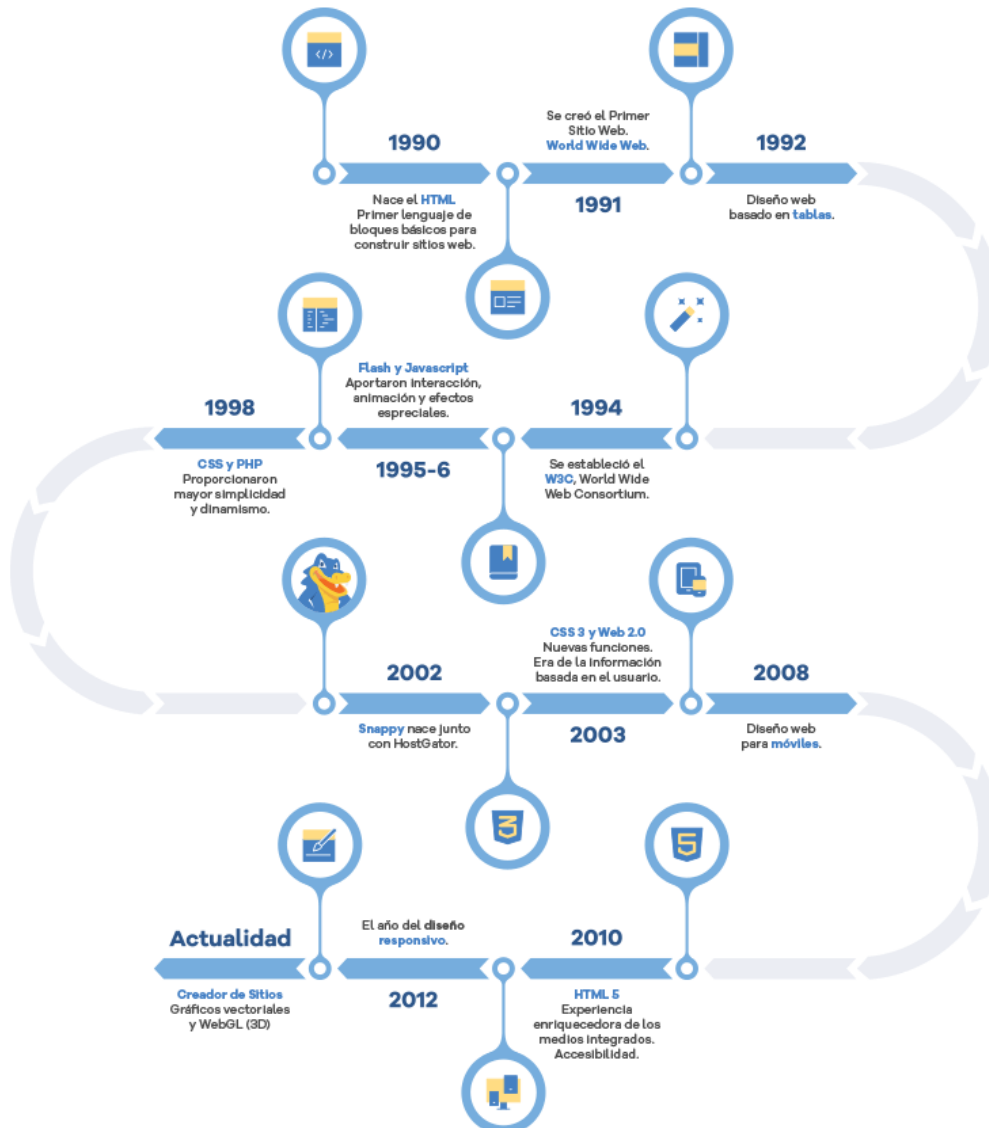


Figura 1 Evolución del desarrollo web [13]

3.1 Desarrollo web

La creación de sitios web utiliza tecnologías de software tanto en el lado del servidor como del cliente. Para el cliente (Frontend) se habla de utilizar herramientas como HTML y CSS, código básico para la creación de páginas web, y herramientas como JavaScript para la interacción con el usuario. En el servidor (Backend) se trabaja con un código más complejo, como PHP, Python, JS, Node.js, entre otros [16]. El desarrollo web nos permite crear soluciones tecnológicas que se ejecutaran dentro de un navegador, permitiendo realizar determinadas tareas o mostrar información de interés al usuario. En otras palabras, crear todos esos programas y sitios web que vemos cuando navegamos en internet. Anteriormente se creaban paquetes de software que se instalaban en el computador, pero tenían limitantes ya que no se podía acceder al programa desde dispositivos diferentes al ordenador [17]. El desarrollo web consta de tres ramas principales: el diseño, el desarrollo web y las pruebas del producto final:

- **Diseño:** Es el que se centra en la apariencia, como se visualizará la página, la navegación, los colores, la tipografía, movimientos, adaptación a distintas pantallas, esto va ligado a la estética y la experiencia del usuario.
- **El desarrollo web:** Es el que ofrece funciones y características, diseño de una base de datos de la propiedad del desarrollador o la empresa que garantizará la seguridad de los datos, este se centra en la programación de los servicios de fondo del sitio web.
- **Pruebas:** En esta rama se centra en realizar diferentes pruebas de funcionamiento por parte de los diseñadores y los usuarios, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los diferentes servicios, junto con la lógica de programación implementada en el backend del diseño.

De acuerdo con lo anterior es posible concluir que un sitio web tiene múltiples objetivos, entre ellos, satisfacer las necesidades de los usuarios, facilitar las labores internas de la empresa, entre otros. Para lograr esto, es importante tener claras las etapas del desarrollo web, ya que nos ayudarán a tener una vista más amplia de cómo empezar a desarrollar nuestro proyecto. Las etapas del desarrollo web son:

1. Planificación, que recursos necesito, que quiero realizar y como lo quiero realizar.
2. Trabajar con el diseño del sistema o aplicativo de mí página, visualización, colores, tipografía, movimientos, entre otros.
3. Codificar, llevar a la realidad ese esquema de diseño.
4. Realizar pruebas de funcionamiento del desarrollo con personas externas, terceros a los desarrolladores, en cuanto a seguridad de ingreso de datos correctos, datos incorrectos y las respectivas alarmas, ingreso y registro, visualización de datos, etc.
5. Lanzar la página web al público para que pueda ser utilizada.

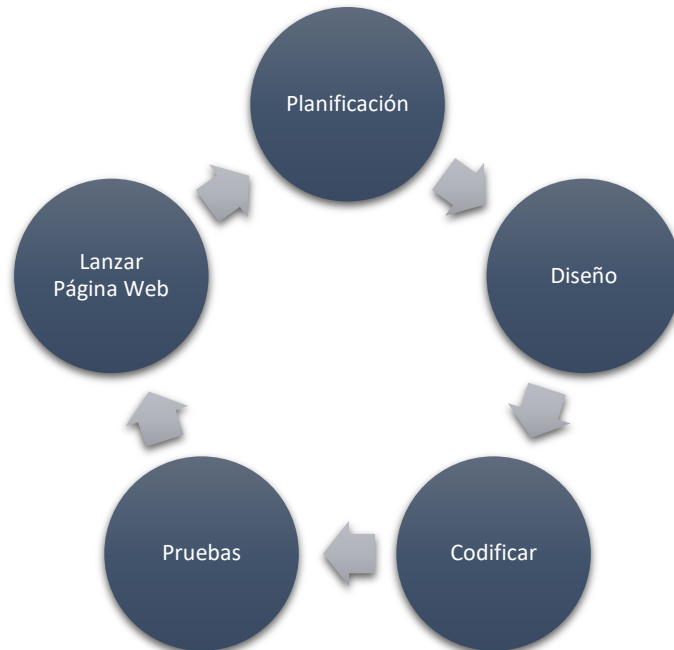


Figura 2 Pasos para la creación de una Página Web

3.2 Lenguajes para la creación de páginas web.

Muchos lenguajes son utilizados en el desarrollo web, en sus orígenes, estos lenguajes eran de tipo estático. Sin embargo, con el paso de los años esto ha evolucionado, haciendo que la creación de páginas web use lenguajes dinámicos, lo que le permite al usuario interactuar más con la página y así mejorar su experiencia al navegar por internet, haciendo que ya no sea un texto simple que muestre información [18]. A continuación, se muestran los principales lenguajes utilizados para la creación de páginas web.

1. **HTML:** Son las siglas de Hypertext Markup Language, lo que traducido al español quiere decir, Lenguaje de Marcado de Hipertexto, es un lenguaje estático que actualmente se encuentra en su quinta versión [19] Este lenguaje define el significado y la estructura del contenido web. La palabra Hipertexto hace referencia a los enlaces que conectan las páginas web entre sí. Lo que diferencia un elemento HTML, es que es un documento que tiene etiquetas, las cuales consisten en el nombre del elemento rodeado de "<" y ">" [20].

Tabla 2 Ventajas y Desventajas del lenguaje de programación HTML [19].

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Es un lenguaje sencillo, fácil de aprender, de leer e interpretar. • Existen diferentes editores que generan un código automático, por lo que no hace falta ser un experto para hacer páginas web basadas en HTML. • Es el lenguaje más extendido, todos los navegadores lo admiten. • Código Visible e interpretable por los buscadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje estático no permite manejar bases de datos • Las páginas pueden variar su aspecto dependiendo el navegador • Su funcionalidad es limitada, no todo se puede hacer con HTML • El diseño de las páginas es limitado, aunque en su última versión esto ha mejorado

2. **JavaScript:** Es un lenguaje interpretado, es decir, los navegadores son los que lo procesan e interpretan, es uno de los lenguajes de programación web más utilizado, debido a que está basado en prototipos (permite la creación de un objeto sin definir primero su clase). Este lenguaje es utilizado para el desarrollo de la funcionalidad frontend en sitios web y en otros tipos de desarrollos, por lo cual es un lenguaje universal ya que tiene muchas más aplicaciones y usos en la actualidad [21].

Tabla 3 Ventajas y Desventajas del lenguaje de programación JavaScript [21]

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Es un lenguaje interpretado soportado por la gran mayoría de los navegadores. • Incluye funcionalidades no soportadas por el HTML. • Puede utilizarse conjuntamente y muy fácilmente con el lenguaje HTML. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por lo general debe combinarse con otros lenguajes para poder diseñar un sitio web completo. • Algunos buscadores no son capaces de acceder al contenido Javascript de la página lo que dificulta su posicionamiento. • Necesita descargarse en su totalidad para ser interpretado adecuadamente.

3. **PHP:** Son las siglas Hypertext Pre-Processor, el cual es utilizado en el diseño de páginas web que utilizan bases de datos, este lenguaje es interpretado en el lado del servidor, a diferencia de los lenguajes anteriores, ya que permite la creación de páginas web dinámicas que pueden estar dentro de páginas de HTML [22].

Tabla 4 Ventajas y Desventajas del lenguaje de programación PHP [23]

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Es un lenguaje sencillo y fácil de estudiar y aprender. • Lo soportan la mayoría de las plataformas de alojamiento web. • Tiene ciertas características de los lenguajes orientados a objetos como la utilización de clases y herencias. • Puede mezclarse con código HTML, aunque esto dificulta su lectura. • Puede manejar ficheros y conectarse a distintas bases de datos (MySQL, Oracle, SQL Server, Informix, PostgreSQL, etcétera). • El software permite soportarlo en los servidores de hosting es libre y gratuito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para poder ver y testear las páginas que vayamos creando es necesario disponer de un servidor web que soporte PHP. • Al ser interpretado en el servidor, es más fácil que se colapse cuando el número de peticiones de descarga de páginas aumenta. • Parte del contenido de las páginas puede no ser accesible a los navegadores, dificultando el posicionamiento de las páginas.

Así como estos lenguajes de programación existen muchos más, lo que nos facilita la implementación de páginas web. La tendencia actual es tener un diseño simple, ya que se desea eliminar tantos botones para que la página no este saturada y sea de fácil manejo para el usuario. Al mismo tiempo, se requiere que sea un diseño adaptativo o “responsive” como es comúnmente conocido, lo que permite que la aplicación se adapte a múltiples dispositivos, para que así se pueda acceder desde cualquier lugar, sin sesgar el acceso a los usuarios de una manera simple y organizada.

También es bueno tener aplicaciones ricas en gráficos e imágenes, para que el usuario se vea atraído, el uso de Frameworks nos facilitan el trabajo, ya que es un esquema que ofrece una estructura base para la elaboración de un proyecto, adaptable según los objetivos del mismo [23]. Estos frameworks nos permiten realizar llamados de códigos y no crear webs desde cero. Uno de los más conocidos es Bootstrap, que está ligado al diseño frontend de las aplicaciones web, esta herramienta nos proporciona una alta interactividad en la página por lo que facilita la comunicación con el usuario, además de tener menús de navegación, controles de página, barras de progreso entre otros permite la construcción de sitios web Responsive para dispositivos móviles [24].



Figura 3 Frameworks utilizados para la creación de páginas web [23]

3.3 Bases de Datos

Al momento de desarrollar una página web es importante tratar los datos de manera organizada, para esto usamos las bases de datos, estas son una herramienta que permite recopilar, organizar y relacionar datos de diferente tipo. Existen diferentes tipos de bases de datos, tales como las bases de datos orientadas a objetos, bases de datos NoSQL, bases de datos distribuidas y finalmente bases de datos relacionales. Haciendo énfasis en las bases de datos relacionales, estas organizan los datos pertenecientes a ella como un conjunto de tablas de columnas y filas, lo que hace fácil organizar y acceder a los datos de forma eficiente [25].

Estas bases de datos anteriormente mencionadas están controladas por un sistema de gestión de bases de datos (DBMS), el cual es un software que sirve para crear y acceder a dicha base, además que facilita la supervisión de las operaciones. Uno de los DBMS más populares es el lenguaje de consulta estructurada (SQL), el cual es muy usado para manejar bases de datos relacionales con el fin de consultar, controlar el acceso, manipular y definir los datos de dicha base de datos [26].

3.4 Metodologías de Software

De acuerdo con las fases del desarrollo web, que se mencionaron anteriormente, existen diferentes metodologías que se pueden llegar a implementar para el desarrollo de software. En la actualidad se pueden diferenciar dos grandes grupos: las ágiles y las tradicionales.

1. Metodologías de desarrollo de software tradicionales:

Estas metodologías son las que normalmente se usan para el desarrollo de software, su enfoque es predictivo, por lo tanto, es un proceso secuencial y que va en una sola dirección. Los requisitos del proyecto solo se realizan una única vez al principio del proyecto, luego se tendrá en cuenta el análisis y diseño [27]. Algunas de las metodologías tradicionales más utilizadas son:

- **Waterfall (Cascada):** Es un proceso lineal que se caracteriza por dividir los procesos del desarrollo del proyecto en siete fases: 1. Análisis, 2. Diseño, 3. Implementación, 4. Verificación, 5. Mantenimiento [28].



Figura 4 Metodología Cascada del desarrollo de software [28]

- **Espiral:** Este modelo pasa por diferentes etapas, en donde se tienen fases específicas para cada requisito, lo que permite que se tenga un análisis de riesgo, ya que se realiza un desarrollo continuo y repetitivo, también permite añadir requerimientos a lo largo del desarrollo del proyecto, esta metodología es más utilizada para proyectos grandes [29].

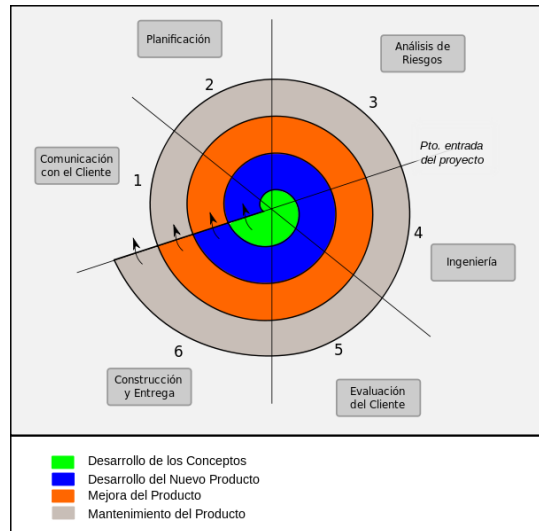


Figura 5 Metodología de Software en Espiral [30]

- Incremental:** Este modelo combina elementos del modelo de cascada con la construcción de prototipos, ya que va construyendo el producto final de manera progresiva, en cada una de sus etapas va agregando una funcionalidad lo que permite ver los resultados de manera inmediata lo cual permite que se pueda usar antes de estar completamente terminado [30].

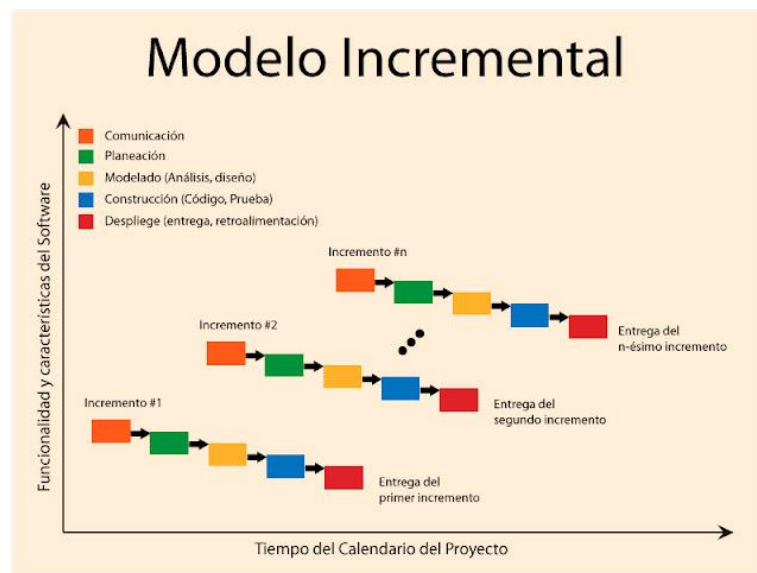


Figura 6 Metodología de Software Incremental [32]

2. Metodologías de desarrollo de software ágiles:

Estas metodologías se caracterizan por ser adaptativas y flexibles, esto quiere decir que pueden llegar a tener cambios durante el desarrollo del proyecto, estas metodologías por lo general suelen desarrollarse mediante la colaboración de equipos autoorganizados, lo que permite que se tomen decisiones en conjunto y poder llegar a un resultado eficaz y rápido [31]. Algunas de las metodologías más utilizadas son:

- **Kanban:** Esta metodología consiste en dividir las tareas en porciones mínimas y organizarlas en un tablero, con el fin de que el trabajo se divida en tareas pendientes y realizadas y así crear un flujo de trabajo basado en las prioridades de los requerimientos [32].

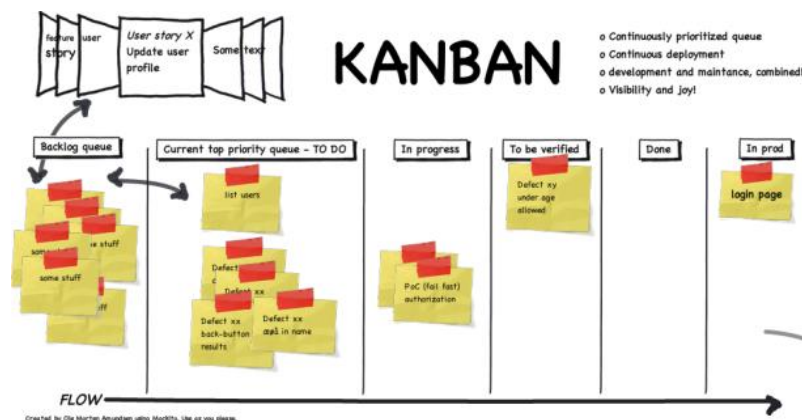


Figura 7 Metodología de Software Kanban [35]

- **Scrum:** Es una metodología incremental que divide los requisitos y tareas, estos se realizan en bloques de tiempos cortos y fijos para conseguir el resultado completo en cada uno de los módulos empleados, por lo general se realiza un equipo de trabajo para que cada rol asignado se ocupe de algunas tareas en específico [33].

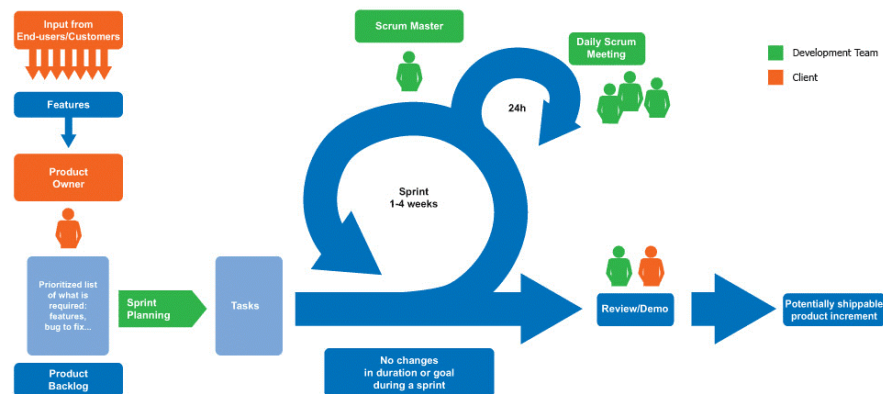


Figura 8 Metodología de Software Scrum [37]

- **Lean:** Esta metodología consta de diferentes grupos de trabajo encargados de elaborar una tarea en muy poco tiempo, así reduciendo los costos del desarrollo del proyecto y el tiempo en el que se desarrolla este, una de sus características más importantes es que hacen participe al cliente de la elaboración del proyecto [34].



Figura 9 Metodología de Software Lean [39]

3.5 Validación de Software

Existen múltiples maneras de evaluar desarrollos de software y hardware, una de estas es una métrica para medir la usabilidad de un desarrollo, conocida como escala de usabilidad del sistema (SUS), esta metodología es reconocida en la literatura por ser implementado múltiples veces en diferentes tipos de validación para desarrollos y aplicaciones web, la cual es considerada como una herramienta rápida y confiable, ya que tiene ciertas ventajas como lo es el poseer una escala de fácil interpretabilidad hacia los participantes y arroja resultados satisfactorios con una población pequeña. Esta escala consiste en un cuestionario realizado al personal que hará uso del sistema a evaluar, el cual contiene 10 preguntas con 5 opciones de respuesta que varían desde “muy de acuerdo” hasta “total desacuerdo” [35].

4. METODOLOGIA

Debido al poco tiempo disponible para el desarrollo del proyecto y al análisis realizado dentro de la empresa First Medical De Colombia S.A.S, se opta por implementar la metodología de software ágil SCRUM, para así realizar adaptaciones, cambios y una realimentación final con el personal de la empresa y obtener una mejora constante en el desarrollo del módulo de inventarios, por esta razón el trabajo se divide en 6 etapas como lo menciona la metodología escogida:

4.1 Creación del producto Backlog:

En esta primera etapa del desarrollo de software, es importante tener de manera ordenada las tareas que se consideran importantes llevar a cabo para desarrollar la aplicación de manejo de inventario, por lo cual, por medio de una reunión con el personal administrativo e ingenieril de la empresa, se genera una lista de requerimientos junto con diferentes propósitos que ayuden a mantener una buena trazabilidad de insumos y repuestos en la empresa. Los requerimientos propuestos durante la reunión se muestran a continuación:

- Implementación de un desarrollo web óptimo para la mejora del manejo de inventario y trazabilidad de insumos.
- Registro en tiempo real de la entrada y salida de insumos.
- Permisos de autorización para edición de bases de datos, entrada y salida de insumos por parte del almacenista.
- Permisos de visualización para insumos disponibles y solicitud de insumos para requerimientos/repuestos para los ingenieros.
- Generación de códigos para la identificación de los insumos (Código de barras, Numéricos, QR, etc).
- Opción de búsqueda en la base de datos por el código anteriormente generado, por nombre o por cliente.
- Almacenamiento en base de datos de los movimientos de los insumos, que registre nombre del ingeniero, fecha, tipo de insumo, cantidad (SALIDA INSUMOS)
- Almacenamiento en base de datos de los movimientos de los insumos, que registre (ENTRADA INSUMOS)
- Almacenamiento en base de datos, que registre la devolución de insumos.

Teniendo en cuenta los requerimientos enlistados anteriormente se reorganizaron en fases más concretas, para que la elaboración sea más eficiente y así impedir retrasos en las entregas de los Sprints, de la siguiente manera:

- a. Creación de bases de datos.
- b. Creación de Login.
 - Login.
 - Registro.
 - Validación de datos.
 - Validación de Roles.

- c. Creación de Menú.
- d. Función de entradas.
 - o Agregar insumo al inventario
- e. Función de salidas.
 - o Editar cantidades.
 - o Eliminar insumo.
- f. Función de peticiones.
 - o Creación del pedido.
 - o Tabla del pedido.
- g. Función de devoluciones.
 - o Lista de productos devueltos
- i. Validación de los formularios.

Para el desarrollo de los requerimientos se realiza un *sitemap* de la página, como se ve en el Anexo 1, este nos permite visualizar de una manera más ordenada, como están conectados y como se podrá acceder a cada una de las páginas que componen el módulo de inventarios. Adicionalmente se realizan diagramas de bloques para cada una de las acciones que componen este módulo el cual permite que sea más fácil y eficaz la implementación de este, Anexo 2.

4.2 Planificación del Sprint Baklog:

De acuerdo con los requerimientos descritos anteriormente se debe generar un cuadro de tiempo de cada uno de los Sprints, este periodo de tiempo puede ir de una a cuatro semanas, y cada sprint debe empezar después de la socialización con el personal de la empresa. Por lo cual se decidió trabajar de la siguiente manera:

Tabla 5 Tiempo para realizar cada Sprint.

Sprint	Tiempo
Creación bases de datos	1 semana
Creación Login	1 semana
Creación Menú	1 semana
Función de entradas	3 semanas
Función de salidas	3 semanas
Función de peticiones	2 semanas
Función de devoluciones	2 semanas
Validación de los formularios	2 semanas
TOTAL, SEMANAS	15 semanas

Se dividieron las semanas de trabajo como se muestra en la Tabla 5, para realizar el módulo de inventarios, debido a que las primeras tareas a desarrollar no necesitaban tanto tiempo de implementación, se optó por desarrollarlas en una semana, para agilizar el proceso y dedicarles más tiempo a los requerimientos que se veían más

complejos, gracias a este plan de trabajo (Tabla 5) fue posible realizar el diagrama de Gantt Anexo 4, ya que podemos distribuir cada uno de los requerimientos solicitados por semanas y así ir cumpliendo con las tareas propuestas para cada una de estas.

4.3 Reuniones en cada Sprint y Daily Scrum Meeting:

Se realizaron reuniones dos veces por semana, con el fin de definir y delegar las tareas para empezar directamente con el desarrollo del aplicativo web, durante estas reuniones se habla del estado del proyecto, para evaluar el avance del proyecto en cuanto al desarrollo de los Sprints, además de identificar cuáles han sido las dificultades o los obstáculos que no permitieron desarrollar las tareas propuestas en la semana.

4.4 Realización de los gráficos de trabajo pendiente:

De acuerdo con el apartado anterior se puede desarrollar un gráfico que permita observar las tareas cumplidas en cada Sprint o de todo el Módulo de Inventarios. En este gráfico se puede llevar el seguimiento del trabajo, ya que permite controlar el estado de las tareas propuestas, si se ha parado alguna tarea de algún sprint en el tiempo estimado o si se ha llegado a cumplir.

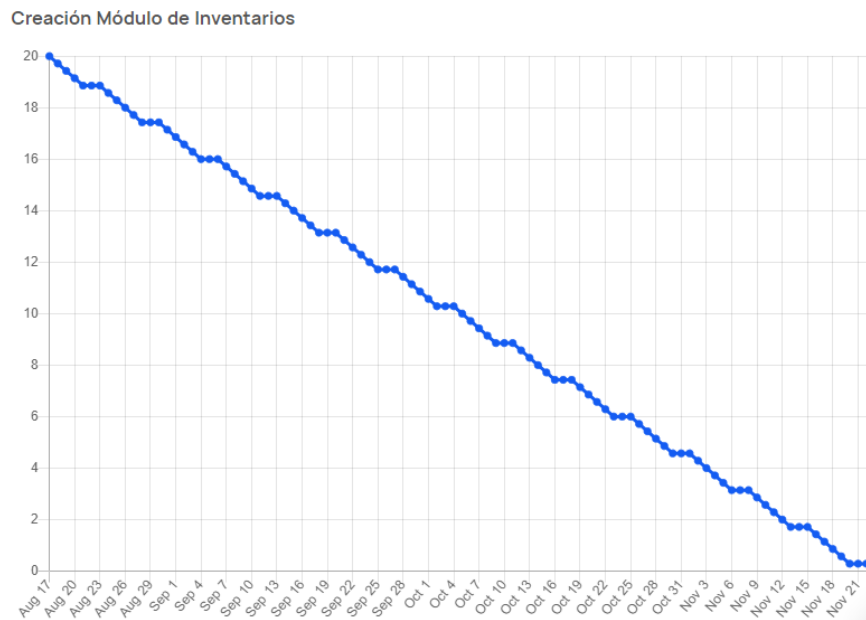


Figura 10 Gráfica Burndown Chart del desarrollo del Módulo de Inventarios

4.5 Prueba y demostración del producto:

Al finalizar cada Sprint se debe realizar una revisión para después mostrar los resultados al personal de la empresa, para luego ser evaluado y tomar la decisión de si se acepta el Sprint o si se deben realizar modificaciones adicionales del módulo de inventario, de ser así estas modificaciones se deben añadir al desarrollo y ser contempladas y

evaluadas en la siguiente demostración del módulo, esto quiere decir que en la reunión de la presentación del sprint final.

Respecto al diseño y manejo de todo el frontend y el backend de la aplicación web, estas son realizadas en los lenguajes mencionados anteriormente, como lo son PHP y HTML respectivamente. Para el manejo de la información que se debe ingresar al inventario de la empresa, es necesario hacer uso de una base de datos relacional con el fin de facilitar el manejo de datos y tablas relacionadas entre sí, idealmente para la implementación de esta aplicación en la empresa es necesario hacer uso de un servidor en la nube, para así construir y almacenar la información de manera segura en bases de datos, sin embargo debido a los altos costos, este manejo de información se realizó mediante un servidor local en los equipos utilizados para el desarrollo de este proyecto.

4.6 Planificación retrospectiva y organización del próximo Sprint:

Como último paso se realiza una retrospectiva del Sprint realizado y se contempla que podría haberse hecho mejor, ya que en la elaboración de estos Sprints que hacen parte del módulo de inventarios, se pueden presentar errores o retrasos, que no se ven contemplados en el tiempo de desarrollo propuesto de la Tabla 5 [36].

Al finalizar los pasos de la metodología SCRUM se realiza la unión de todo el módulo de inventarios, para realizar una prueba final del funcionamiento, en dónde se realiza la creación de dos perfiles diferentes para los usuarios, el primero y más importante es el administrador el cual será llevado a cabo por el almacenista, este perfil tiene permisos de modificación y visualización de todo el inventario (entradas y salidas con sus respectivas cantidades e información específica como marca, modelo, etc.) y aprobación de pedidos realizados por el personal de soporte, mientras que el perfil de ingeniería solo puede visualizar el inventario disponible y realizar pedidos de respuestas al almacenista, todo con el fin de evaluar el funcionamiento de este y los servicios que esta aplicación web ofrece.

Por otro lado, la verificación de funcionalidad también se realizará con la ayuda de una encuesta de satisfacción basada en SUS, la cual nos permitirá saber si la plataforma cumple con los requerimientos solicitados por la empresa y si es necesario hacer cambios en un futuro.

Para la interpretación de la encuesta SUS, el primer paso es convertir a una escala la respuesta a cada pregunta de la siguiente manera [37]:

- Totalmente en desacuerdo: 1 punto
- En desacuerdo: 2 puntos
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 3 puntos
- De acuerdo: 4 puntos
- Totalmente de acuerdo: 5 puntos

Posteriormente, se calcula el score de la escala SUS para cada uno de los sujetos así [37]:

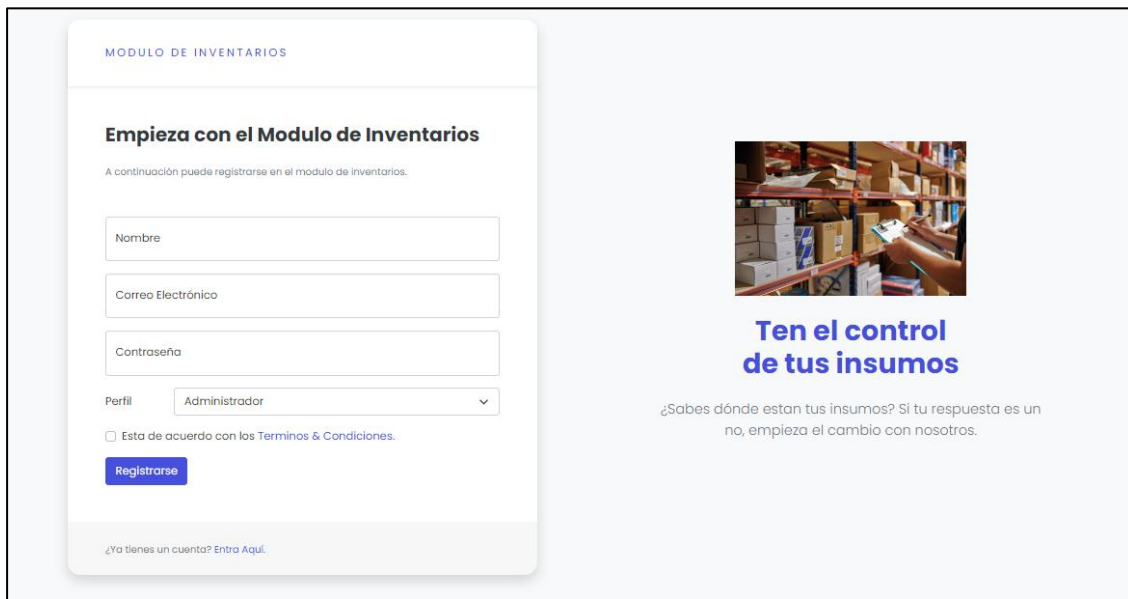
- X = Suma de los puntos para todas las preguntas impares - 5
 - Y = 25 - Suma de los puntos para todas las preguntas pares
- En dónde el puntaje SUS está dado por:

$$Puntaje = (x + y)2.5$$

Finalmente, se hace un promedio teniendo en cuenta los puntajes individuales de las personas que realizan la encuesta para dar un puntaje global en cuanto a la usabilidad del desarrollo.

5. RESULTADOS

A través de la programación realizada en cuanto a frontend y backend de la página y con base en la metodología de desarrollo de software SCRUM, se construye el módulo de inventario, el cual cuenta, en primera instancia, con una página de registro para usuarios en dónde es necesario llenar los espacios solicitados como se ve en Figura 11, además se indica si el usuario al momento del registro crea un perfil de administrador o un perfil de ingeniero, el mismo debe ser indicado en la página de inicio de sesión como requisito de validación.



MODULO DE INVENTARIOS

Empieza con el Modulo de Inventarios

A continuación puede registrarse en el modulo de inventarios.

Nombre

Correo Electrónico

Contraseña

Perfil Administrador

Esta de acuerdo con los Terminos & Condiciones.

[Registrarse](#)

¿Ya tienes un cuenta? [Entra Aquí.](#)

Ten el control de tus insumos

¿Sabes dónde están tus insumos? Si tu respuesta es un no, empieza el cambio con nosotros.

Figura 11 Página de registro del módulo de inventarios

Después del inicio de sesión y la respectiva validación de los datos en el backend para otorgar acceso al usuario, se redirecciona hacia la página principal o home como se observa en la Figura 12, en donde se encuentra el perfil del usuario con una breve descripción de este y los respectivos datos de contacto empresarial, en la parte izquierda de la página se encuentra el acceso a las diferentes funcionalidades del módulo.

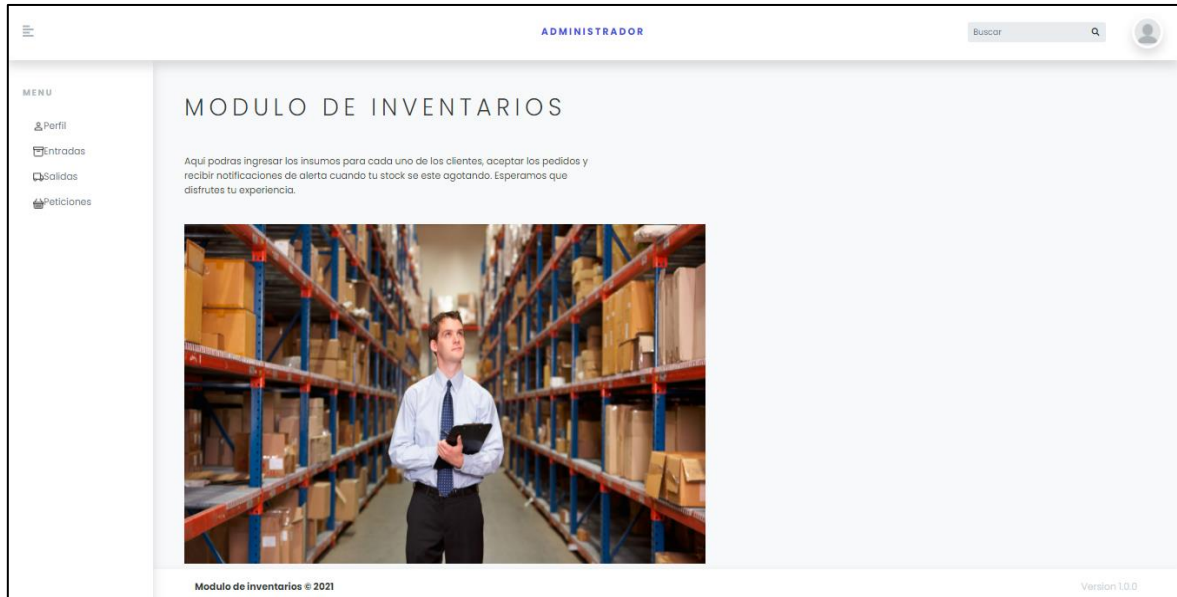


Figura 12 Página principal del módulo de inventarios, perfil de administrados

En el perfil de administrador estas funcionalidades tienen como primera opción pestaña de entradas, en donde el administrador o almacenista ingresa manualmente el insumo a la base de datos la cual se encuentra en un servidor local instalado en los ordenadores que se usaron para el desarrollo de este proyecto, tal como se mencionó anteriormente en la metodología, junto con datos como la marca, modelo, fotografía y número de parte. La segunda función maneja las salidas, donde se realizan modificaciones a las cantidades de cada insumo en el inventario o de ser necesario, se elimina un activo obsoleto del inventario. La tercera función es la de “peticiones” en donde el almacenista puede visualizar la solicitud de alistamiento de repuestos que tiene como pendientes, ya que para cada tarea llevada a cabo en el centro de servicio o en campo, el ingeniero debe solicitar cierta cantidad de repuestos o insumos específicos al almacenista dependiendo de los equipos y la tarea que se vaya a llevar a cabo, una vez más, la cual también depende del cliente al cual se realiza su respectivo servicio.

Por otro lado, la página de ingeniero tiene características muy similares a la página de administrador, sin embargo con la diferencia que la primera función se denomina pedidos, sirve para que el ingeniero envíe la solicitud de repuestos mencionada anteriormente, con insumos y cantidad específica para cada uno, mientras que la otra es para que el ingeniero realice las devoluciones, es decir, si en el trabajo o tarea realizada por el ingeniero no fueron usados todos los repuestos o insumos solicitados, estos deben ser devueltos al almacén en estas interfaces también se observan las características mencionadas anteriormente.

ADMINISTRADOR

Inicio / Entradas / Entradas de Baxter

REPUESTOS DE BAXTER

Añadir un nuevo repuesto Nueva Entrada Eliminar Repuesto

10 entries per page

# DE ID	PARTE	NOMBRE	IMAGEN	CANTIDAD	MARCA	MODELO	STATUS
1	M36628	Parte negra con rosca de la tapa de sistema de llenado tipo bayoneta		18	Drager	Vapor 2000	Disponible
2	M36625	O-ring sistema de llenado		80	Drager	Vapor 2000	Disponible
3	M34251	Protector acrílico del sistema de llenado		21	Drager	Vapor 2000	Disponible

Figura 13 Tabla de los repuestos de Baxter

En estas interfaces anteriormente mencionadas, el usuario puede acceder a cada lista y función dependiendo del cliente, entre estos están BAXTER, ABBOT y RTS, acá pueden visualizar cada insumo perteneciente al inventario de cada cliente, la fotografía respectiva, su número de parte y la cantidad disponible del mismo, tal como se observa Figura 13, esto para mayor versatilidad y agilidad a la hora de alistar un pedido con un número significativo de repuestos.

En cuanto al uso por parte del personal se realizaron pruebas de funcionamiento de la página, estas fueron realizadas a través de la implementación en el centro de servicio mientras que el almacenista realizaba tareas funcionales del módulo que iban desde el registro e ingreso a la página, posteriormente ingresar elementos activos al inventario de cada uno de los clientes, modificación de cantidades, salidas de insumos y eliminación de activos, en estas pruebas se realizaron con el fin de verificar la visualización del inventario y la lógica de la programación propuesta, además, estas tareas se realizaron ingresando datos correctamente y datos erróneos para verificar que el sistema trabaja con la lógica propuesta y para ver si es capaz de evidenciar dichos errores, para con esto arrojar las alarmas correspondientes dependiendo del error.

En cuanto a la gráfica del trabajo pendiente y realizado de la metodología SCRUM Figura 10 en donde en el eje Y se puede observar los puntos planeados, en este caso los requerimientos presentados, y en el eje X se observan los días en los que se realizó todo el módulo de inventarios, es evidente que el desarrollo de las tareas y de cada uno de los Sprints para la creación del módulo de inventarios fue la más apropiada ya que se logró cumplir con los parámetros establecidos y los tiempos propuestos en un comienzo como se puede observar en la Tabla 5.

Finalmente se realiza la validación del módulo mediante la escala de usabilidad del sistema (SUS) mencionada anteriormente en la metodología, esta va dirigida al personal

que operaría el sistema de inventario en caso de implementarse en la empresa, en este caso se realizó la encuesta que se muestra en el Anexo 3, esta encuesta fue realizada a 3 personas del personal de ingeniería y al almacenista con un total de 4 sujetos, allí se muestran las 10 preguntas implementadas en la encuesta junto el respectivo diagrama de torta, mostrando el porcentaje de respuestas para cada pregunta. Con lo anterior, de la encuesta SUS se obtiene un valor de usabilidad total de 79.3, teniendo en cuenta el score de cada sujeto y haciendo un promedio de los cuatro, siendo este score un criterio satisfactorio, ya que lo clasifica como grado B y con adjetivo de usabilidad “bueno” dado entre [68 – 80.3] [37].

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos y las pruebas de funcionamiento realizadas para la aplicación web de manejo de inventario, se encontró que el sistema planteado satisface las necesidades tanto de manera visual (frontend) como en el manejo de datos (backend) dada la. La lógica propuesta en el backend juega un papel vital en el funcionamiento global, ya que cumple de manera eficiente con la validación de los formularios en las diferentes funciones de la página, como lo es en el momento del registro del usuario y su respectivo ingreso, el agregar y eliminar elementos activos a la lista de inventario de cada cliente, se verificó el ingreso y la salida de cada elemento de manera única e irrepetible dado su respectivo cliente, ID y número de parte, además de que el sistema es capaz de identificar dichos errores y arrojar un respectivo aviso o “warning” al usuario con el fin de obstaculizar el movimiento llevado a cabo por el usuario hasta que este ingrese datos válidos para cada tarea.

Por otro lado, al analizar todos los requerimientos propuestos anteriormente, el desarrollo actual en cuanto al perfil del administrador se tiene que el 95% del frontend y el 80% del backend fue finalizado con éxito, dado que la función de visualización de pedidos solicitados por parte del personal de ingeniería no fue completamente terminada y no es funcional. En cuanto al perfil del ingeniero se tiene un porcentaje del 80% para el desarrollo del frontend, mientras que el backend se encuentra a un 40% del desarrollo total, ya que puede visualizar perfectamente el inventario disponible por cada cliente en la base de datos pero las funciones de hacer pedidos y hacer devoluciones al almacenista no son completamente funcionales; lo anterior debido al tiempo disponible para el desarrollo total de la página web, el cual fue de 15 semanas y este debía tener pruebas en campo, se priorizó todo con respecto al manejo de inventario, movimientos y visualización del mismo.

De acuerdo con un proyecto propuesto en Guayaquil, Ecuador, el desarrollo de un aplicativo web para manejo de inventario en un hospital de la ciudad, en donde se evidencian técnicas y metodologías similares con el módulo desarrollado para este proyecto, también se construyó mediante la metodología SCRUM, a su vez implementaron software de uso libre como lo es PHP y MYSQL para el desarrollo del frontend y el manejo de bases de datos respectivamente. A través de su implementación aplicaron una serie de criterios de validación lo que al final demuestra un valor total del 96% de validación en cumplimiento de requerimientos, lo que en comparación al porcentaje de cumplimiento en requerimientos del actual módulo es mayor, por otro lado, para evaluar la confiabilidad del sistema propuesto utilizaron el coeficiente de Cronbach obteniendo un valor de 0.8, dado como un valor satisfactorio de confiabilidad, lo que podría ser un equivalente a la escala de usabilidad (SUS) aplicada en el actual proyecto, dónde también se obtiene un valor denominador como satisfactorio en términos de usabilidad [38].

En el desarrollo anteriormente mencionado se aplica una encuesta a un número mayor de personas (15) con el fin de saber la importancia y necesidad del desarrollo web para el manejo del inventario en el hospital, de esta encuesta se resalta que el 95% considera que el software de manejo implementado por el hospital es malo y ha presentado problemas con el manejo del mismo y más del 80% está de acuerdo con el nuevo sistema que proponen para el manejo del inventario, demostrando que la propuesta si es capaz de resolver necesidades en dicho escenario [38].

De lo anterior se puede inferir que el aplicar técnicas ágiles para desarrollo de software y hacer uso de lenguajes libres para desarrollos web resultan en herramientas muy útiles, haciendo posible la creación de soluciones prácticas y de bajo costo para el manejo de información dentro de instituciones que requieran tener una mejora en sus procesos internos, además de ser un sistema eficiente y que satisfaga las necesidades de la entidad y de los operarios de dicho sistema, teniendo en cuenta características como la facilidad de manejo y la confianza que genera el sistema a la hora de ser operado.

En cuanto a la prueba de usabilidad (SUS), esta prueba solo pudo ser aplicada a 4 sujetos, dado que el módulo estaba implementado en un servidor local para las respectivas pruebas, de este modo, la disponibilidad del personal de ingeniería en el centro de servicio (sitio dónde se realizaron las pruebas de uso) era muy limitada debido a las diferentes tareas en campo que este personal lleva a cabo. Sin embargo, con pocos participantes se obtuvo un puntaje de 79.3 en la totalidad de la encuesta, califica con el adjetivo “Bueno” en la escala de usabilidad al módulo, de modo que ratifica una buena oportunidad de implementabilidad en la empresa First Medical de Colombia S.A.S como herramienta para el manejo de inventario [37].

7. CONCLUSIONES

En cuanto al desarrollo de la aplicación web, se puede concluir que implementar la metodología SCRUM resultó ser una herramienta efectiva para lograr priorizar funciones del módulo, teniendo en cuenta los requerimientos planteados con el fin de mejorar de acuerdo con la retroalimentación recibida a lo largo del desarrollo, además, debido a los lenguajes implementados para el desarrollo, hacen más sencillo que esta aplicación web sea compatible al software Quiron.

Por otro lado, dado el porcentaje total finalizado del módulo, para su completa implementación es necesario finalizar el perfil de ingeniero en cuanto al backend, el manejo de la base de datos y la relación de tablas para las peticiones de repuestos, junto con la función de devoluciones propuesta en los requerimientos.

Respecto a las librerías utilizadas de "Bootstrap", fue posible lograr que el desarrollo sea adaptable para cualquier dispositivo electrónico que acceda a la aplicación web, lo que facilita y mejora la accesibilidad al aplicativo desde cualquier lugar con acceso a internet y desde cualquier dispositivo, además, brinda mayor eficiencia en los procesos de visualización de inventario y edición del mismo por parte del personal administrativo.

Finalmente, para concluir en cuanto a la usabilidad del módulo, el resultado de la encuesta SUS y las pruebas realizadas en cuanto a la funcionalidad del módulo, se obtuvieron resultados satisfactorios, sin embargo, se deben realizar más pruebas, tales como el funcionamiento de la lógica del backend en toda la página y el manejo de información de la base de datos relacional que se utilizaría en el servidor web, además del desarrollo pendiente respecto al backend de la función de peticiones y la función de devoluciones, en caso de que la página llegue a ser publicada.

8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El actual proyecto puede implementarse para controlar el inventario de First Medical de Colombia S.A.S si este es aprobado por la gerencia y este cumple los requisitos propuestos por el comité general, de igual manera se espera adoptar sugerencias por parte del personal de ingeniería y el personal administrativo con el fin de mejorar las funciones que tiene el módulo.

Como primer trabajo a futuro y con el fin de establecer un sistema completo en cuanto al manejo de inventario en su totalidad, el primer paso es conectar esta página web con un servidor online, para que esta sea accesible desde cualquier dispositivo móvil sea en labores del centro de servicio o en campo, adicionalmente, se espera poder incluir el control y manejo de los equipos médicos que entran y salen de la institución, ya sean propiedad de la empresa o propiedad de otros clientes, esto con el fin de mejorar la trazabilidad de los equipos médicos manejados en la empresa.

Por otro lado, se sugiere implementar una pestaña en la que se registren los movimientos de los repuestos pertenecientes al inventario, esto con el fin de saber en qué equipos fueron utilizados, el ingeniero o ingeniera que ejecutó la tarea, bajo que cliente se realizó la orden de trabajo y la fecha de este, como factor adicional para mejor trazabilidad de los repuestos y de las labores de ingeniería realizadas tanto en el centro de servicio como en campo, ya sea en Bogotá o en otras ciudades de Colombia.

En un futuro, si el módulo presenta resultados satisfactorios en el cumplimiento de indicadores en el manejo de repuestos y trazabilidad de equipos médicos, se propone implementar este mismo módulo en los sistemas generales en las sedes de México y Chile.

Referencias

- [1] F. M. d. Colombia, «First Medical de Colombia S.A.S,» WordPress, [En línea]. Available: <https://firstmedicaldecolombia.com/>. [Último acceso: 03 Octubre 2021].
- [2] F. M. d. Colombia, «First Medical de Colombia S.A.S,» WordPress, [En línea]. Available: <https://firstmedicaldecolombia.com/gestion-documental/>. [Último acceso: 03 Octubre 2021].
- [3] C. R. Hernandez, «¿Qué es un software de aplicación Ejemplos?,» 9 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://aleph.org.mx/que-es-un-software-de-aplicacion-ejemplos>. [Último acceso: 11 Diciembre 2021].
- [4] S. Mantenimiento, «Gestion de Mantenimiento de activos,» [En línea]. Available: <https://www.softexpert.com/es/produto/gestion-mantenimiento/>. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [5] Capterra, «SAP Business By Design,» [En línea]. Available: <https://www.capterra.co/software/1010597/sap-business-one>. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [6] SAP, «¿Qué es SAP?,» [En línea]. Available: <https://www.sap.com/latinamerica/about/company/what-is-sap.html>. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [7] I. Soluciones, «Productos de la aplicación SAMM,» IDAE Soluciones, [En línea]. Available: <https://idaesoluciones.com/producto-inicial>. [Último acceso: 03 Octubre 2021].
- [8] I. Soluciones, «SAMM,» IDAE Soluciones, [En línea]. Available: <https://idaesoluciones.com/>. [Último acceso: 03 Octubre 2021].
- [9] odoo, «About us Odoo,» [En línea]. Available: https://www.odoo.com/es_ES/page/about-us. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [10] odoo, «Inventario Odoo,» [En línea]. Available: https://www.odoo.com/es_ES/app/inventory. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [11] DQSCONSULTING, «¿Qué es Microsoft Dynamics 365?,» [En línea]. Available: <https://www.dqsconsulting.com/que-es-microsoft-dynamics-365/>. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [12] M. D. 365, «Supply Chain Management,» [En línea]. Available: <https://dynamics.microsoft.com/es-es/supply-chain-management/overview/>. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [13] CIN7, «Acerca de CIN7,» [En línea]. Available: <https://www.cin7.com/about-us#>. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [14] F. Inventory, «Cloud Inventory Management Software for your Growing Business,» [En línea]. Available: <https://www.finaleinventory.com/cloud-inventory-management-2>. [Último acceso: 11 Diciembre 2021].
- [15] N. Gima, «La evolución del diseño web,» HostGator, 30 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.hostgator.mx/blog/evolucion-del-diseno-web/>. [Último acceso: 9 Octubre 2021].

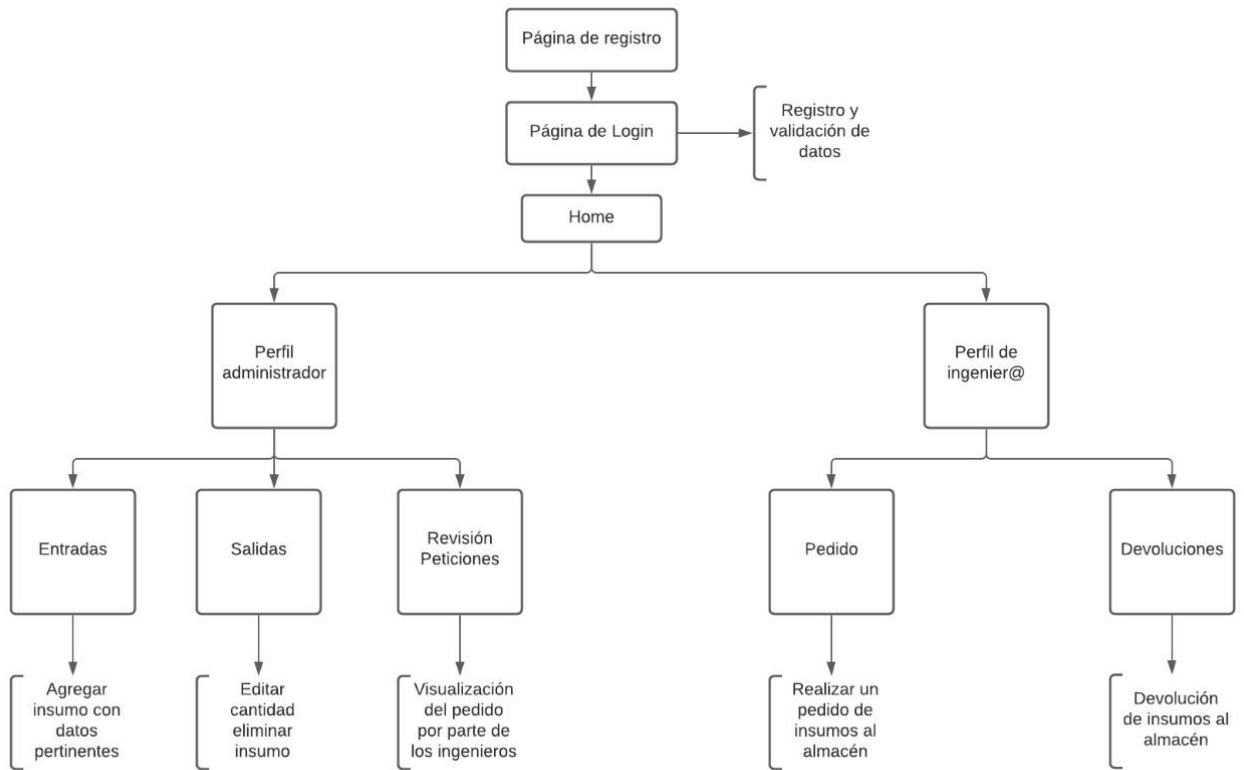
- [16] J. P. Barba Soler, «Diseño y Desarrollo Web.» 2013 - 2014. [En línea]. Available: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49757/MEMORIA_Barba%2520Soler%252C%2520Juan%2520Pedro.pdf?sequence=1. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [17] «Introducción al Desarrollo Web,» Udemy, Agosto 2020. [En línea]. Available: https://www.udemy.com/course/desarrollo-web-desde-cero-html5-css3-javascript/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=LongTail_la.ES_cc.LATAM&utm_term=._.ag_121424001579_.ad_515898216164_.kw_.de_c_.dm_.pl_.ti_dsa-1237025622372_.li_10. [Último acceso: 10 Octubre 2021].
- [18] PiensaSolutions, «Principales lenguajes de programación para el desarrollo web,» 19 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.piensasolutions.com/blog/principales-lenguajes-programacion-web/>. [Último acceso: 10 Octubre 2021].
- [19] D. Web, «HTML,» [En línea]. Available: <https://desarrolloweb.com/home/html>. [Último acceso: 10 Octubre 2021].
- [20] M. W. Docs, «HTML: Lenguaje de etiquetas de hipertexto,» MDN Web Docs, 2 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>. [Último acceso: 3 Noviembre 2021].
- [21] M. W. Docs, «Tecnología para desarrolladores web,» 1 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>. [Último acceso: 2 Noviembre 2021].
- [22] I. d. Souza, «Rockcontent,» 9 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/php/>. [Último acceso: 10 Octubre 2021].
- [23] G. Munte, «Guía completa del Framework: qué es, cuáles tipos existen y por qué es importante en Internet,» Rockcontent, 8 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/framework/>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [24] G. Author, «Bootstrap: guía para principiantes de qué es, por qué y cómo usarlo,» Rockcontent, 12 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/bootstrap/>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [25] Oracle, «¿Qué es una base de datos?,» [En línea]. Available: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-database/>. [Último acceso: 19 Octubre 2021].
- [26] «tic.portal,» EKCIT, 9 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ticportal.es/glosario-tic/base-datos-database>. [Último acceso: 19 Octubre 2021].
- [27] R. Demera, «Metodologías tradicionales Vs Metodologías ágiles,» 2 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://tech.tribalyte.eu/blog-metodologias-tradicional-vs-agil>. [Último acceso: 25 Octubre 2021].
- [28] D. Guide, «El modelo en cascada: desarrollo secuencial de software,» 11 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].

- [29] J. Roche, «¿Qué es el desarrollo en Espiral?,» Deloitte, [En línea]. Available: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/que-es-el-desarrollo-en-espiral.html>. [Último acceso: 28 Octubre 2021].
- [30] M. Ortiz, «Modelo Incremental,» 16 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://isw-udistrital.blogspot.com/2012/09/ingenieria-de-software-i.html>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [31] Damorales, «Metodología tradicional o ágil ¿Cuál es la mejor opción para mi proyecto de desarrollo de software?,» Scio, 20 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.scio.com.mx/blog/metodologia-tradicional-o-agil-software/>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [32] C. S. Boto, «Qué es Kanban y cómo aplicarlo al desarrollo de software,» Profile, 14 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://profile.es/blog/que-es-kanban-y-como-aplicarlo-al-desarrollo-de-software/>. [Último acceso: 25 Octubre 2021].
- [33] Softeng, «Metodología Scrum,» [En línea]. Available: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum.html>. [Último acceso: 5 Noviembre 2021].
- [34] Comunicaciones, «Globalbit,» 11 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.globalbit.co/2019/07/11/desarrollo-de-software-lean-lsd-y-sus-beneficios-para-las-empresas/>. [Último acceso: 5 Noviembre 2021].
- [35] Usability.gov, «System Usability Scale (SUS),» [En línea]. Available: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>. [Último acceso: 25 Octubre 2021].
- [36] P. Agiles, «Retrospectiva (Sprint Retrospective),» [En línea]. Available: <https://proyectosagiles.org/retrospectiva-sprint-retrospective/>. [Último acceso: 11 Diciembre 2021].
- [37] W. T, «Measuring and Interpreting System Usability Scale (SUS),» [En línea]. Available: <https://uiuxtrend.com/measuring-system-usability-scale-sus/>. [Último acceso: 23 Noviembre 2021].
- [38] W. I. Peña Chilan y R. A. Rizzo Caravedo, «DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN SOFTWARE LIBRE PARA LA GESTION Y GENERACIÓN DE INVENTARIOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2018.
- [39] SoftExpert, «Software for Performance Excellence,» [En línea]. Available: <https://www.softexpert.com/se-es/catalogos/perfil-corporativo-esp.pdf>. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [40] Capterra, «SoftExpert EQM,» [En línea]. Available: <https://www.capterra.co/software/91602/softexpert-eqm#pricing>. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [41] Netec, «¿Qué es un framework y para qué se utiliza?,» [En línea]. Available: <https://www.netec.com/post/que-es-un-framework-y-para-que-se-utiliza>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].

- [42] EasyWayz, «Your Code HTML5,» WordPress, 22 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://yourcodeweb.wordpress.com/2017/02/22/ventajas-y-desventajas-de-html/>. [Último acceso: 10 Octubre 2021].
- [43] C. Herrera, «Bloguero Pro,» Bloguero Pro, 12 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://bloguero.pro.com/blog/ventajas-y-desventajas-de-usar-javascript-en-la-programacion-web>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [44] N. Tapia, «Ventajas y desventajas del lenguaje PHP,» Baulphp, 6 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.baulphp.com/ventajas-y-desventajas-del-lenguaje-php/>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [45] C. d. f. t. p. l. industria, «Python: qué es, para qué sirve y cómo se programa,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-python/>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [46] Alba, «Python: Ventajas y Desventajas,» Discorder, 23 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.discoder.tech/python-ventajas-desventajas/>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [47] D. g. IONOS, «El modelo en cascada: desarrollo secuencial de software,» 21 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [48] N. Grijalva, «Modelo Espiral,» 15 Octubre 2012. [En línea]. Available: <http://software1nathalgrijalva.blogspot.com/2012/10/modelo-espiral.html>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [49] M. Ortiz, «Modelo Incremental,» 10 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://isw-udistrital.blogspot.com/2012/09/ingenieria-de-software-i.html>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [50] S. Bborgaonkar, «Simple Steps to Implement Kanbn in Lean Manufacturing,» 31 Julio 2014. [En línea]. Available: https://www.slideshare.net/sadashiv_borgaonkar11/learn-how-to-implement-kanban-in-lean-manufacturing. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [51] D. O. Suárez, «Agile (Scrum) y la alidad en el desarrollo de software,» 11 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <http://blogalphaconsultoria.blogspot.com/2017/09/agile-scrum-y-la-calidad-en-el.html>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [52] StudentPlace, «Metodología de desarrollo de software,» 9 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://studentplace98.blogspot.com/2018/09/metodologia-de-desarrollo-de-software.html>. [Último acceso: 2021 Octubre 2021].

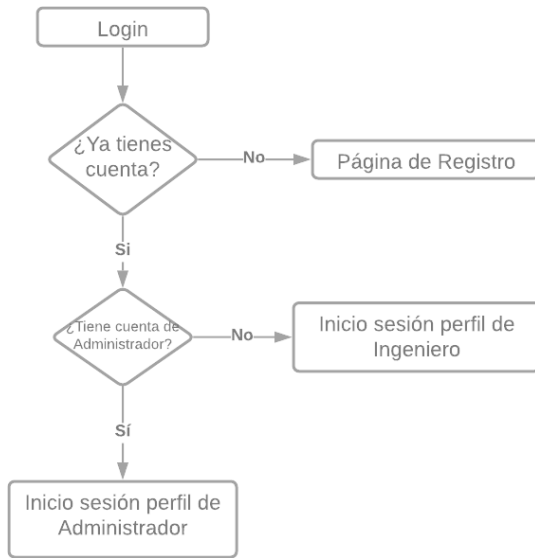
ANEXOS

Anexo 1 Sitemap para la construcción de los módulos de la página

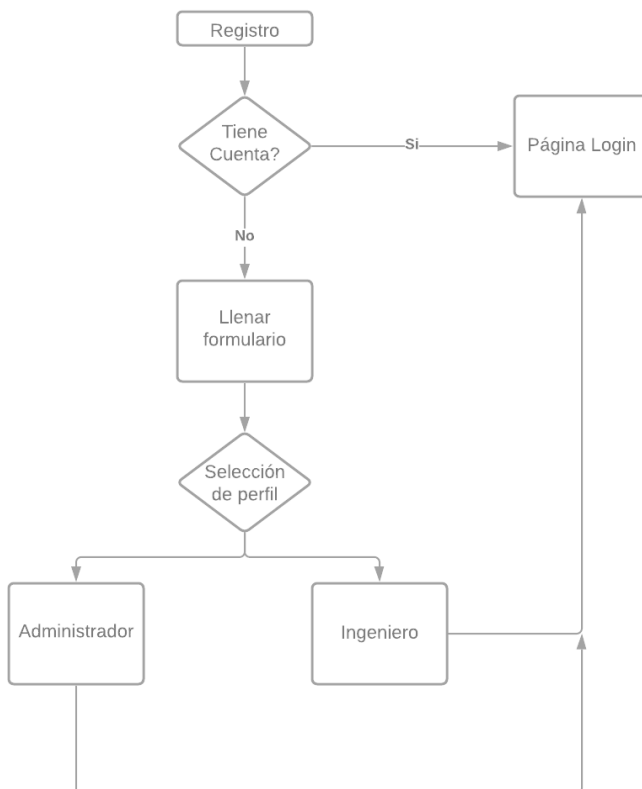


Anexo 2 Diagramas de bloques para la elaboración de cada página

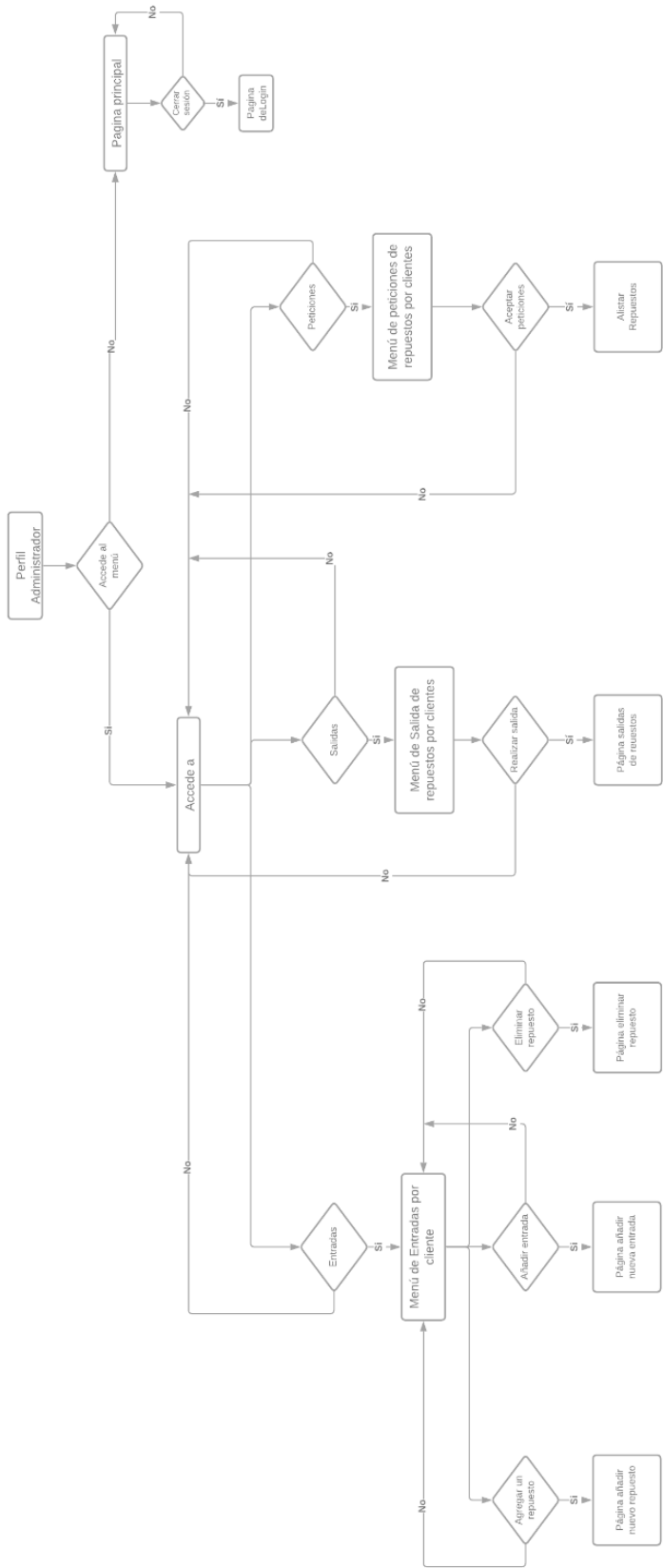
Página de Login



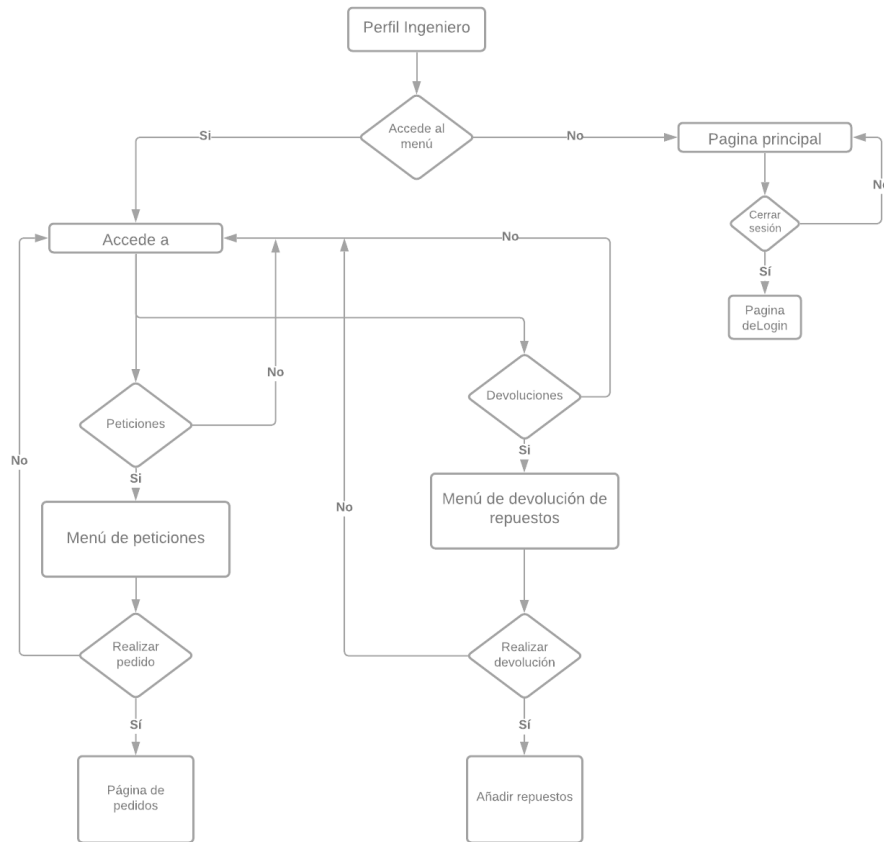
Página de Registro



Página Perfil de administrador



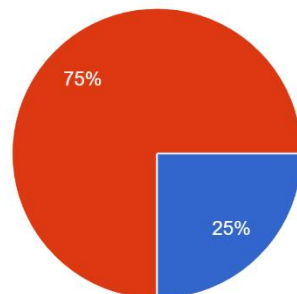
Página Perfil de Ingeniero



Anexo 3 Encuesta SUS para el módulo de inventarios

Utilizaría este sistema con frecuencia.

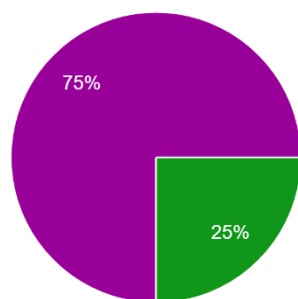
4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

Encuentro el sistema innecesariamente complejo.

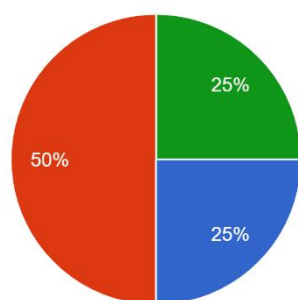
4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

Pensé que el sistema sería fácil de usar.

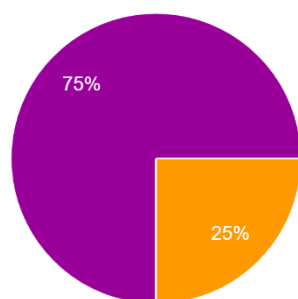
4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema.

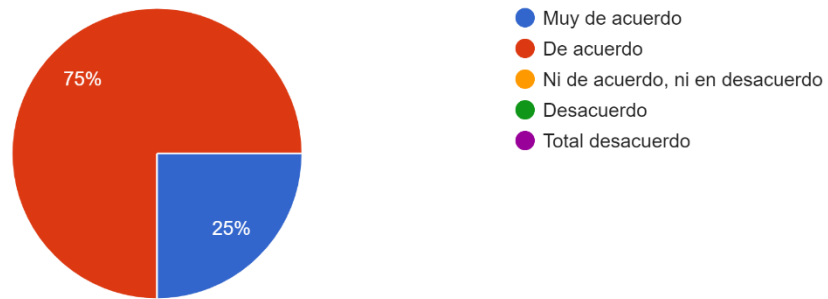
4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

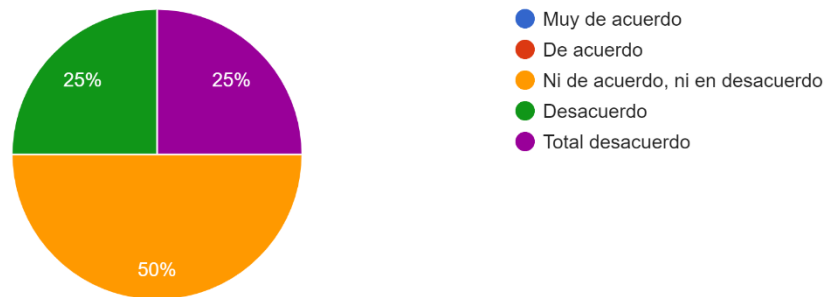
Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas.

4 respuestas



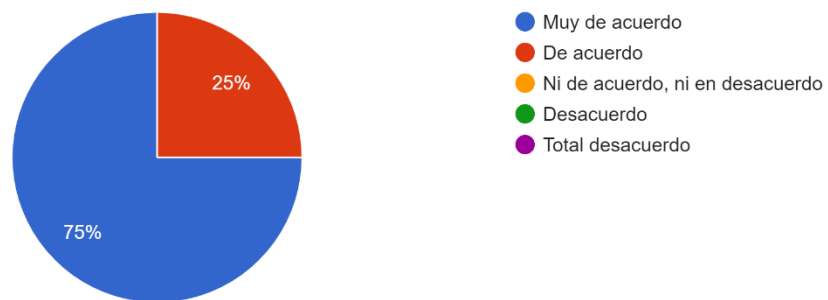
Encontré que había demasiada inconsistencia en este sistema.

4 respuestas



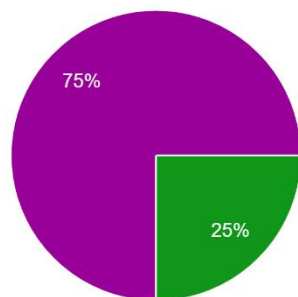
Pienso que la mayoría de las personas aprenderían a utilizar este sistema muy rápidamente.

4 respuestas



Encontré muy engorroso usar el sistema.

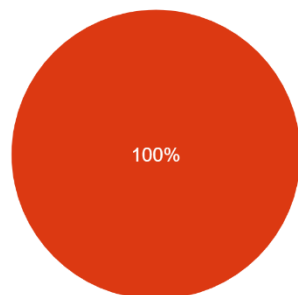
4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

El sistema me brinda seguridad a la hora de usarlo.

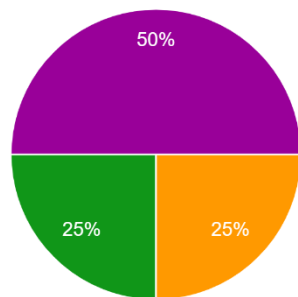
4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

Para usar el sistema tuve que aprender demasiadas cosas.

4 respuestas



- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Total desacuerdo

Anexo 4 Diagrama de Gantt

Módulo de Inventarios para First Medical de Colombia S.A.S

GRÁFICO GANTT SIMPLE de Vertex42.com
<https://www.vertex42.com/ExcelTemplates/simple-gantt-chart.html>

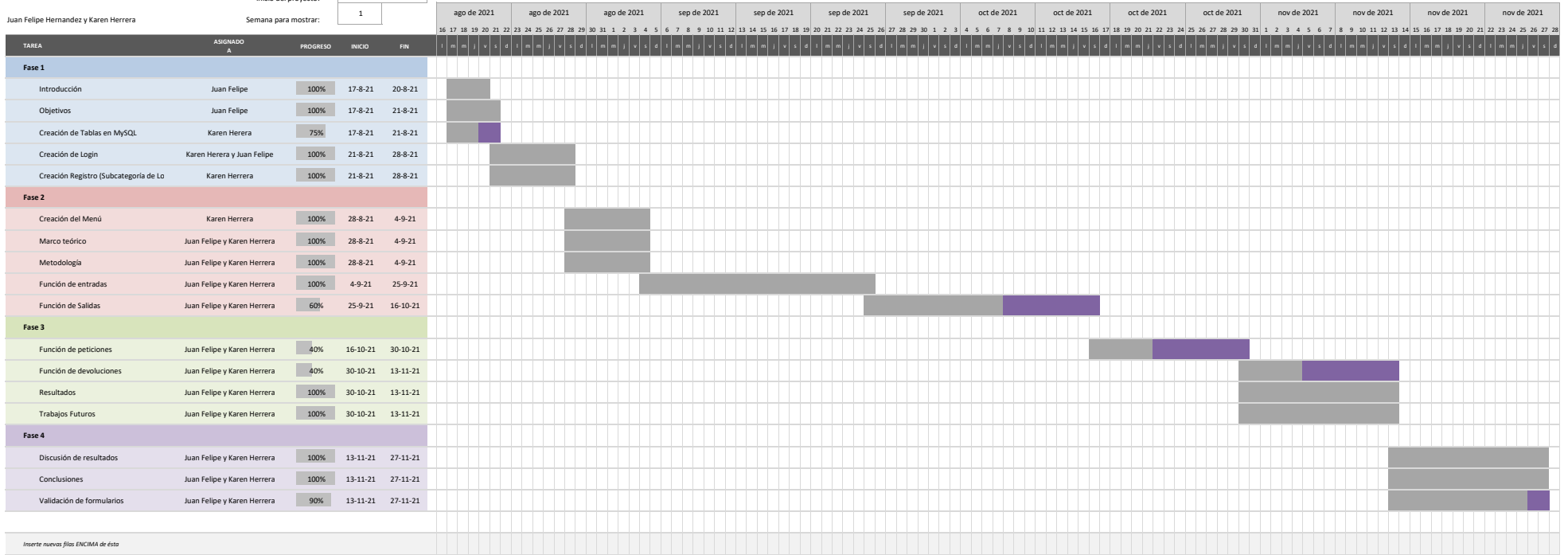
Nombre de la compañía
 Responsable del proyecto

Módulo de inventarios

Inicio del proyecto:

Semana para mostrar:

Juan Felipe Hernandez y Karen Herrera



Inserte nuevas filas ENCIMA de ésta