



## Implementación de un sistema mediante la metodología SCRUM del proceso de Titulación en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

### *Implementation of a system through the SCRUM methodology of the Degree process at the Technical University of Cotopaxi La Maná Extension*

### *Implantação de sistema através da metodologia SCRUM do processo de Graduação na Universidade Técnica de Cotopaxi Extensão La Maná*

Geovanny Euclides Silva-Peñañiel <sup>I</sup>  
[geovanny.silva1764@utc.edu.ec](mailto:geovanny.silva1764@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-1069-4574>

Klever Patricio Morales-Guamán <sup>II</sup>  
[kmorales.istg@gmail.com](mailto:kmorales.istg@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-4033-6900>

Juana Patricia Chalar-Suárez <sup>III</sup>  
[juanacha123@hotmail.com](mailto:juanacha123@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-5828-1357>

Augusto Fabián Rodríguez-Lirio <sup>IV</sup>  
[fabian19871930@hotmail.com](mailto:fabian19871930@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1132-6391>

**Correspondencia:** [geovanny.silva1764@utc.edu.ec](mailto:geovanny.silva1764@utc.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículos de investigación

\***Recibido:** 10 de agosto de 2021 \***Aceptado:** 15 de septiembre de 2021 \* **Publicado:** 06 de octubre de 2021

- I. Magíster en Gerencia Informática, Docente de la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas, carrera de Sistemas de Información, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Mana, Ecuador.
- II. Magíster en Gerencia Informática, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agronómicas, Carrera de Agronomía, Ambato, Ecuador.
- III. Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Mana, Ecuador.
- IV. Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Mana, Ecuador.

## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue implementar un sistema informático web, para la automatización del proceso de registro y seguimiento que se realiza en un proyecto de titulación en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná (UTC), en el que intervienen los estudiantes, docente tutor y el tribunal de lectores. Para ello, se consideró una investigación de campo, bibliográfica y en base a un análisis comparativo se escogió la Metodología SCRUM con el fin mantener contacto con los usuarios del sistema y aplicar buenas prácticas en el desarrollo de software. Se incorporó las firmas electrónicas que de acuerdo con la Ley de Comercio Electrónico del Ecuador tiene la misma validez que una firma física. Del lado del servidor (Backend) y para la lógica de negocios se utilizó el lenguaje de programación web PHP y como motor de base de datos a MySQL. Como resultado se determinó que la implementación del sistema, mejoró los procesos de titulación que se evidencian en un análisis comparativo del flujo de trabajo anterior y el flujo de trabajo actual, Se recomienda la a futuro la implementación del sistema para el uso de dispositivos móviles.

**Palabras Claves:** Implementación; metodología; SCRUM; titulación; sistema.

## Abstract

The objective of this research was to implement a web computer system to automate the registration and monitoring process carried out in a degree project at the Technical University of Cotopaxi La Maná Extension (UTC), in which students intervene, tutor teacher and the court of readers. For this, a field and bibliographic research was considered and based on a comparative analysis, the SCRUM Methodology was chosen in order to maintain contact with the users of the system and apply good practices in software development. Electronic signatures were incorporated, which according to the Electronic Commerce Law of Ecuador have the same validity as a physical signature. On the server side (Backend) and for the business logic, the web programming language PHP was used and MySQL was used as a database engine. As a result, it was determined that the implementation of the system improved the titling processes that are evidenced in a comparative analysis of the previous workflow and the current workflow. Future implementation of the system for the use of mobile devices is recommended.

**Keywords:** Implementation; methodology; SCRUM; Title; system.

## Resumo

O objetivo desta pesquisa foi implantar um sistema informatizado web para automatizar o processo de cadastramento e acompanhamento realizado em um projeto de graduação da Universidade Técnica de Cotopaxi La Maná Extension (UTC), no qual intervêm alunos, professor tutor e tribunal de leitores. Para tanto, foi considerada uma pesquisa de campo e bibliográfica e com base em uma análise comparativa, optou-se pela Metodologia SCRUM com o objetivo de manter contato com os usuários do sistema e aplicar boas práticas no desenvolvimento de software. Foram incorporadas assinaturas eletrônicas que, de acordo com a Lei do Comércio Eletrônico do Equador, têm a mesma validade que uma assinatura física. No lado do servidor (Backend) e para a lógica de negócios, foi utilizada a linguagem de programação web PHP e o MySQL como mecanismo de banco de dados. Como resultado, determinou-se que a implantação do sistema melhorou os processos de titulação evidenciados na análise comparativa do workflow anterior e do atual, sendo recomendada a futura implantação do sistema para uso de dispositivos móveis.

**Palavras-chave:** Implementação; metodologia; SCRUM; Título; sistema.

## Introducción

El proyecto surgió de la necesidad de mejorar el proceso de titulación, ya que los documentos se recopilan en formato físico, que dificultan la búsqueda y clasificación de la información en caso de ser solicitada o requerida. Por lo que, se realizó la implementación de un sistema de información para llevar los registros y control de los proyectos que se presentan en el proceso de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, el cual se incorporó su accesibilidad mediante firmas electrónicas a fin de facilitar el manejo de la información almacenada en una base de datos, para gestionar datos como: estudiantes con sus respectivos proyectos, docentes que intervinieron como tutores, avances desde la fase inicial hasta la presentación del proyecto final. Para su implementación, se analizó y seleccionó las mejores herramientas de desarrollo de software en ambiente web que ayudaron en la planificación, gestión y evaluación de resultados de los procesos que se realizan en Titulación el cual incluye la implementación de la Firma Digital, a fin de que los documento generados por el sistema usen un CÓDIGOS QR para garantizar la integridad, validez legal y seguridad. El sistema será capaz de generar reportes tales como

certificados de aprobación de tema, hoja de tutorías, acta de aprobación del anteproyecto, avales de implementación, avales de traducción, avales del tribunal.

Lapiedra et al., (2011) menciona que un sistema de información debe servir para captar los datos, transformarlos en los formatos necesarios, y ponerlos a disposición de la empresa, ya sea para la toma de decisiones, control estratégico o para la puesta en práctica de las decisiones adoptadas.

Serrano (2017) sostiene que la arquitectura de los sistemas de información se centra en el estudio, análisis, organización, disposición y estructuración de la información en espacios de contenidos, selección y presentación de datos mediante los sistemas interactivos y no interactivos de información.

Según Gómez Pérez (2010) indica que la Arquitectura Cliente/Servidor consiste en que un cliente realiza peticiones a otro programa (el servidor), el cual le proporciona una respuesta, es decir se realiza una operación conjunta de varios robots para alcanzar un objetivo.

Muñoz-Mendoza et al., (2017) sostiene que la firma electrónica es un conjunto de datos consignados con otros datos asociados, que pueden ser utilizados como medio de identificación del firmante, permitiendo su autenticación en las comunicaciones generadas por el firmante, Además, los datos de creación de la firma son únicos, entre ellos: códigos o claves criptográficas privadas, que el firmante utiliza para crear la firma electrónica. Por lo tanto, el firmante es la persona que está en posesión de un dispositivo de creación de firma y que actúa con su propio nombre o en el de la entidad o persona física o jurídica a la que representa.

Los sistemas de control de acceso basados en criptografía utilizan un concentrado de información denominado, el certificado digital (Kohnfelder, 1978) que se utiliza para demostrar la identidad y los atributos de su poseedor antes de permitirle el acceso a un sistema en Internet (Herrera & Fernandez, 2006)

El objetivo principal de un certificado digital es restringir el acceso a un sistema basado en un proceso de autorización para evitar la suplantación de un usuario. Un certificado digital permite también detectar si una transacción ha sido alterada durante la transmisión, consiguiendo de este modo garantizar la integridad de un mensaje, además el Formato P12 es un Archivo seguro que contiene el certificado digital es emitido y enviado en medios (CERTICAMARA, 2017)

(Raffino, 2019) sostiene que un servidor web o Servidor HTTP es quien intermedia entre el servidor en el que están alojados los datos solicitados y el computador del cliente, permitiendo conexiones bidireccionales o unidireccionales, síncronas o asíncronas, con cualquier aplicación del cliente,

incluso con los navegadores que traducen un código traducible (renderizable) a una página web determinada

### **Metodología**

La investigación fue de tipo cuantitativa, ya que se recabó y analizó datos numéricos mediante una tabulación de información que fue previamente recolectada a través de una encuesta aplicada a los estudiantes que se encuentran realizando el proceso de titulación en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión (UTC) extensión La Maná. Además, la investigación caracterizó el desarrollo de un conocimiento técnico de una aplicación inmediata para fin de solucionar una situación determinada (Escudero et al., 2018).

La investigación fue bibliográfica, la cual se apoyó en la recopilación y análisis de documentos, mediante una sub clasificación de exploración, revisión y analizar fuentes confiables primarias y secundarias (Escudero et al., 2018).

La investigación fue de campo y se realizó en la UTC La Mana, lugar donde sucede el fenómeno de estudio, donde se levantó la información, análisis, aplicación práctica y método empleado para la obtención de resultados; es decir, se debió conocer los procedimientos que los estudiantes realizar en los proyectos de titulación.

En la investigación se aplicó el método deductivo, ya que a través del mismo se pudo evidenciar los diferentes elementos conceptuales asociados a las herramientas de desarrollo existentes, con el fin de seleccionar las más viables para aplicar en esta propuesta investigativa.

Para la implementación de la solución mediante una aplicación web, se aplicó una encuesta sobre una muestra amplia, a fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población.

La población para el contexto de la investigación está compuesta por docentes y estudiantes de Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná a quienes se les ha incorporado el uso de las firmas electrónicas.

**Tabla 1.** Población

Indicadores	Población
Estudiantes	1865
Docente	48
Total	1912

**Elaborado por:** Los Investigadores

La muestra fue seleccionada mediante la siguiente formula:

$$m = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Datos:

n = Valor resultante de la muestra obtenida.

N = Población Total

$\sigma$  = Desviación Estándar

Z = Nivel de Confianza

e = Error Muestral

$$m = (3.84 (0.25)( 1.913)) / ((0,01)(1,913-1) + (3.84)(0,25)) \quad (2)$$

$$m = 1,836.48 / ((0,01)(1,912) + (3.84)(0,25)) \quad (3)$$

$$m = 1,836.48 / (19.12 + 0.96) \quad (4)$$

$$m = 1,836.48 / 20.08 \quad (5)$$

$$m = 91.45 = 91 \quad (6)$$

Para el desarrollo del sistema, se consideró realizar los respectivos análisis comparativos de las metodológicas para realizar buenas prácticas de desarrollo de software, así como la interacción de los usuarios con el sistema. Además, herramientas de desarrollo web y análisis de flujo de información del proceso anterior con la implementación de nuevo sistema, a fin de determinar las respectivas conclusiones.

## **Resultados**

Para la implementación de la solución informática se consideró las siguientes herramientas tecnológicas que absuelven los requerimientos especificaciones para la elaboración de la aplicación.

### **Metodologías Ágiles**

La metodología apropiada para el de desarrollo de la solución tecnológica es Scrum, ya que se orienta en software funcional por sobre la documentación exhaustiva, fomenta el trabajo colaborativo entre personas con características distintas, se incluyen personas que representan al cliente quien indicará las necesidades más importantes que deben ser solucionadas.

La metodología Scrum tiene buena documentación, es escalable, permite una buena planificación, análisis de requerimiento, permite evaluación continua de requerimientos, trabajo en equipo, desarrollo incremental e integración continua con el cliente.

### **Lenguaje de Programación**

De la comparativa entre PHP y JAVA sustentada en por (Trejos, 2012), se elige a PHP, ya que se orienta al desarrollo de sistemas disponibles en internet, tiene mejor conectividad, disponible de documentación, escalabilidad, flexibilidad, portabilidad, robustez(solidez), rendimiento, respaldo, tipo de licencia gratuita e infraestructura de despliegue.

### **Motor de Base de Datos**

De acuerdo con (Paré, 2015) se ha podido establecer que MySQL es el motor de base de datos más adecuado para el desarrollo de sistemas web, caracterizado por su rapidez en relación de PostgreSQL. Además, MySQL tiene la versatilidad de que no requiere un servidor con altas prestaciones para funcionar de manera correcta, razones por las cuales ha sido el motor seleccionado para el presente proyecto, considerando los siguientes criterios: disponibilidad, coste, flexibilidad e independencia, integridad de los datos, concurrencia de usuarios, seguridad, flujo de datos y de control, independencia de los datos, consultas no predefinidas y complejas e Infraestructura de despliegue.

### **Módulos del Sistema**

El sistema informático para automatizar el proceso de titulación de los estudiantes de la UTC extensión La Maná, se compone de los siguientes módulos:

- Módulo de Autenticación

- Módulo Administrativo
- Módulo de Seguimiento y Avances
- Módulo de Revisión de Proyectos de Titulación

## Desarrollo de la Metodología Scrum

### Equipo de Desarrollo

**Scrum Master:** Ing. Mg. Geovanny Euclides Silva Peñafiel

**Product Owner:** Subdirector de la UTC extensión Las Maná

**Development Team:** Chalar Suarez Juana Patricia, Rodríguez Lirio Augusto Fabián

### Historias de Usuario

**Tabla 2:** HU-001

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-001</b>	<b>Autenticación de Usuarios</b>
<b>Actor</b>	ACT-001, ACT-002, ACT-003
<b>Descripción</b>	Para ingresar al sistema las personas deben disponer de un usuario y una clave de acceso.
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 3:** HU-002

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-002</b>	<b>Gestionar Reglamento de Titulación</b>
<b>Actor</b>	ACT-001
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir la subida de archivos principalmente pdf en los cuales se defina los lineamientos requeridos para realizar su proyecto de titulación.
<b>Importancia</b>	Media

**Elaborado por:** Los Investigadores



**Tabla 4:** HU-003

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-003</b>	<b>Gestionar Cronograma de Titulación</b>
<b>Actor</b>	ACT-001
<b>Descripción</b>	El sistema permite cargar el cronograma de titulación para que los estudiantes estén al tanto de los plazos que disponen para la realización de sus actividades.
<b>Importancia</b>	Media

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 5:** HU-004

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-004</b>	<b>Gestionar Facultades</b>
<b>Actor</b>	ACT-001
<b>Descripción</b>	Es importante disponer de información de todas las facultades de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 6:** HU-0015

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-005</b>	<b>Gestionar Carreras</b>
<b>Actor</b>	ACT-001
<b>Descripción</b>	Es importante que cada proyecto de titulación esté asociado a la respectiva carrera de los estudiantes
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 7:** HU-006

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-006</b>	<b>Descarga Archivos</b>
<b>Actor</b>	ACT-001, ACT-002, ACT-003
<b>Descripción</b>	Es necesario que el sistema permita descargar todos los documentos existentes en la base de datos
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 8:** HU-007

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-007</b>	<b>Crear Proyecto de Titulación</b>
<b>Actor</b>	ACT-002
<b>Descripción</b>	Los estudiantes deben crear el proyecto de titulación indicando el tema, tutor y una descripción del proyecto
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 9:** HU-008

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-008</b>	<b>Crear Equipo de Trabajo</b>
<b>Actor</b>	ACT-002
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir armar los grupos de trabajo mismos que podrán componerse de máximo 2 estudiantes.
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 10:** HU-009

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-009</b>	<b>Gestionar Avances del Proyecto</b>
<b>Actor</b>	ACT-002
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir subir diferentes avances realizados en el proyecto de titulación y deben llegar automáticamente a los tutores de los trabajos
<b>Importancia</b>	Alta

Elaborado por: Los Investigadores

**Tabla 11:** HU-010

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-010</b>	<b>Generar Aval de Auditoría</b>
<b>Actor</b>	ACT-002
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitirles a los estudiantes generar el aval de auditoría del proyecto de titulación con un código QR de validación
<b>Importancia</b>	Media

Elaborado por: Los Investigadores

**Tabla 12:** HU-011

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-011</b>	<b>Gestionar Apéndice de Trabajo de Titulación</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	Los tutores requieren cargar en el sistema el apéndice (formato) del trabajo de titulación para que sea visualizado por los estudiantes
<b>Importancia</b>	Media

Elaborado por: Los Investigadores

**Tabla 13:** HU-012

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-012</b>	<b>Subir Documentación de Apoyo</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	Dentro del sistema los tutores de los proyectos podrán subir material bibliográfico que sirva de referencia para los estudiantes
<b>Importancia</b>	Media

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 14:** HU-013

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-013</b>	<b>Gestionar Registro de Tutorías de Titulación</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	Los tutores deben registrar la asistencia y temas tratados durante las tutorías de revisión de los trabajos de titulación
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 15:** HU-013

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-014</b>	<b>Revisar Avances</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	Los tutores deben poder visualizar los avances subidos por los estudiantes al sistema
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 16:** HU-015

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-015</b>	<b>Gestionar Correcciones</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	De acuerdo con la revisión realizada por los tutores, ellos podrán solicitar las correcciones que consideren necesarias
<b>Importancia</b>	Alta

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 17:** HU-016

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-016</b>	<b>Generar Aval del Tutor</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	Una vez que el proyecto haya sido realizado el tutor podrá generar y firmar electrónicamente el aval correspondiente con un código QR de validación
<b>Importancia</b>	Media

**Elaborado por:** Los Investigadores

**Tabla 18:** HU-017

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>HU-017</b>	<b>Generar Hoja de Tutorías</b>
<b>Actor</b>	ACT-003
<b>Descripción</b>	Una vez que se haya cumplido las horas requeridas, el tutor podrá generar y firmar la hoja de tutorías con un código QR de validación
<b>Importancia</b>	Media

**Elaborado por:** Los Investigadores

## Product Backlog

**Tabla 19:** Product Backlog

<b>Id</b>	<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Priori</b>	<b>Sprint</b>
1	Autenticación de Usuarios	Juana Chalar	Alta	1
2	Gestionar Facultades	Juana Chalar	Alta	1
3	Gestionar Carreras	Juana Chalar	Alta	1
4	Descarga Archivos	Juana Chalar	Alta	1
5	Crear Proyecto de Titulación	Juana Chalar	Alta	1
6	Crear Equipo de Trabajo	Augusto Rodríguez	Alta	2
7	Gestionar Avances del Proyecto	Augusto Rodríguez	Alta	2
8	Gestionar Registro de Tutorías de Titulación	Augusto Rodríguez	Alta	2
9	Revisar Avances	Augusto Rodríguez	Alta	2
10	Gestionar Correcciones	Augusto Rodríguez	Alta	2
11	Gestionar Reglamento de Titulación	Augusto Rodríguez	Media	2
12	Gestionar Cronograma de Titulación	Juana Chalar	Media	3
13	Generar Aval de Auditoría	Juana Chalar	Media	3
14	Gestionar Apéndice de Trabajo de Titulación	Juana Chalar	Media	3
15	Subir Documentación de Apoyo	Juana Chalar	Media	3
16	Generar Aval del Tutor	Augusto Rodríguez	Media	3
17	Generar Hoja de Tutorías	Augusto Rodríguez	Media	3

**Elaborado por:** Los Investigadores

## Sprints

**Tabla 20:** Sprint N° 1

<b>SPRINT N° 1</b>	
<b>Fecha de Inicio:</b>	03/ Abril /2021
<b>Fecha de Finalización:</b>	28/ Abril /2021
<b>LISTADO DE REQUERIMIENTOS A IMPLEMENTAR</b>	

No	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
1	Autenticación de Usuarios	Alta
2	Gestionar Facultades	Alta
3	Gestionar Carreras	Alta
4	Descarga Archivos	Alta
5	Crear Proyecto de Titulación	Alta

Elaborado por: Los Investigadores

Tabla 21: Sprint N° 2

SPRINT N° 2		
<b>Fecha de Inicio:</b>	03/ Mayo /2021	
<b>Fecha de Finalización:</b>	28/ Mayo /2021	
LISTADO DE REQUERIMIENTOS A IMPLEMENTAR		
No	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
6	Crear Equipo de Trabajo	Alta
7	Gestionar Avances del Proyecto	Alta
8	Gestionar Registro de Tutorías de Titulación	Alta
9	Revisar Avances	Alta
10	Gestionar Correcciones	Alta
11	Gestionar Reglamento de Titulación	Media

Elaborado por: Los Investigadores

Tabla 22: Sprint N° 3


SPRINT N° 3		
<b>Fecha de Inicio:</b>	01/ Junio /2021	
<b>Fecha de Finalización:</b>	30/Junio/2021	
LISTADO DE REQUERIMIENTOS A IMPLEMENTAR		
No	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
12	Gestionar Cronograma de Titulación	Media
13	Generar Aval de Auditoría	Media

14	Gestionar Apéndice de Trabajo de Titulación	Media
15	Subir Documentación de Apoyo	Media
16	Generar Aval del Tutor	Media
17	Generar Hoja de Tutorías	Media

Elaborado por: Los Investigadores

## Review Meeting

Tabla 23: Review Meeting N° 1

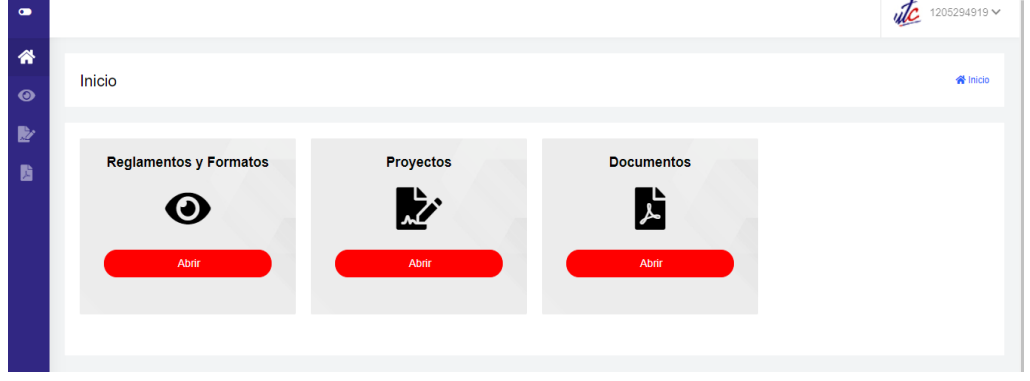
<b>Review Meeting N° 1</b>	
<b>Nombre del Requerimiento: Iniciar Sesión</b>	
	
<b>Aprobación</b>	<b>Si ( X ) No ( )</b>
<b>Comentario:</b>	
<b>El sistema permite el ingreso al tutor, estudiante y administrador.</b>	

Elaborado por: Los Investigadores

Tabla 24: Review Meeting N° 2

<b>Review Meeting N° 2</b>
<b>Nombre del Requerimiento: Visualización de la pantalla principal</b>





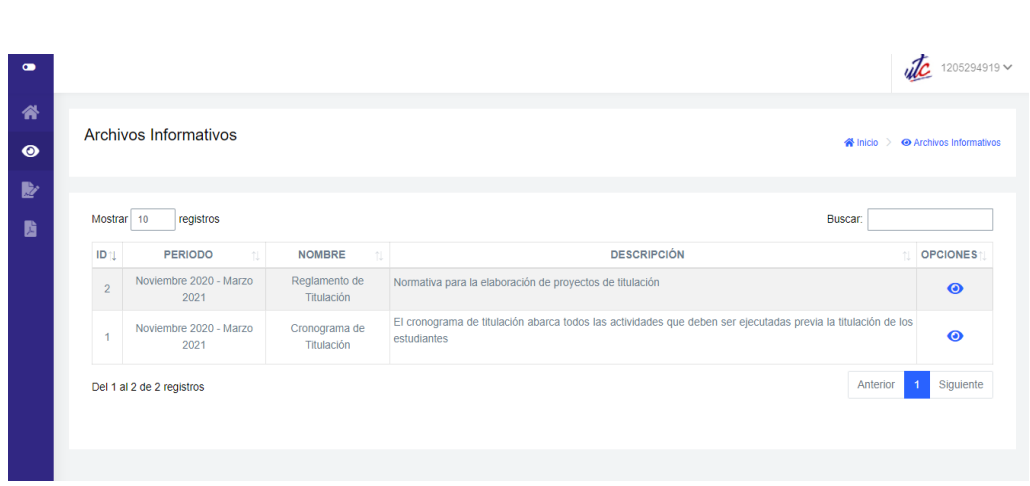
<b>Aprobación</b>	Si ( X )    No (   )
<b>Comentario:</b> El sistema permite al estudiante visualizar la pantalla principal	

Elaborado por: Los Investigadores

Tabla 25: Review Meeting N° 3

**Review Meeting N° 3**

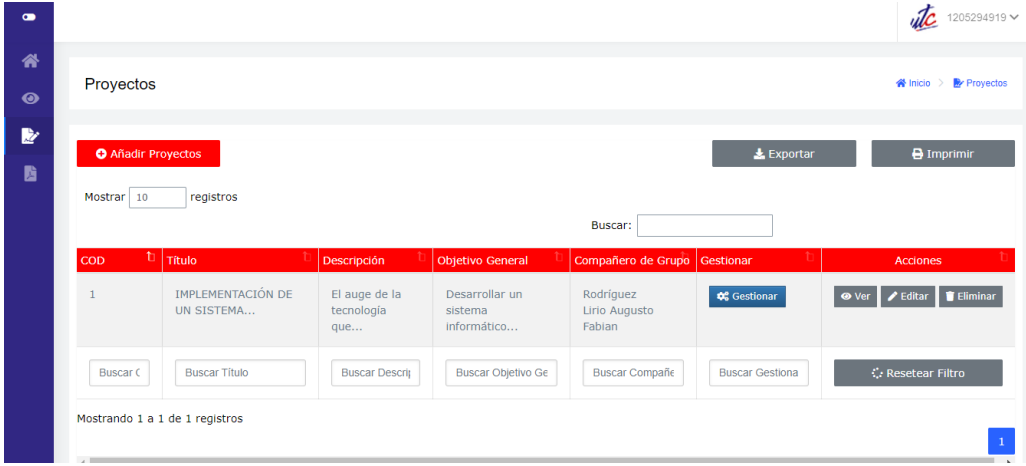
**Nombre del Requerimiento: Gestionar Archivos Informáticos**



<b>Aprobación</b>	Si ( X )    No (   )
<b>Comentario:</b> El sistema permite imprimir y visualizar los archivos informáticos	

Elaborado por: Los Investigadores

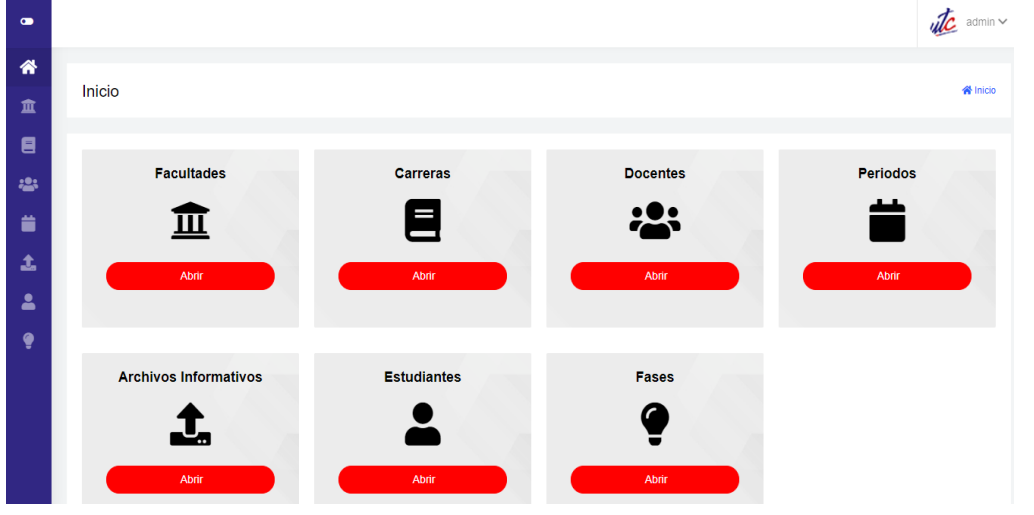
**Tabla 26:** Review Meeting N° 4

<b>Review Meeting N° 4</b>	
<b>Nombre del Requerimiento: Gestionar Proyectos</b>	
	
<b>Aprobación</b>	<b>Si ( X ) No ( )</b>
<b>Comentario:</b>	
<b>El sistema permite añadir, editar, eliminar y visualizar los proyectos al estudiante</b>	

**Elaborado por:** Los Investigadores

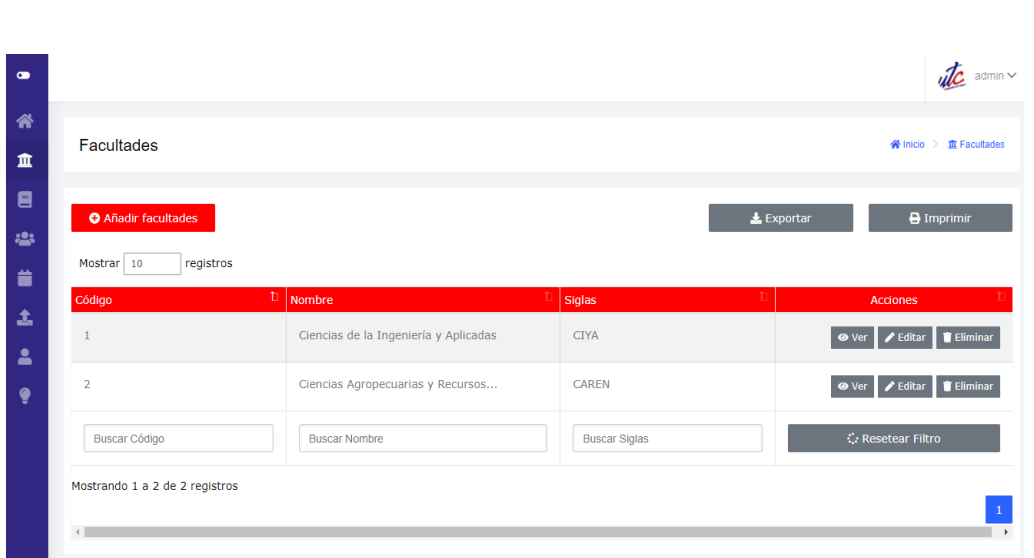
**Tabla 27:** Review Meeting N° 5

<b>Review Meeting N° 5</b>
<b>Nombre del Requerimiento: Pantalla Principal del Administrador</b>

	
<b>Aprobación</b>	<b>Si ( X ) No ( )</b>
<b>Comentario:</b>	
<b>El sistema permite al administrador visualizar la pantalla principal</b>	

Elaborado por: Los Investigadores

Tabla 28: Review Meeting N° 6

<b>Review Meeting N° 6</b>	
<b>Nombre del Requerimiento: Gestión de Facultades</b>	
	
<b>Aprobación</b>	<b>Si ( X ) No ( )</b>
<b>Comentario:</b>	

**El sistema permite añadir, editar, eliminar y visualizar las facultades al administrador**

Elaborado por: Los Investigadores

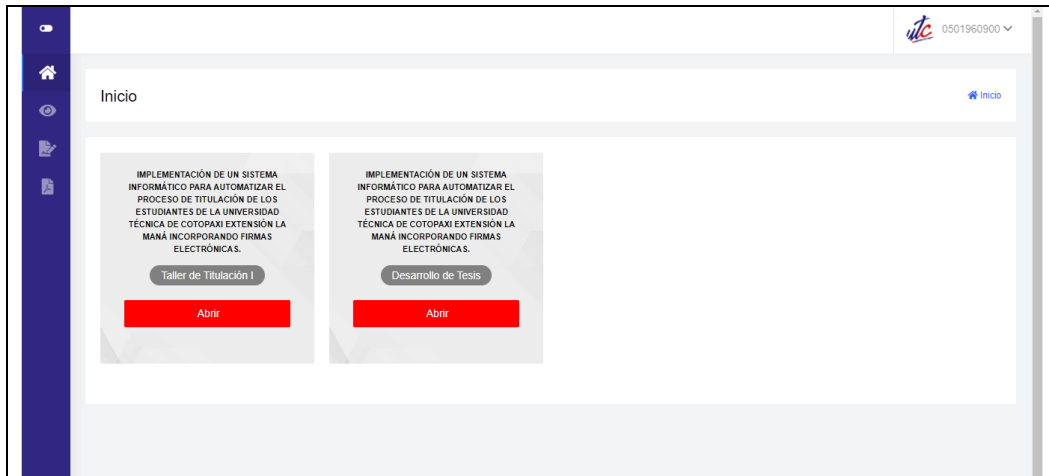
**Tabla 29:** Review Meeting N° 7

<b>Review Meeting N° 7</b>	
<b>Nombre del Requerimiento: Gestión de Carreras</b>	
<b>Aprobación</b>	<b>Si ( X ) No ( )</b>
<b>Comentario:</b>	
<b>El sistema permite añadir, editar, eliminar y visualizar las carreras al administrador</b>	

Elaborado por: Los Investigadores

**Tabla 30:** Review Meeting N° 8

<b>Review Meeting N° 8</b>
<b>Nombre del Requerimiento: Seguimiento de Proyectos</b>

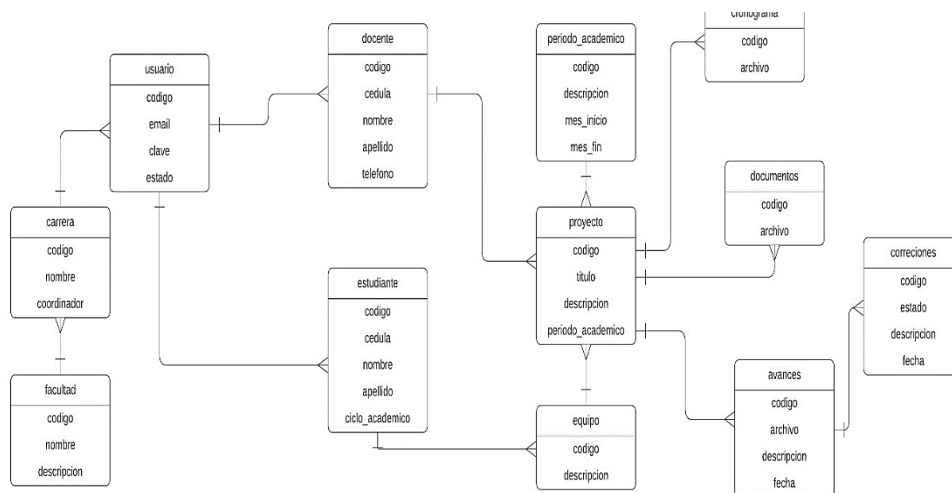


<b>Aprobación</b>	<b>Si ( X ) No ( )</b>
<b>Comentario:</b>	
<b>El sistema permite al docente tutor dar seguimiento los proyectos de titulación</b>	

Elaborado por: Los Investigadores

## Diagramas Entidad Relación

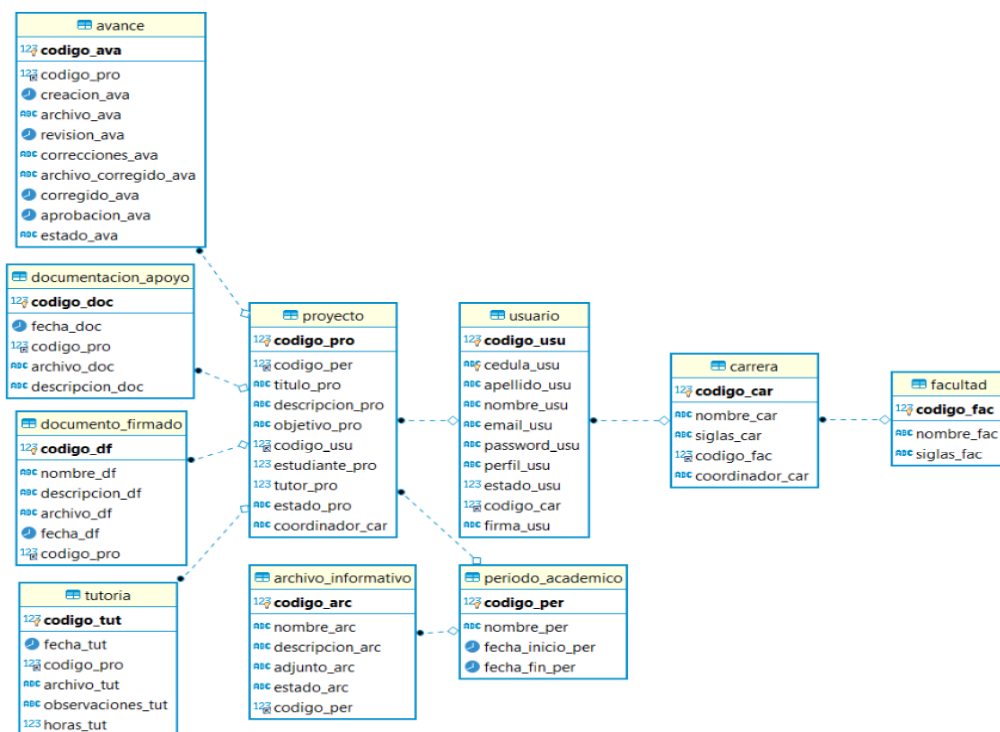
Gráfico 8: Diagramas Entidad Relación



Elaborado por: Los Investigadores

## Modelo de Datos

Gráfico 1: Modelo de Datos



Elaborado por: Los Investigadores

## Verificación del Sistema Desarrollado

La ingeniería de software es la disciplina que desarrolla y utiliza metodologías, métodos y herramientas para desarrollar software de buena calidad, por lo cual la verificación involucra al usuario con el fin de determinar si el programa cumple con sus necesidades esto lo determina (Ayabaca, 2017). A continuación, se detalla la verificación del sistema.

Tabla 31: Verificación del Sistema Desarrollado

Criterio	Flujo de Trabajo Anterior	Flujo de Trabajo Actual	Observación
Comunicación entre Estudiantes y	Toda la comunicación se realizaba mediante medios tradicionales tales	Mediante el sistema se mantiene un contacto directo entre los estudiantes, docentes	Mejora ( X ) Se Mantiene

<b>Docentes</b>	como llamadas telefónicas, conversaciones presenciales o el uso de correo electrónico.	tutores y la persona encargada de la administración del sistema.	( ) Empeora ( )
<b>Difusión de reglamentos y documentos asociados al proceso de titulación</b>	Esta información era socializada a través de correo electrónico o a la vez los estudiantes debían estar pendientes para que los docentes tutores, docentes de la asignatura o las personas encargadas de los procesos de titulación les informen de manera oportuna.	Con el sistema se puede tener un repositorio de documentación oficial donde los estudiantes pueden acceder a la aplicación y visualizar cualquier tipo de archivo ya sea reglamentos, cronogramas, estructura de los proyectos, entre otros.	Mejora ( X ) Se Mantiene ( ) Empeora ( )
<b>Almacenamiento de información</b>	Anteriormente la información era respaldada principalmente en archivos físicos ya sean en hojas impresas, carpetas, solicitudes impresas lo cual representa complicaciones al momento de organizar la información y también la búsqueda de un documento en específico	Con la implementación del sistema toda la documentación está respaldada dentro de medios digitales lo cual facilita la búsqueda almacenamiento y también al ser una base de datos digital se puede conseguir que la información perdure por un gran periodo de tiempo sin riesgo de pérdida por factores climáticos como es el caso de la humedad, el polvo, entre otros.	Mejora ( X ) Se Mantiene ( ) Empeora ( )

	puesto que a lo largo de los semestres se van acumulando gran cantidad de hojas físicas dentro de la institución.		
<b>Apoyo en la toma de decisiones</b>	Anteriormente se analizaba los archivos impresos y carpetas lo que ocasionaba pérdida de información	En la actualidad con el sistema todos los archivos son digitalizados para su posterior utilización y toma de decisiones	Mejora ( X ) Se Mantiene ( ) Empeora ( )
<b>Seguimiento del proceso de titulación</b>	Anteriormente el seguimiento se realizaba de manera presencial, donde se realizaban las revisiones de los avances.	Con el sistema se revisa cada avance de manera virtual y sus respectivas observaciones dentro de las fechas establecidas por la institución.	Mejora ( X ) Se Mantiene ( ) Empeora ( )

Elaborado por: Los Investigadores

## Análisis de la Eficiencia del Sistema

### Modelo ISO/IEC 25010

Mediante del modelo ISO/IEC 25010 se puede establecer la calidad del software puesto que establece un modelo de calidad del software que permite verificar la eficiencia de los sistemas informáticos

**Tabla 32:** Modelo para Medir la Calidad de Software

<b>Modelo para Medir la Calidad de Software</b>
<b>Eficiencia de desempeño:</b> Capacidad de procesar la información y presentar los datos solicitados
<b>Compatibilidad:</b> Permite el intercambio de información con otros sistemas
<b>Usabilidad:</b> Interfaz amigable para el usuario



<b>Fiabilidad:</b> Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere
<b>Seguridad:</b> Capacidad de protección de la información y los datos de manera que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos.
<b>Mantenibilidad:</b> Esta característica representa la capacidad del producto software para ser modificado efectiva y eficientemente, debido a necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas.

Fuente: Modelo para medir la calidad de software

Tabla 33: Criterios Evaluados

Herramienta Web	Criterios						Puntuación
	Alta = 3 puntos		Media= 2 puntos		Baja= 1 punto		
	Eficiencia de Desempeño	Compañabilidad	Usabilidad	Fiabilidad	Seguridad	Mantenibilidad	
Sistema informático para automatizar el proceso de titulación de los estudiantes de la UTC extensión La Maná incorporando firmas electrónicas	3	2	2	3	3	3	16

Google Drive	3	1	2	3	1	1	12
--------------	---	---	---	---	---	---	----

Fuente: ( Iso/iec 25000, 2015)

**Tabla 34:** Medición de la Eficiencia

Herramienta Web	Puntuación Máxima	Puntuación Obtenida	Porcentaje de Eficiencia
Sistema informático para automatizar el proceso de titulación de los estudiantes de la UTC extensión La Maná incorporando firmas electrónicas	18	16	89%
Google Drive		11	61%

Fuente: Criterios de evaluación

Elaborado por: Los Investigadores

El 89% alcanzado en la medición de eficiencia de la aplicación implementada, los parámetros de eficiencia de desempeño, fiabilidad, seguridad y mantenibilidad alcanzaron el puntaje más alto; mientras que el criterio de compatibilidad y usabilidad obtuvieron una evaluación media, debido a que está desarrollada con herramientas de programación libres, quienes difieren con las herramientas propietarias que utiliza la Universidad. Por otra parte, la aplicación se orienta a computadores de escritorio, por lo que una mejora a futuro es la adaptación a interfaces gráficas para dispositivos móviles. Sin embargo, la evaluación supera al uso de la herramienta web Google Drive, la misma que alcanzó el 61% ya que su compatibilidad con sistemas de la universidad es prácticamente nula. Además, la seguridad al usar carpetas compartidas puede generar inconvenientes de pérdida de información, repercutiendo en todo el grupo que requiere acceder a la información. Finalmente, la mantenibilidad es un servicio en línea al cual no se le puede dar ningún tipo de mantenimiento ya que las normas de uso, son cerradas y no se le puede aplicar específicos.

## Conclusión

- La selección de las metodologías y herramientas de desarrollo utilizadas en la implementación del sistema informático para la automatización de procesos de titulación

se utilizó tablas comparativas dentro de las cuales se pudo analizar diferentes características, criterios, ventajas y desventajas de diferentes alternativas obteniendo como resultado que el lenguaje de programación PHP y base de datos MySQL son la elección más conveniente para el desarrollo de un sistema en ambiente web.

- La metodología ágil Scrum indican que debe mantenerse un contacto directo con los futuros usuarios del sistema es por ello que el equipo de investigación ha utilizado la encuesta y entrevista para la definición de requerimientos funcionales para implementar un sistema informático para la automatización de procesos de titulación en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.
- Dentro del desarrollo de un sistema informático es importante que aparte de las fases de análisis diseño e implementación se realice las pruebas respectivas para garantizar que la aplicación funcione de forma correcta es por ello que dentro del proceso investigativo se efectuó casos de prueba para garantizar que las implementaciones funcionen satisfactoriamente.
- Para verificar la eficiencia de la automatización del sistema de procesos de titulación se ha realizado un análisis comparativo del flujo de trabajo anterior y el flujo de trabajo actual con lo que se ha podido determinar que la implementación del sistema sí mejora los procesos de titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.
- Con el sistema puesto en producción, el procesos de titulación de los estudiantes de la UTC extensión La Maná con la incorporación de formas electrónicas tendrá un gran aporte tecnológico puesto que los estudiantes que se encuentran realizando sus proyectos de titulación no tendrán la necesidad de reunirse con el tutor presencialmente debido que cuentan con un sistema donde podrán subir los proyectos para su revisión y sus respectivas correcciones, además con la implementación de este sistema la información será manejada mediante la utilización de recursos tecnológicos por lo tanto la información estará respaldado, disponible y segura

## Referencias

1. CERTICAMARA. (2017). Proceso de firmado Token / p12 y verificación de firma uso interno copia controlada.

2. Escudero, C. L., Liliana, S., & Cortez Suárez, A. (2018). Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica (Ediciones UTMACH (ed.)).
3. Gómez Pérez, F. L. (2010). Desarrollo de una arquitectura cliente-servidor asíncrona basada en eventos por notificación de mensajes para la cooperación y coordinación de robots móviles [Universitat Politècnica de València]. <https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/13943/documentacion.pdf?sequence=1>
4. Herrera, J., & Fernandez, D. (2006). Certificados digitales. Acta Nova, 3, 7167632. [https://publib.boulder.ibm.com/tividd/td/TRM/SC23-4822-00/es\\_ES/HTML/user276.htm](https://publib.boulder.ibm.com/tividd/td/TRM/SC23-4822-00/es_ES/HTML/user276.htm)
5. Kohnfelder, L. M. (1978). Towards a practical public-key cryptosystem. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/15993>
6. Lapiedra, R., Devece, C., & Guiral, J. (2011). Introducción a la gestión de Sistemas de Información en la empresa. In Sistemas de información medioambiental. <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/193/8/978-84-693-9894-4.pdf>
7. Muñoz- Mendoza, L. D., Murillo-Rosado, J. U., & Amen-Chinga, C. R. (2017). Algo sobre la firma electrónica en el contexto actual. Polo Del Conocimiento, 2(7), 1016. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i7.322>
8. Raffino, M. E. (2019). Servidor Web: Concepto, Usos y Características. Concepto.De. <https://concepto.de/servidor-web/>
9. Serrano, S. (2017). Cómo definir la arquitectura de la información de un proyecto - Blog de Hiberus Tecnología. Hiberus Tecnologia. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/como-definir-la-arquitectura-de-la-informacion-de-un-proyecto/>