



Sistema de gestión para las inversiones de Suelos del Ministerio de la Agricultura en Granma

System of management for the investments of Soils of the Ministry of the Agriculture in Granma

Leyanis Enoa Payés

Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Granma, Cuba
lenoap@udg.co.cu
ORCID: 0000-0001-8381-658X

Raydel Chávez Socarrás

Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Granma, Cuba
rchavez@s@udg.co.cu

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.09.19.005>

Recibido: Mayo 31, 2021
Aceptado: Octubre 20, 2021

Resumen: En el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Granma en Cuba, se llevan a cabo varios procesos dentro de los cuales se incluye la gestión de información para la aprobación de inversiones. El mismo se torna difícil debido a que se efectúa de forma manual y mediante modelos impresos, propiciando insuficiencias del personal encargado de registrar la información, dificultad para conservar información relevante y demora en el proceso de respuesta. Atendiendo a estas necesidades, en la presente investigación, se desarrolla un sistema informático que mejorará la gestión de la información para la aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes en Granma. Para desarrollar el sistema se utilizó como metodología de desarrollo de software *Extreme Programming (XP)*. PHP 7.3.3 y SQL como lenguajes de programación del lado del servidor, del lado del cliente HTML 5, CSS 3, JavaScript y jQuery 1.2.2. Servidor de aplicaciones web APACHE 2.4.38, MySQL 5.0.12 como gestor de Base de Datos, CodeIgniter 3.1.10 como Framework y DBDesigner 4 como ayuda a la modelación de la base de datos. Como resultado de la investigación se obtuvo un sistema validado mediante pruebas de software, las cuales avalan su correcto funcionamiento.

Palabras clave: *Sistema Informático, Gestión de información, Inversiones, Suelos.*

Abstract: Various processes are carried out in the Soil and Fertilizer Department of the Ministry of Agriculture at Granma's province in Cuba, including information management for investment approval. It becomes difficult due to the fact that it is carried out manually and through printed models, leading to insufficiencies in the personnel in charge of recording the information, difficulty in preserving relevant information and delay in the response process. In response to these needs, in this investigation, an informatics system is developed that will enrich the management of the information for the approval of investments of Soils and Fertilizers in Granma. For the development of the system was utilized as methodology of development of software *Extreme Programming (XP)*. PHP 7.3.3 and SQL as server-side, client-side programming languages HTML 5, CSS 3,

JavaScript and JQuery 1.2.2. APACHE 2.4.38 web application server, MySQL 5.0.12 as Database manager, CodeIgniter 3.1.10 as Framework and DBDesigner 4 as an aid to database modeling. As a result of investigation, a system validated by means of proofs of software was obtained, which vouch for his correct functioning.

Keywords: *Informatics System, Management of Information, Investments, Soils.*

1. Introducción

Las inversiones han realizado un gran trabajo en cuanto al crecimiento económico de algunos países. Dentro de estas, se incluyen carreteras, ferrocarriles, sistemas de inversión agrícola, centrales eléctricas, etc. De esta manera, el aumento de la productividad se evidencia a gran escala a largo plazo. Por lo que la misma, es un motor indispensable de crecimiento económico mundial [1].

Sin embargo, los beneficios que se puedan dar por el aumento de las inversiones están determinados por el correcto manejo y condiciones locales en cada nación. Al darle un buen manejo y al aprovechar al 100% las ventajas de ésta, se lograría una mejora en la productividad de cualquier economía en un gran periodo de tiempo. Cuba no está ajena a las tendencias que en el mundo se mueven en torno a la evaluación de inversiones y el flujo de capitales.

El Ministerio de la Agricultura es el Organismo de la Administración Central del Estado encargado de proponer e implantar la política sobre el uso, tenencia y explotación sostenible de la superficie agrícola del país; la producción agropecuaria y forestal para la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población, la industria y la exportación [2].

De manera específica en el Departamento de Suelos y Fertilizantes perteneciente a dicho Organismo del municipio de Bayamo, provincia Granma en Cuba, tiene como principal misión proveer la base científico-técnica para el correcto uso, manejo, conservación y mejoramiento del fondo de suelos del país y su control. Este es el encargado de aprobar cada inversión que se desee ejecutar en el territorio, dependiendo del tipo de suelo en donde se quiera acometer dicho proyecto.

Para dicha aprobación el Departamento recibe de la Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF) un plano de micro localización, en el cual vienen plasmados todos los datos del inversionista y la inversión a realizar. El Especialista del Departamento es el encargado de tomar estos datos: nombre de la inversión, organismo inversionista, municipio, código de micro localización, tipo de suelo, categoría agro productiva y fecha de la solicitud. Mediante las coordenadas (x; y) se identifica el lugar donde se prevé realizar dicha inversión, en caso de que el tipo de suelo esté en el marco de I-II automáticamente la petición es denegada por Resolución, ya que estas categorías son las más fértiles, en caso de que el suelo posea categoría entre III-IV es aprobada dependiendo del tipo de inversión a realizar, si la inversión necesita cambio de suelos (deja de ser agrícola) el organismo inversionista deberá pagar a la Oficina Nacional de Administración Tributaria (ONAT) un estipendio por dicha operación dependiendo del área solicitada para la inversión.

Las actividades anteriormente mencionadas generan gran volumen de información, la cual se gestiona de forma manual y mediante modelos impresos, proceso que resulta muy engorroso, lo cual trae consigo las siguientes limitaciones:

- Existencia de datos incongruentes por ilegibilidad de la letra del personal encargado de registrar la información.
- Dificultad para conservar información relevante por deterioro del papel con el paso del tiempo y la utilización continua.
- Se requiere de gran cantidad de papel, no existiendo seguridad de información en los documentos pudiendo ser alterados por personal no autorizado.
- Demora en el proceso de respuesta de la solicitud de aprobación.
- Dificultad en el proceso de gestión de reportes.

Después de analizar esta situación problemática, surge la necesidad de llevar a cabo una investigación que contribuya a resolver el siguiente problema científico: ¿Cómo contribuir a la gestión de la información para la aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma?

Este problema se enmarca en el objeto de investigación: el proceso de gestión de información para la aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes. El objeto delimita el campo de acción: sistema de gestión de información para la aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma, Cuba. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un sistema de gestión de información para la aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma, Cuba.

La investigación aportará un software para apoyar el trabajo que se lleva a cabo en el Ministerio de la Agricultura en Granma. Dicho software mejorará la gestión de la información que se genera en el Departamento de aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, además, será capaz de generar automáticamente diferentes reportes que anteriormente se realizaban de forma manual.

La actualidad de la investigación está dada en que, el sistema de gestión propuesto contribuye a agilizar los procesos de asignación de Suelos para el uso y explotación sostenible de la superficie agrícola del país; la producción agropecuaria y forestal para la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población y la exportación; así como, favorece al desarrollo sostenible y uso de las nuevas tecnologías en los sectores estratégicos del país.

El documento está estructurado en Introducción, Estado del arte, Materiales y métodos, Resultados, Conclusiones y Referencias.

2. Estado del arte

2.1 Gestión de información

En la actualidad la información ocupa uno de los principales renglones que más crecimiento experimenta la humanidad para su desarrollo cultural e intelectual, las instituciones del mundo manejan grandes flujo de información haciendo tediosa la búsqueda para una rápida respuesta a la toma de decisiones.

Mientras más transcurre el tiempo los procesos de negocios se vuelven más complejos, el desarrollo de las tecnologías se vuelve inevitable, el intercambio de información exige mayor rapidez y el número de bases de datos de información se hace más extensa. La necesidad de los sistemas de gestión se convierte en primer orden para facilitar una mejor organización en la información que se maneja, no solo ayuda en la toma de decisiones, sino también en la circulación interna de la información en los diferentes niveles de la empresa y en la circulación externa. Es primordial mantener la relación con los clientes/usuarios con vista a desarrollar soluciones para los problemas que se presentan; por lo que se considera una fuente de ventaja competitiva ante los frecuentes cambios del entorno.

Las organizaciones que manejan grandes flujos de información cuentan con sistemas de gestión para asegurar sus objetivos y la misión a cumplir como organización de información. Cada una de estas organizaciones para lograr sus metas debe precisar los recursos, las diferentes responsabilidades, metodologías, el tiempo de producción, y otros aspectos que sus responsables crean sean necesarios para cumplir con los objetivos planteados. El enfoque basado en procesos o gestión por procesos en las organizaciones de información es la forma más eficaz para desarrollar acciones que satisfagan las necesidades de los usuarios internos y externos con información relevante, oportuna y precisa que facilite la toma de decisiones estratégicas y operativas.

2.2 Sistemas de gestión de información

La información es un recurso fácilmente comparable con el conjunto de bienes que desempeñan un papel creciente en la vida económica, social, cultural y política de toda sociedad. Las organizaciones se desarrollan en escenarios complejos en los que la información se utiliza como un recurso económico, y se aprecia un mayor uso de ella por el gran público.

En este contexto, la economía ve desarrollarse un sector que tiene por función responder a la demanda general de medios y servicios de información. Es en este escenario donde los sistemas de información (SI) han obtenido un gran protagonismo en la praxis de la gerencia organizacional. Su contribución se enmarca en la toma de decisiones institucionales; así como en su papel de dinamizadores de la gestión del conocimiento organizacional. Los SI ofertan, regulan y gestionan todo tipo de recursos de información. Con este objetivo se producen los procesos de almacenamiento, identificación, transformación, organización, tratamiento y

recuperación de la información. En estos pasos o fases interviene la tecnología, que facilita el cumplimiento de los usos y funciones de la información. Como resultado se generan cambios en el estado del conocimiento que poseen las personas, la solución de problemas informativos, o la toma de decisiones operacionales [3].

Las cuatro principales funciones de los sistemas de información (SI) son:

- **Recogida de la información:** es la actividad de registrar o captar información para que pueda utilizarse con posterioridad. El problema principal radica en la creación de un soporte físico adecuado y la elección de un código eficiente para su representación.
- **Acopio o acumulación:** consiste en la agrupación de la información recogida en lugares y momentos diferentes.
- **Tratamiento de la información:** en él se pueden distinguir tres operaciones fundamentales: de ordenamiento, de cálculo aritmético-lógico y de transferencia de información. Una vez transformada la información, ella debe cumplir con una serie de requisitos de los cuales los más relevantes son: claridad, precisión, ser oportuna, directamente utilizable, coordinada, completa, jerarquizada, sintética y necesaria. Aunque, en la mayoría de los casos, la información adolece de defectos, de los cuales los más comunes son: proliferación excesiva, anarquía, lentitud de avance y tendencia a la aproximación.
- **Difusión de la información:** el problema de la difusión consiste en dar respuesta a tres preguntas fundamentales: cómo, cuándo y a quién.

El objetivo principal de la gestión de la información es organizar y poner en uso los recursos de información de la organización (tanto de origen interno como externo) para permitirle operar y aprender a adaptarse a los cambios. Los actores principales en la gestión de la información son los mismos profesionales de la información, en unión estrecha con sus usuarios. Los procesos principales de la gestión de información son: la identificación, la adquisición de las fuentes informativas, su organización y almacenamiento, el desarrollo de productos y servicios, su distribución y uso [4].

2.3. Proceso de aprobación de inversiones

Una inversión es una actividad que consiste en dedicar recursos con el objetivo de obtener un beneficio de cualquier tipo. En economía los recursos suelen identificarse como los costes asociados. Los principales recursos son tiempo, trabajo y capital. Con lo cual, todo lo que sea hacer uso de alguno, o de los tres con el objetivo de obtener un beneficio, es una inversión. Cuando se realiza una inversión se asume un coste de oportunidad al renunciar a esos recursos en el presente para lograr el beneficio futuro [5].

El suelo es la capa superior de tierra compuesta de sólidos, líquidos y gases en donde se desarrollarán las raíces de las plantas, al tomar de ahí los nutrientes necesarios para crecer. Un suelo ideal tiene una distribución pareja de organismos sólidos, como minerales y materia orgánica, y poros para la circulación de agua y aire. Son esenciales para el mantenimiento de la biosfera (parte de la Tierra donde existe vida), así como para la regulación del clima. Realizan importantes funciones como sustento de las producciones agrícolas y ganaderas o almacenamiento de carbono [6].

En Cuba el Ministerio de la Agricultura es el organismo rector de proponer e implantar la política sobre el uso, tenencia y explotación sostenible de la superficie agrícola del país; la producción agropecuaria y forestal para la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población, la industria y la exportación.

En dicho organismo se encuentra el Departamento de Suelos y Fertilizantes que tiene como principal misión proveer la base científico-técnica para el correcto uso, manejo, conservación y mejoramiento del fondo de suelos del país y su control.

En estos últimos años el Estado Cubano ha impulsado el desarrollo inversionista, sin descuidar el correcto uso del suelo para su perfecta conservación, ya que Cuba tradicionalmente ha sido eminentemente agrícola.

Cuando llega al Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma una solicitud de inversión el especialista del área localiza mediante coordenadas geográficas (x; y) auxiliándose del programa MapInfo el cual posee mapeada todas las áreas de la provincia, para así saber en qué tipo de suelo se ubica la solicitud de la inversión.

En Cuba existen 4 categorías de suelos clasificados en 2 grupos por el grado de fertilidad: Grupo 1 (categoría de suelo I-II, más fértiles) y Grupo 2 (categoría de suelo III-IV, menos fértiles).

Por Resolución en Cuba se prohíbe realizar cualquier inversión en suelos que comprendan el Grupo 1, por tanto, cuando llega al Departamento de Suelos y Fertilizantes una solicitud de inversión que se ubique en el tipo de suelo comprendido en el Grupo 1 es denegada. Emitiéndole un documento al inversionista explicándole las causas de la negativa.

En caso de que la solicitud de inversión se prevea realizar en un tipo de suelo que esté comprendido en el Grupo 2, la inversión es aprobada, emitiéndole un documento al inversionista informándole la aprobación de la propuesta, el Director del Departamento de Suelos y Fertilizantes evalúa y dictamina si dicha inversión lleva cambio de uso de suelos.

El cambio de uso de suelos consiste en destinar terrenos agrícolas a actividades urbanas o industriales, dependiendo de su grado de fertilidad, este trámite solo lo realiza y autoriza el Departamento de Suelos y Fertilizantes. Luego de ser aprobada la inversión, y se certifica que necesita cambio de uso de suelos se recogen varios datos del entorno donde se encuentra la inversión aprobada, tales como: fecha de la solicitud, código de micro localización, nombre de la inversión, categoría del suelo, nivel poblacional promedio, calidad del agua, distancia hasta centro poblacional, accesibilidad, coeficiente de cálculo, área de la inversión y pago. Todos estos datos son necesarios para saber la cantidad que el inversionista debe pagarle con concepto de cambio de uso de suelos a la ONAT, emitiéndole al inversionista un certificado con la cantidad monetaria a pagar a dicho organismo.

2.4. Antecedentes

Se realizó una búsqueda de herramientas informáticas desarrolladas a nivel nacional e internacional, que contribuyen con la gestión de información para la aprobación de inversiones, para analizar si alguna puede emplearse para resolver el problema presente en la investigación. A continuación, se presentan los principales resultados.

En el ámbito nacional: **Software para la planificación y el control de inversiones**. Este software denominado PlaCoIn permite a expertos no especialistas en computación la posibilidad de realizar una planificación y control de inversiones estrictamente para el proyecto endógeno Cuba-Venezuela (PENDOCUVE) y subproyectos del mismo. El sistema, además, lleva todo el proceso de cheques y facturación que se tienen en cuenta en cada subproyecto, una desventaja del sistema es que no brinda la posibilidad de aprobar o denegar una inversión, pues una vez insertada en el sistema este asume que la inversión está aprobada. Fue desarrollado por la Facultad de Matemática, Física y Computación de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, en Cuba. PlaCoIn presenta características como, multiplataforma, multiusuario, enlaces con servidores de bases de datos, cubre los problemas comunes de diseño Web, permitiéndose así la visualización desde cualquier navegador Web [7].

En el ámbito internacional se encontró la existencia de la aplicación **SSEPI** (Sistema de Seguimiento y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública), de la cual es responsable el Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia, quien autoriza su utilización en las oficinas de las administraciones territoriales. Este programa se diseñó con el propósito de facilitar las labores relacionadas con la programación y la gestión de la inversión en las entidades territoriales de dicho país. Permite registrar y monitorear las inversiones públicas [8]. El sistema cuenta con una galería de reportes con la capacidad de ser exportados, pero tiene la dificultad que solo se ajusta a las características y necesidades de Colombia, no se ajusta a los informes propios de Cuba y es software propietario.

Otra herramienta encontrada es el sistema informático **Project Assessor** que permite el manejo integrado de la información en todas las fases (estudio de mercado, estudio técnico, estudio administrativo legal, estudio económico financiero y evaluación final), además de la gestión de proyectos, lo que permite confiabilidad en la toma de decisiones de inversión. En su diseño se utiliza la base de datos SQL Server, bajo el modelo en cascada y el lenguaje de programación Visual Basic. Esta aplicación informática sirve de base para aquellos profesionales que se especializan en la elaboración y diseño de proyectos. Este software fue desarrollado por la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador [9].

Una vez analizadas las características de los sistemas antes descritos y resumidos en la Tabla 1, se decidió realizar una aplicación web. Además, se determinó que estos sistemas no se pueden utilizar por las siguientes razones:

- Los sistemas encontrados son claves en la gestión de información de las inversiones, pero ninguno satisface la gestión de información de las inversiones específicamente relacionada con los suelos, así como la aprobación de las inversiones.
- Algunos sistemas analizados no son aplicaciones web y no cumplen con el diseño responsivo, evitando que se visualicen desde cualquier dispositivo.
- No se ajustan a los requerimientos del cliente.
- No todos los sistemas son de código abierto.
- Son adaptados a las particularidades de una institución.

Aunque los sistemas analizados no dan solución a la problemática expuesta, de ellos se pudo apreciar el modo de generar reportes exportables, algunos elementos a tener presentes en la gestión de inversiones y el diseño visual de los sistemas de gestión de inversiones.

Tabla 1. Comparación de las aplicaciones informáticas encontradas para las inversiones.

Aspectos	PlaCoIn	SSEPI	Project Assessor
Aprobación de inversiones	No	Si	Si
Tipo de inversión	Proyecto PENDOCUVE y subproyectos	Inversiones públicas	Gestión e inversión de proyectos
Reportes exportables	No	Si	No
Tipo de aplicación	Web	Escritorio	Escritorio
Software propietario	No	Si	Si
Multiplataforma	Si	No	No
Ajustables a los requerimientos del cliente	No	No	No

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Lenguajes, herramientas y tecnologías utilizadas

2.5.1. Lenguajes de programación del lado del cliente

Los lenguajes de programación del lado cliente se usan para su integración en páginas web. Un código escrito en un lenguaje de script se incorpora directamente dentro de un código HTML y se ejecuta interpretado, no compilado.

Con la programación del lado del cliente se pueden validar algunos de los datos en la máquina cliente antes de enviarlos al servidor. Esto proporciona a los usuarios informes de error inmediatos, mientras siguen en esa página de formulario y sin necesidad de volver atrás tras recibir un mensaje de error [10].

- **HTML 5:** (Lenguaje de Marcado de Hipertexto, versión 5) Es un lenguaje diseñado para organizar y facilitar el diseño del contenido web mediante la creación de una UI (Interfaz de Usuario) estandarizada e intuitiva para lenguaje de marcación. Facilita el desarrollo de aplicaciones para diferentes navegadores, así como para dispositivos portátiles, gracias a que permite mayor flexibilidad, así como el desarrollo de sitios web emocionantes e interactivos [11]. En la presente investigación se utilizó para las validaciones, los atributos propios de los *inputs* y en la maquetación del *header*.
- **CSS 3:** Las hojas de estilos en cascadas (CSS) son un lenguaje creado para controlar el aspecto o presentación de los documentos electrónicos definidos con HTML. CSS es la mejor forma de separar los contenidos y su presentación y es imprescindible para crear páginas web complejas [12]. Se utilizó el lenguaje CSS para definir el aspecto de cada elemento: color, tamaño y tipo de letra del texto, separación horizontal y vertical entre elementos, posición de cada elemento dentro de la página, y otros.
- **JavaScript:** es un lenguaje de «scripting» (programación ligera) interpretado por casi todos los navegadores, que permite añadir a las páginas web efectos y funciones adicionales a los contemplados en el estándar HTML [13]. En términos generales, JavaScript permite mejorar la

gestión cliente/servidor. Un guion de JavaScript puede tratar y gestionar localmente, en el cliente (navegador del usuario), eventos tales como: Comprobar la validez de los campos cumplimentados en un formulario. Abrir y cerrar ventanas. Cambios dinámicos en una página (aspecto y contenidos). Tratamiento de cadenas de texto. Operaciones aritméticas.

2.5.2. Lenguajes de programación del lado del servidor

Los Lenguajes de programación del lado del servidor son especialmente útiles en trabajos que se tiene que acceder a información centralizada, situada en una base de datos en el servidor, y cuando por razones de seguridad los cálculos no se pueden realizar en la computadora del usuario.

- PHP 7.3.3: Es un lenguaje de programación de alto nivel diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas, aquellas cuyos contenidos no es siempre el mismo. Este lenguaje es de código abierto, adecuado para desarrollo web y puede ser incrustado en código HTML. Además, es el encargado de procesar la información de formularios o enviar y recibir cookies [14].
- SQL: El lenguaje de consulta estructurado o SQL (por sus siglas en inglés *Structured Query Language*) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional que permiten efectuar consultas con el fin de recuperar de forma sencilla información de interés de bases de datos, así como hacer cambios en ella. El SQL es un lenguaje de acceso a bases de datos que explota la flexibilidad y potencia de los sistemas relacionales y permite así gran variedad de operaciones [15].

2.5.3. Frameworks y bibliotecas para el desarrollo de aplicaciones web

Los objetivos principales que persigue un *frameworks* son: acelerar el proceso de desarrollo, reutilizar código ya existente y promover buenas prácticas de desarrollo como el uso de patrones. Un *frameworks* web, por tanto, se puede definir como un conjunto de componentes que componen un diseño reutilizable que facilita y agiliza el desarrollo de sistemas web [16].

- CodeIgniter 3.1.10: Es un programa o aplicación web desarrollada en PHP para la creación de cualquier tipo de aplicación web bajo PHP. Contiene una serie de librerías que sirven para el desarrollo de aplicaciones web y además propone una manera de desarrollarlas que debemos seguir para obtener provecho de la aplicación [17]. Está basado en el patrón arquitectónico Modelo- Vista- Controlador (MVC), es un paradigma que divide las partes que conforman una aplicación en el Modelo, las Vistas y los Controladores, permitiendo la implementación por separado de cada elemento, garantizando así la actualización y mantenimiento del software de forma sencilla y en un reducido espacio de tiempo [18].
- Bootstrap 3: Es un *framework* basado en HTML y CSS. Tiene como objetivo facilitar el diseño web. Permite crear de forma sencilla webs de diseño adaptable, es decir, que se ajusten a cualquier dispositivo y tamaño de pantalla y que se visualicen de forma correcta [19].
- jQuery 1.2.2: Es una librería de JavaScript. Esta librería de código abierto, simplifica la tarea de programar en JavaScript y permite agregar interactividad a un sitio web sin tener conocimientos del lenguaje.

2.5.4. Servidor web

Un servidor web es un programa que utiliza el protocolo de transferencia de hiper texto, HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), para servir los archivos que forman páginas Web a los usuarios, en respuesta a sus solicitudes, que son reenviados por los clientes HTTP de sus computadoras.

- Apache 2.4.38: Es el servidor web por excelencia, su configuración, robustez y estabilidad hacen que cada vez millones de servidores reiteren su confianza en este programa. El servidor HTTP Apache es un software libre para distintas plataformas. Tiene la opción de emitir mensajes de error altamente configurables y permite el trabajo con bases de datos de autenticación y la negociación de contenido,

entre otras características. Se considera flexible, rápido y eficiente, goza de una actualización continua y ha sido adaptado a los nuevos protocolos (HTTP-1.1) [20].

2.5.5. Herramientas de diseño y gestión de bases de datos

Los Sistemas Gestores de Bases de Datos son un conjunto de programas que manejan todo acceso a la base de datos, con el objetivo de servir de interfaz entre ésta, el usuario y las aplicaciones utilizadas. Gracias a este sistema de software específico el usuario puede gestionar la base de datos (almacenar, modificar y acceder a la información contenida en ésta) mediante el uso de distintas herramientas para su análisis, con las que puede realizar consultas y generar informes.

- MySQL 5.0.12: Es un sistema de gestión de bases de datos multiusuario, multiplataforma y de código abierto bajo licencia GNU como también bajo una variedad de acuerdos propietarios. Es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha [21].
- DBDesigner 4: Es un sistema totalmente visual de diseño de bases de datos, que combina características y funciones profesionales con un diseño simple, claro y fácil de usar, a fin de ofrecer un método efectivo para gestionar bases de datos. Permite administrar la base de datos, diseñar tablas, hacer peticiones SQL manuales y mucho más.

2.5.6. Entorno de desarrollo integrado

Un entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés), es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Los IDE proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación.

- Netbeans 7.4: Es un entorno de desarrollo gratuito y de código abierto que permite el uso de un amplio rango de tecnologías de desarrollo tanto para escritorio, como aplicaciones Web, o para dispositivos móviles. Da soporte a las tecnologías: Java, PHP, Groovy, C/C++, HTML5, entre otros. Además, puede instalarse en varios sistemas operativos: Windows, Linux, Mac OS [22].

3. Materiales y métodos

3.1. Métodos científicos

Para realizar la investigación se emplearon los siguientes métodos y técnicas de investigación científica:

Métodos teóricos:

- Análisis y síntesis: se utilizó para el análisis de la información que se obtuvo sobre lo referido a los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la introducción de la informática en la gestión de la información relacionada con la aprobación de inversiones en el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma.
- Modelación: se utilizó para modelar el proceso de gestión de información para la aprobación de inversiones en el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma y construir una base de datos que mantenga la información persistente.

Métodos empíricos:

- Observación: se utilizó para recopilar la información necesaria y entender el proceso de gestión de información para la aprobación de inversiones en el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma.

Técnicas de recopilación de información utilizada:

- Entrevista no Estructurada: Se realizaron múltiples entrevistas con el personal que actualmente se encuentra implicado en el proceso, para conocer cómo se realiza la gestión de información para la aprobación de inversiones en el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en Granma, con el objetivo de conocer los elementos fundamentales para el desarrollo de estas actividades.

3.2. Metodología de desarrollo de software

Se define a las Metodologías de Desarrollo de Software como aquellos procedimientos o marcos (técnicas o instrucciones dada la redundancia) que permiten crear software de calidad. Son básicamente un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información.

La metodología XP (*Extreme Programming*) o Programación Extrema es una metodología ágil y flexible utilizada para la gestión de proyectos. Mejora el proyecto en comunicación, simplicidad, realimentación y emprendimiento, mantiene el diseño simple y claro, ensaya el software desde el primer día, entrega temprano e implementa los cambios al ir siendo sugeridos [23].

3.3. Diseño e implementación

Para lograr un sistema robusto, reutilizable y basados en las prácticas de la metodología seleccionada, se selecciona un diseño sencillo y evolutivo que se mejora de forma incremental y permite hacer entregas pequeñas y frecuentes de valor para el cliente. Para lograrlo se emplean algunos principios de diseño visual en las páginas web que la conforman.

Se eligió el color verde pues se consideró que contribuye a construir una interfaz agradable a la vista del usuario. Se utilizó el blanco para el fondo de algunas páginas y para el fondo de las tablas, y el negro para las letras, así se garantiza una lectura favorable de los textos. Cambria para los textos de las páginas, este tipo de letra permite una lectura rápida y cómoda. Fue mínimo el uso de imágenes y animaciones para evitar largos tiempos de espera en el momento de cargar las páginas y visualizarlas.

Para la construcción del sistema se tomaron en cuenta algunos de los estándares de implementación propuestos: un menú donde se encuentran los diferentes vínculos de acceso a las secciones del sistema y un *footer* o pie de página.

El software está estructurado por el área de menú donde los especialistas pueden realizar diferentes operaciones referentes a las solicitudes de inversión, organismos inversionistas, tipos de suelos, categorías agroproductivas, tenencias de tierras y las regulaciones. A continuación, se describen algunas de las funcionalidades para la aprobación de las inversiones. Para aprobar una solicitud es necesario insertar primeramente la solicitud de aprobación de inversiones, para ello se accede al menú en la opción de Aprobación de Inversiones, donde se mostrará los listados de solicitudes realizadas, ver Figura 1.

Inversionista	Nombre	Municipio	Tipo	Categoría	Código Micro	Fecha Solicitud	Estado de Aprobación	Acciones
Acción Corriente	Estación de Bombeo	Bayamo	Ferrolítico Rojo	II	3313-322-0901-1-333-10	2020-05-20	En Consulta	Aprobar
Eléctrica	Estación de Paneles Solares	Güisa	Pardo Güisabao	II	3313-322-0901-1-356-20	2020-05-27	En Consulta	Aprobar
MIVIT	Nave Porcea	Manzanillo	Ferrolítico Púrpura	II	3313-322-0901-1-325-16	2020-05-13	En Consulta	Aprobar

Figura 1. Pantalla del Listado de Solicitudes de Inversiones. Fuente: Elaboración propia.

En esta página de listado de solicitudes de inversiones el especialista podrá realizar una nueva solicitud seleccionando el botón de Registrar solicitud, donde le aparecerá una nueva página para introducir los respectivos datos, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Pantalla del Registro de Solicitud de Inversiones. Fuente: Elaboración propia.

El usuario podrá también aprobar una solicitud ya existente o emitir un Certificado de Negación de Solicitud de inversión, además de que el sistema le brinda la opción de imprimir o guardar el mismo en diferentes formatos; las opciones de aprobación o negación el especialista las podrá realizar en la página del listado de las solicitudes.

4. Resultados

Como resultado del presente trabajo se obtuvo un sistema de gestión de información, mediante la utilización de la metodología de desarrollo de software *Extreme Programming* (XP). PHP 7.3.3 y SQL como lenguajes de programación del lado del servidor, del lado del cliente HTML 5, CSS 3, JavaScript y jQuery 1.2.2. Servidor de aplicaciones web APACHE 2.4.38, MySQL 5.0.12 como gestor de Base de Datos, CodeIgniter 3.1.10 como Framework y DBDesigner 4 como ayuda a la modelación de la base de datos. Además, se empleó el patrón Modelo-Vista-Controlador porque resulta legible y ordenado en el trabajo para los desarrolladores.

4.1. Requerimientos de software

Para el correcto funcionamiento del sistema obtenido, se recomienda que la computadora donde se ejecute debe de tener:

- CPU Intel, AMD o compatibles con Pentium.
- Procesador Pentium III o superior, a una velocidad mínima de 166 MHz.
- Tarjeta de Red 10/100 Mb.
- Plataforma OS: Win Xp, Win 7, Win 8, Win 10 y sus variantes para Servidor.
- Navegador WEB recomendado: Mozilla Firefox.
- Kit de herramientas XAMP 3.2.3.
- Resolución Óptima de trabajo: 1024 x 768.

Además, es necesario que el sistema esté funcionado durante el horario laboral, de 8:00 am a 5:00 pm, será utilizado por profesionales autorizados como el Director del Departamento de Suelos y Fertilizantes de Ministerio de la Agricultura en Granma, así, la información manejada por el sistema está protegida de acceso no autorizado y divulgación.

4.2. Historias de usuario

Las historias de usuario (HU) son la técnica utilizada en la metodología XP para especificar las funcionalidades que brinda el sistema y constituye una manera muy dinámica de realizar esta actividad. Son redactadas en el lenguaje del cliente, ya que se evitan tecnicismos innecesarios que puedan crear confusión y el programador puede contribuir en la tarea.

El cliente establece la prioridad de cada HU, y correspondientemente, los programadores realizan una estimación del esfuerzo necesario para cada una de ellas. Para la estimación del esfuerzo se tuvo en cuenta que la semana se tratará por siete días, llegándose así a los resultados que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Estimación de esfuerzos por historias de usuarios.

No	Historia de usuario	Prioridad	Riesgo	Esfuerzo	Iteración
1	Autenticarse	Alta	Medio	0.4	1
2	Gestionar usuarios	Media	Medio	0.6	1
3	Cambio de contraseñas	Media	Medio	0.4	1
4	Salvar base de datos del sistema	Alta	Medio	0.4	1
5	Restaurar base de datos del sistema	Alta	Medio	0.4	1
6	Gestionar tipo de suelos	Alta	Medio	0.6	1
7	Gestionar categoría agroproductiva	Alta	Medio	0.6	1
8	Gestionar organismos inversionistas	Alta	Medio	0.6	2
9	Gestionar tenencia de tierra	Alta	Medio	0.6	2
10	Gestionar municipios	Alta	Medio	0.6	2
11	Gestionar regulaciones a cumplir	Alta	Medio	0.6	2
12	Gestionar inversiones	Alta	Alta	0.9	2
13	Gestionar inversiones aprobadas	Alta	Alta	0.6	2
14	Gestionar inversiones aprobadas con cambio de uso	Alta	Alta	0.8	2
15	Gestionar inversiones denegadas	Alta	Alta	0.6	3
16	Reporte de inversiones aprobadas	Alta	Alta	0.7	3
17	Reporte de inversiones aprobadas con cambio de uso	Alta	Alta	0.7	3
18	Reporte certificado de cambio de uso	Alta	Alta	0.7	3
18	Reporte de inversión denegada	Alta	Alta	0.7	3
20	Reporte grafico de aprobación	Alta	Alta	0.7	3

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Pruebas

Las Pruebas en XP se clasifican en pruebas unitarias y de aceptación. Pensar en utilizar la metodología XP sin tener en cuenta las pruebas no es un camino recomendable. Uno de los pilares fundamentales de XP es la fase de pruebas. Las pruebas son un conjunto de actividades que se pueden planificar por adelantado y llevarlas a cabo sistemáticamente. Todo esto contribuye a elevar la calidad de los productos desarrollados y a la seguridad de los programadores a la hora de introducir cambios o modificaciones.

4.3.1. Pruebas unitarias

Estas pruebas se aplican a todos los métodos no triviales de todas las clases del proyecto con la condición que no se liberará ninguna clase que no tenga asociada su correspondiente paquete de pruebas. Uno de los elementos más importantes en estas es que deben ser construidas de forma ideal antes que los métodos mismos, permitiéndole al programador tener máxima claridad sobre lo que va a programar antes de hacerlo, lo que optimizará el trabajo y el código será de mayor calidad. Deben ser construidas por los programadores con el

empleo de algún mecanismo que permita automatizarlas de modo tal que tanto su implementación como su ejecución consuman el menor tiempo posible permitiendo sacarles el mejor provecho [24].

El empleo de pruebas unitarias completas facilita la liberación continua de versiones, por cuanto, al implementar algo nuevo y actualizar la última versión, solo es cuestión de ejecutar de forma automática las pruebas unitarias ya creadas para saber que la nueva versión no contiene errores.

4.3.2. Pruebas de aceptación

El objetivo de las pruebas de aceptación es validar que un sistema cumple con el funcionamiento esperado y permitir al usuario de dicho sistema que determine su aceptación, desde el punto de vista de su funcionalidad y rendimiento. Las pruebas de aceptación son creadas a partir de las historias de usuario. Cada una de ellas representa una salida esperada del sistema. Mientras que una historia de usuario no supere la prueba de aceptación se le realizarán las que sean necesarias para lograrlo, pues solo así, se considerará correcto el funcionamiento del sistema. Es responsabilidad del cliente verificar la corrección de las pruebas de aceptación y tomar decisiones acerca de las mismas [25].

La Tabla 3 muestra una de las pruebas de aceptación realizada a la historia de usuario Gestionar Inversiones.

Tabla 3. Caso de Prueba: Insertar datos incorrectos de Gestionar Inversiones.

Caso de prueba de Aceptación	
Código: HU12_CP2	Historia: Gestionar inversiones
Nombre: Insertar inversiones incorrectamente al sistema.	
Descripción: Prueba para la funcionalidad de insertar inversiones incorrectamente al sistema.	
Condiciones de ejecución: Deben de llenarse incorrectamente los campos que presenta anexo cada inversión.	
Entrada: Se desea insertar la inversión al sistema con el llenado incorrecto de los datos.	
Resultado esperado: El sistema muestra un mensaje de error, aclarando que los datos de la inversión son incorrectos, están incompletos o existe algún campo requerido vacío.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Análisis de los resultados

Para evaluar la calidad del sistema informático de la presente investigación se realizaron pruebas a las funcionalidades, obteniéndose los siguientes resultados:

- Se realizaron un total de 4 iteraciones de prueba para comprobar el correcto funcionamiento de las 20 HU.
- En la primera iteración se le realizaron las pruebas a 7 HU detectándose los siguientes errores: de ortografía en 7 HU, de usabilidad en 5 HU y de validación en 5 HU.
- En la segunda iteración se corrigieron los errores detectados en la primera iteración y se le realizaron las pruebas a 7 HU, se detectaron 5 HU con errores de ortografía, 4 HU con errores de validación y 5 HU con errores de usabilidad.
- En la tercera iteración se corrigieron los errores detectados en la segunda iteración y se le aplicaron pruebas a las restantes 6 HU, detectándose 2 HU con errores de usabilidad, 2 HU con errores de validación y 3 HU con errores ortográficos.
- En la cuarta iteración se corrigieron los errores de la iteración anterior, se probaron nuevamente las 20 HU y no se detectaron errores en las mismas.

A continuación, se muestra la Figura 3 con la gráfica de los resultados por cada iteración de las pruebas realizadas.

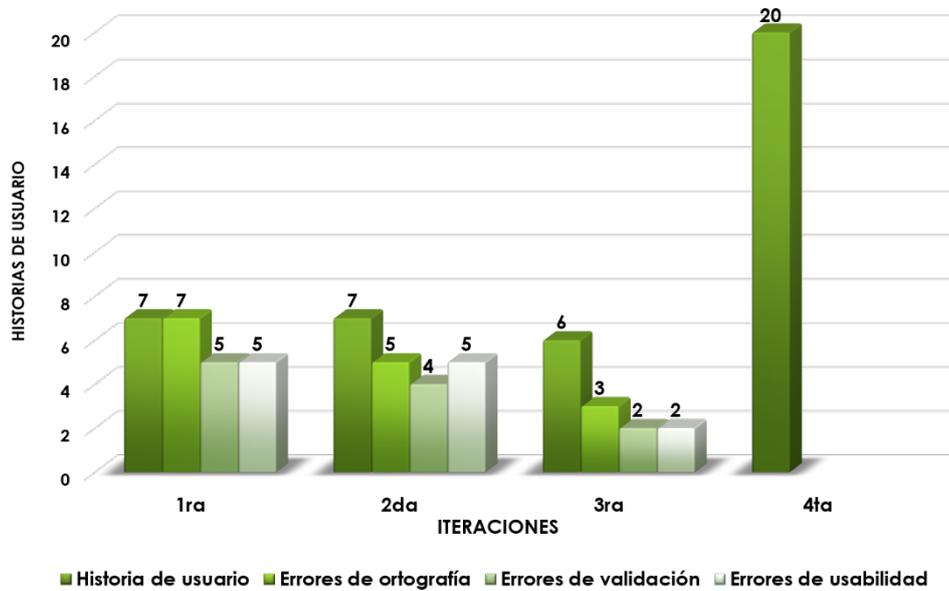


Figura 3. Resultados por iteración de las pruebas realizadas. Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que la aplicación posee una interfaz agradable y sencilla para el usuario, solo tienen acceso a la información que les compete de acuerdo con el rol que desempeñan en el departamento. Así mismo, las pruebas realizadas garantizaron la validación del sistema informático, demostrando que cuatro iteraciones de pruebas de aceptación son suficientes para comprobar el correcto funcionamiento del sistema, proceso similar al que plantean Medel Viltres, Y., *et al.* en [19].

A continuación, se muestra la Tabla 4 con los resultados obtenidos en las pruebas de aceptación de la presente investigación y el artículo de referencia:

Tabla 4. Comparación de los resultados de las pruebas de aceptación.

Resultados Aspectos	Presente investigación	Artículo de referencia
# de iteraciones	4	4
Errores ortográficos	15 (Corregidos)	16 (Corregidos)
Errores de usabilidad	12 (Corregidos)	11 (Corregidos)
Errores de validación	11 (Corregidos)	10 (Corregidos)
Interfaz	Agradable y sencilla	Agradable y fácil para el usuario
Seguridad	Mediante la gestión de usuarios	Mediante la gestión de usuarios y perfil

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

El análisis de las bases teóricas fundamentó la selección de los lenguajes de programación, herramientas, tecnologías y metodología de desarrollo de software utilizados en la investigación. Se cumplió el objetivo planteado del trabajo, obteniéndose un software que facilita el trabajo que se lleva a cabo en el Ministerio de la Agricultura en Granma. Dicho software mejora la gestión de la información para la aprobación de inversiones que se genera en el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, además, genera automáticamente diferentes reportes que anteriormente se realizaban de forma manual.

El sistema de gestión desarrollado fue validado mediante pruebas de software (unitarias y de aceptación), las cuales avalan su correcto funcionamiento. Las pruebas de aceptación propiciaron al cliente conformidad y seguridad ante el sistema.

Tomando como base el presente trabajo y la experiencia acumulada se pretende para futuras investigaciones alcanzar la conectividad del sistema de gestión con el software MapInfo, para lograr un trabajo más eficiente en la aprobación de inversiones de Suelos y Fertilizantes.

6. Referencias

- [1] Rodrik, D. (2016). *El retorno de la inversión pública*. Recuperado de: <https://www.project-syndicate.org/commentary/public-infrastructure-investment-sustained-growth-by-dani-rodrik-2016-01/spanish>
- [2] Ministerio de la Agricultura. (2019). *Decreto Ley No. 329-Misión del Ministerio de la Agricultura*. Recuperado de: <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/decreto-ley-no-329-mision-del-ministerio-de-la-agricultura-lex-faoc153632/>
- [3] Díaz Pérez, M., de Liz Contreras, Y., Rivero Amador, S. (2009). Características de los sistemas de información que permiten la gestión oportuna de la información y el conocimiento institucional. *ACIMED*, 20 (5), 66-71. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v20n5/aci061109.pdf>
- [4] Suárez Alfonso, A., Cruz Rodríguez, I., Pérez Macías, Y. (2015). La gestión de la información: Herramienta esencial para el desarrollo de habilidades en la comunidad estudiantil universitaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 7 (3), 72-79. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v7n2/rus10215.pdf>
- [5] López, J. F. (2018). *Inversión—Definición, qué es y concepto*. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/inversion.html>
- [6] Ibáñez, J. J. (2014). *El Recurso Suelo y su Importancia en la Biosfera: Una Introducción | Un Universo invisible bajo nuestros pies*. Recuperado de: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/09/14/100864>
- [7] González Ramírez, D. R. (2009). *Software para la planificación y el control de inversiones* (Tesis de pregrado). Facultad de Matemática, Física y Computación. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Cuba.
- [8] Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia. (2005). *Sistema de Seguimiento y Evaluación de Proyectos de Inversión (Versión 5.0)* (Manual de usuario). Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas. Grupo Asesor de la Gestión de Programas y Proyectos de Inversión Pública.
- [9] Zabala Cuadrado, R. M., Mantilla Jácome, M. P. (2017). Factibilidad de proyectos de inversión mediante aplicación informática integradora de bajo costo. *Revista mktDescubre - ESPOCH FADE*, (9), 3-10. Recuperado de: http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/9773/1/mkt_n9_01.pdf
- [10] Puente Cedillo, O. M., Coronado, M. B. (2013). *2.2 Lenguajes de programación del lado del cliente*. Recuperado de: <https://programacionwebisc.wordpress.com/2-2-lenguajes-de-programacion-del-lado-del-cliente/>
- [11] LaGrone, B. (2013). *HTML5 and CSS3 Responsive Web Design Cookbook*. San Francisco, California, USA: Packt Publishing.
- [12] Machado Martínez, A. E. (2017). *Sistema de gestión de información de los Servicios Necrológicos de la Unidad Presupuestada Comunes de Manzanillo* (Tesis de pregrado). Departamento de Informática. Facultad Ciencias Informáticas, Naturales y Exactas. Universidad de Granma, Cuba.
- [13] Rodríguez, J. J. (2014). *Definición de JavaScript—GestioPolis*. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/definicion-javascript/>
- [14] Cabezas, L. (2010). *Manual imprescindible de PHP*. España: Gráficas Hermanos Gómez, S.L.L.
- [15] Arévalo, J., García, M. (2013). *Conceptos básicos de SQL — documentación de geotalleres-teoría—I*. Recuperado de: https://geotalleres.readthedocs.io/es/latest/conceptos-sql/conceptos_sql.html
- [16] Gutiérrez, J. J. (2012). *¿Qué es un framework web?* Recuperado de: http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf
- [17] Alvarez, M. A. (2021). *Manual de CodeIgniter*. Recuperado de: <https://desarrolloweb.com/manuales/manual-codeigniter.html>
- [18] Díaz González, Y., Fernández Romero, Y. (2012). Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Telemática*, 11 (1), 47-57. Recuperado de: <https://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/15>
- [19] Medel Viltres, Y., Castro Dieguez, E., Fifueredo León, A. E., Leyva Polo, A. R., Almaguel Guerra, A. (2021). Sistema informático para la distribución de uniforme escolar. Caso de estudio: provincia de Granma,

- Cuba. *Revista de Investigación en Tecnologías de la información (RITI)*, 9 (19), 1-15. doi:
<https://doi.org/10.36825/RITI.09.19.001>
- [20] Rumbos Salomón, R. E. (2012). *El gran libro de Debian Gnu/Linux*. Barcelona, España: Editorial Marcombo.
- [21] Alegsá, L. (2016). *Definición de MySQL (SGBD)*. Recuperado de: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/mysql.php>
- [22] Liñán, R., Jáuregui, P. D. (2015). *Como utilizar el Netbeans*. *Educación*. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/RolandoLian/como-utilizar-el-netbeans>
- [23] Pacheco, C. T. (2010). *Sistema para el control de la Base de Microbús de la Universidad de las Ciencias Informáticas* (Tesis de pregrado). Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana.
- [24] Moreno, O. (2019). *Pruebas unitarias: Imprescindibles para programar*. Recuperado de:
<http://oscarmoreno.com/pruebas-unitarias/>
- [25] Cillero, M. (2017). *Pruebas de Aceptación*. Recuperado de <https://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/tecnicas/pruebas/aceptacion/>