



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TITULACIÓN DE LAS
UNIDADES ACADÉMICAS DE LA ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO UTILIZANDO FIRMAS
DIGITALES”**

TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTO TÉCNICO

**Para optar el Grado Académico de:
INGENIERA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**AUTORAS: MARIANA ESTEFANÍA PONCE PUMALEMA Y
MYRIAM JANNETH ROJAS SÁNCHEZ**

Riobamba – Ecuador

2018

©2018, Mariana Estefanía Ponce Pumalema y Myriam Janneth Rojas Sánchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TITULACIÓN DE LAS UNIDADES ACADÉMICAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO UTILIZANDO FIRMAS DIGITALES”, de responsabilidad de los señores Mariana Estefanía Ponce Pumalema y Myriam Janneth Rojas Sánchez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal, quedando autorizada su presentación.

Dr. Julio Santillán.

**VICEDECANO FACULTAD
INFORMATICA Y
ELECTRONICA**

Ing. Patricio Moreno Costales.

**DIRECTOR ESCUELA
INGENIERIA EN SISTEMAS**

Ing. Jorge Menéndez Verdecia.

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Iván Menes.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Nosotras, Mariana Estefanía Ponce Pumalema y Myriam Janneth Rojas Sánchez somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

MARIANA ESTEFANIA PONCE PUMALEMA

MYRIAM JANNETH ROJAS SANCHEZ

DEDICATORIA

Dedicamos la realización del presente trabajo de titulación en especial a nuestros padres y hermanos ya que son el pilar fundamental en el largo camino académico que hemos recorrido para alcanzar esta meta. Además, a todos y cada uno de nuestros amigos y compañeros que con su amistad y apoyo incentivaron nuestro esfuerzo día con día en las aulas de clase.

Mariana y Myriam

AGRADECIMIENTO

Extendemos un sincero agradecimiento a nuestra querida institución la cual junto a nuestros maestros han sido el fundamento del conocimiento adquirido durante esta vida universitaria para realizar el presente trabajo de titulación y convertirnos en profesionales.

Agradecemos de manera especial al Ing, Geovanny Alarcón por el apoyo incondicional y la apertura a la realización de nuestro trabajo de titulación, además al Ing. Jorge Menéndez y la Ing. Germania Veloz por su paciencia y dedicación semana a semana para guiarnos y culminar con éxito este esfuerzo mutuo.

Mariana y Myriam

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
1.1. Proceso	7
1.2. Reglamento del proceso de titulación.....	7
1.2.1. Trabajo de titulación	8
1.3. Sistema de Gestión de Trabajos de Titulación	13
1.3.1. La web.....	13
1.4. Aplicaciones web	13
1.4.1. Ventajas	14
1.4.2. Desventajas	14
1.5. Código Hash	14
1.6. Firmas Digitales	15
1.7. Certificados digitales	16
1.8. Infraestructura de clave pública.....	17
1.8.1. Política de seguridad.....	18
1.8.2. Autoridades de certificación	18
1.8.3. Autoridad de registro	19
1.8.4. Entidad Final.....	19
1.9. Firmas digitales en el Ecuador.....	19
1.10. Software para el diseño de la PKI	20
1.11. EJBCA	22
CAPITULO II	
2 MARCO METODOLÓGICO	24
2.1. Descripción del proceso de trabajos de titulación.....	24
2.2. Definición de la variable de estudio.....	26
2.3. Experimento I.....	27
2.3.1. Muestra	27

2.3.2. Métodos y técnicas	28
2.3.3. Construcción de la variable de estudio	32
2.4. Experimento II	35
2.4.1. Muestra	35
2.4.2. Métodos y técnicas	36
2.4.3. Construcción de la variable de estudio	37
2.5. Desarrollo del sistema informático.....	37
2.5.1. Especificación de Requerimientos	37
2.5.2. Estimación	43
2.5.3. Estudio de Factibilidad.....	45
2.5.4. Planificación	48
2.5.5. Arquitectura del Sistema.....	55
2.5.6. Diseño de la Base de Datos	56
2.5.7. Codificación.....	58
2.5.8. Implementacion del sistema	59
2.5.9. Gestión del Proyecto	59

CAPITULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	60
3.1. Trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico.....	62
3.2. Trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad	65
3.3. Trabajos de titulación por estado en un periodo académico.....	68
3.4. Estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico	71
3.5. Consulta de requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación.....	74

CONCLUSIONES.....	78
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	79
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Autoridades de Certificación.....	21
Tabla 1-2: Muestra.....	28
Tabla 2-2: Tabla de medición de Likert.....	32
Tabla 3-2: Reporte de trabajos de titulación culminados.....	32
Tabla 4-2: Reporte trabajos de titulación asignados a cada docente.....	33
Tabla 5-2: Reporte de trabajos de titulación por estado en un periodo académico.....	33
Tabla 6-2: Reporte estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación.....	34
Tabla 7-2: Reporte requisitos necesarios del estudiante para el proceso de titulación.....	35
Tabla 8-2: Hardware Requerido.....	45
Tabla 9-2: Software Requerido.....	45
Tabla 10-2: Personal Técnico Requerido.....	46
Tabla 11-2: Factibilidad Económica.....	47
Tabla 12-2: Equipo Scrum.....	47
Tabla 13-2: Product Backlog.....	49
Tabla 14-2: Sprint Backlog.....	52
Tabla 1-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 1.....	62
Tabla 2-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 1.....	62
Tabla 3-3: Estadística descriptiva tiempo de estudiantes reporte 1.....	63
Tabla 4-3: Estadística descriptiva reporte 1.....	64
Tabla 5-3: Comparación de medias del reporte 1.....	64
Tabla 6-3: Estadística de prueba.....	65
Tabla 7-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 2.....	65
Tabla 8-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 2.....	66
Tabla 9-3: Estadística descriptiva tiempo de estudiantes reporte 2.....	66
Tabla 10-3: Estadística descriptiva reporte 2.....	67
Tabla 11-3: Rangos reporte 2.....	68
Tabla 12-3: Estadística de prueba.....	68
Tabla 13-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 3.....	69
Tabla 14-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 3.....	69
Tabla 15-3: Estadística descriptiva reporte 3.....	70
Tabla 16-3: Rangos reporte 3.....	71
Tabla 17-3: Estadística de prueba.....	71

Tabla 18-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 4.....	72
Tabla 19-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 4.....	72
Tabla 20-3: Estadística descriptiva reporte 4.....	73
Tabla 21-3: Rangos reporte 4.....	74
Tabla 22-3: Estadísticos de prueba	74
Tabla 23-3: Estadística descriptiva de estudiantes del reporte 5.....	75
Tabla 24-3: Estadística descriptiva reporte 5.....	76
Tabla 25-3: Rangos reporte 5.....	76
Tabla 26-3: Estadísticos de prueba	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico: Diagrama de espina de Causas y Efectos.....	2
Gráfico 1-2: Diagrama de procesos de trabajo de titulación ESPOCH.....	25
Gráfico 2-2: BurnDown Chart	59
Gráfico 1-3: Resumen de tiempos promedio de las variables de estudio.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Proceso de Firmas Digitales.....	15
Figura 1-2: Escala de Likert.....	31
Figura 2-2: Arquitectura del sistema	55
Figura 3-2: Diseño entidad relación de la base de datos.....	57

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo disminuir el tiempo en la generación de la información con la automatización del proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el uso de firmas digitales. Por medio de encuestas y entrevistas a autoridades, docentes y estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica se determinaron los tiempos de estos procesos, y luego de desarrollar el Sistema de Gestión de Trabajos de Titulación, aplicando la metodología SCRUM e implantado la entidad certificadora de llaves públicas EJBCA que emite certificados .p12, a través de la observación directa se midieron los nuevos tiempos. Se utilizó estadística descriptiva para analizar los datos obtenidos, los mismos que tienen una media de 19,16 horas antes y 0,002 horas utilizando el sistema de software. Aplicando estadística inferencial, con un 95% de certeza y un margen de error de 5%, se concluye que el sistema informático influyó positivamente en el tiempo de los procesos en un 99,99%. Se recomienda una vez que la institución acople sus procesos con la filosofía de cero papeles y un manejo de workflow, se utilice como entidad certificadora al Banco Central del Ecuador para dar validez nacional a sus documentos firmados digitalmente.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA DE SOFTWARE>, <FIRMAS DIGITALES> <SISTEMA INFORMÁTICO>, <SCRUM (METODOLOGÍA DE DESARROLLO ÁGIL)>, <PROCESO DE TITULACIÓN>. <EJBCA (SOFTWARE)>.

SUMMARY

The objective of this degree work is to reduce the time in the generation of information by automating the degree process of the Academic Units of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo by using of digital signatures. Through surveys and interviews with authorities, teachers and students of the School of Electronics and Computer Science the times of these processes are determined and then the Management System of the Certification Works is developed, applying the SCRUM methodology and the certifying entity of public keys EJBCA is implanted that issue .p12 certificates. Through direct observation the new times were measured. A descriptive statistic is used to analyze the data that has an average of 19.16 hours before and 0.002 hours that the software system uses. Applying inferential statistics, with a 95% certainty and a margin of error of 5%, it is concluded that the computer system positively influenced the time of the processes by 99.99%. It is recommended once the institution enables its processes with the philosophy of zero papers and standardized management of workflow, being used as a certifying entity in the Central Bank of Ecuador to give national validity to their digitally signed documents.

Keywords: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <SOFTWARE ENGINEERING>, <DIGITAL SIGNATURES> <COMPUTER SYSTEM>, <SCRUM (AGILE DEVELOPMENT METHODOLOGY)>, <DEGREE PROCESS>. <EJBCA (SOFTWARE)>

INTRODUCCIÓN

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo nació en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, creado mediante Ley No.6090, expedida por el Congreso Nacional, el 18 de abril de 1969. Inicia sus actividades académicas el 2 de mayo de 1972.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se encuentra en un proceso de acreditación por lo cual se sometió a una evaluación realizada por el CEAACES en el año 2013, en la cual presenta un bajo índice en el indicador del seguimiento al proceso de titulación reflejado en los resultados de dicha evaluación, a partir del incumplimiento a cabalidad de la Ley Orgánica De Educación Superior Art. 105, la institución presenta diversos efectos entre los más conocidos están: el descenso de categoría y la disminución de presupuesto destinado a la institución.

En las reuniones establecida el 23 de Junio y el 01 de Julio del 2016 con el Ing. Geovanny Alarcón, Director del Centro de Investigación CIMOGSYS, supo manifestar que entre las causas posibles que han provocado el no dar cumplimiento al seguimiento del proceso de titulación con éxito, se tiene: la pérdida de información de documentos de los estudiantes, tiempos prolongados en la revisión de anteproyectos o documentos, y el excesivo tiempo en la obtención y generación de información para los directivos de las unidades académicas de la institución acerca de la etapa en la que los estudiantes se encuentren en el proceso de titulación.

Por lo dicho anteriormente se presenta la automatización del proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el uso de firmas digitales, para mejorar de alguna manera el índice del indicador de seguimiento del proceso de titulación, mediante la generación de información para los directivos de las unidades académicas y el uso de firmas digitales que permiten al usuario validar un documento electrónico y disminuir el uso de papeles físicos.

El presente documento ha sido elaborado y estructurado en tres capítulos, detallados a continuación:

Capítulo I: En este capítulo se describe los conceptos que son la base de la investigación y el sustento legal de la normativa institucional para realizar el proceso de titulación.

Capítulo II: En este capítulo se evidencia la metodología utilizada para la recolección de información, la factibilidad de realización, el desarrollo de la aplicación y el tiempo de duración de este.

Capítulo III: En este capítulo se describe los resultados obtenidos una vez implantada la solución a la problemática planteada en el presente trabajo.

Antecedentes

Desde el punto de vista económico, social y académico, la falta de documentación ordenada y oportuna afecta a la institución hasta el punto de provocar una deficiencia en el término educación de calidad.

El problema al que se pretende dar solución o ayudar de alguna manera es el bajo índice del indicador de seguimiento del proceso de titulación, sus causas y efectos se describen a continuación Gráfico.

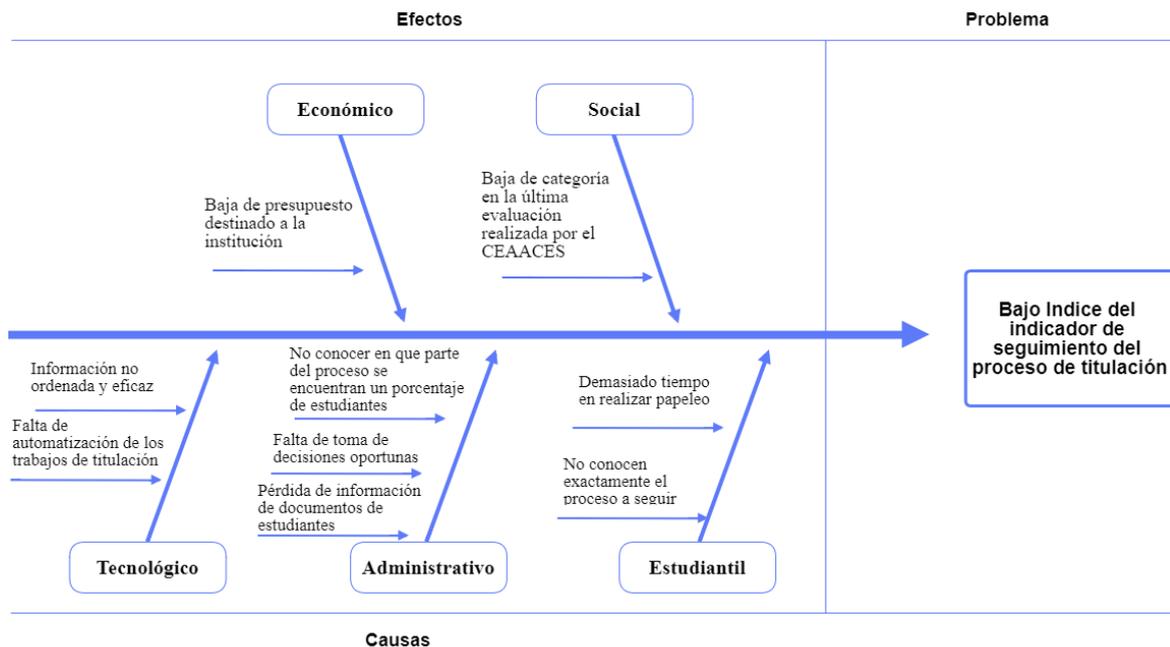


Gráfico: Diagrama de espina de Causas y Efectos
Realizado por: Mariana Ponce, Myriam Rojas

Las causas se han distribuido en tres categorías identificadas a nivel de la institución:

Tecnológico. – La tecnología hoy por día está al alcance de todos y lo ideal es que se aplique a los procesos identificados manualmente en todo ámbito, especialmente dentro de un ramo académico tan importante como es el seguimiento del proceso de titulación.

Administrativo. – Las autoridades son encargados de una toma de decisiones oportuna para mejorar la calidad de educación y ser reconocido a nivel gubernamental el esfuerzo realizado en cumplir con la ley de educación superior.

Estudiantil. - Los estudiantes son quienes realizan el proceso implementado por los estatutos institucionales, así como, son quienes generan un déficit de rendimiento en relación a tiempo que se debería emplear.

Los efectos causados en el análisis del problema se han distribuido en dos categorías:

Económico. – el presupuesto anual que se destina a cada universidad va de acuerdo a la categoría que se encuentre la misma en la evaluación realizada por el CEAACES.

Social. – la sociedad califica y escoge una institución universitaria por su calidad educativa, reconocimiento nacional y carreras ofertadas.

En el presente trabajo de titulación se pretende mejorar el problema, atacando directamente la causa administrativa a través de la automatización del proceso de titulación que se lleva a cabo dentro de la institución.

Formulación del Problema

¿Cómo afectaría la automatización del proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el uso de firmas digitales en el tiempo empleado para la generación de información para los directivos de las unidades académicas de la institución?

Sistematización del Problema

¿Cuál es el uso de las firmas digitales y cómo funcionan?

¿Es posible automatizar el proceso de titulación utilizando firmas digitales?

¿Dónde se implantará el sistema de proceso de titulación?

¿Cuáles son los tiempos con la aplicación que se emplea en la generación de información en el seguimiento del proceso de titulación?

Justificación Teórica

El proceso de titulación demanda tiempo y dinero por lo que se considera que es importante para todos los estudiantes y autoridades de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo la automatización de un sistema en el cual se agilicen los procesos que implican la obtención del título. Actualmente este proceso es totalmente personal, documentado y manual, cada estudiante realiza los trámites correspondientes en base al reglamento institucional vigente, se han realizado tesis anteriormente basadas en este proceso, pero hoy en día no son usables porque el reglamento actualmente utilizado no es el mismo y estos sistemas han quedado obsoletos.

Las firmas digitales permiten dar validez a un documento electrónico, dentro del proceso de titulación existen varios documentos que son revisados, evaluados y almacenados. El uso de firmas digitales ayudara a que los manejos de dichos documentos sean eficaces, las firmas digitales tienen por objetivo potenciar el crecimiento y la competitividad de la economía mundial mediante la rapidez con la que se realizarán las acciones que contengan un marco jurídico.

Por lo que se ha decidido realizar un sistema web que facilite el ingreso a los diferentes actores del proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el uso de firmas digitales.

Justificación Aplicativa

El reglamento sobre el proceso de titulación ha cambiado junto con las generaciones de profesionales formados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, pero se debe saber que el fin no ha cambiado, todo este proceso lleva al aspirante a obtener su título profesional.

Las líneas de investigación en la que se enfoca el sistema es la de la de la Escuela de Ingeniería en Sistemas con los procesos de desarrollo de software con sus respectivas metodologías como son: los requerimientos de software, análisis y diseño de proyectos de software y construcción del software.

El presente trabajo propone la automatización del proceso de titulación para las unidades académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo basado fundamentado en el reglamento politécnico vigente, utilizando Java como lenguaje de programación la cual será la herramienta principal de desarrollo, dicho sistema contará con la gestión de la unidades académicas, con lo cual se podrá almacenar, modificar, eliminar y listar las diferentes carreras y facultades de la institución, además se podrá realizar la gestión de usuarios, los cuales pueden ser: el administrador, los estudiantes, docentes, comisiones y autoridades.

Además el sistema contará con la gestión de asignaciones con lo cual se podrán asignar los usuarios a las diferentes unidades académicas, docentes y tribunal a los estudiantes, también el sistema permitirá realizar el seguimiento y aprobación a los proyectos de titulación, y existirá los reportes tales como: Estudiantes que han empezado el proceso de titulación, estudiantes que están próximos a culminar, el promedio de tiempo en el que los estudiantes se demoran en cursar el proceso de titulación, estudiantes que han culminado el proceso, docentes con revisiones pendientes, estudiantes con correcciones no vistas y documentos firmados.

Objetivos

Objetivo general

Automatizar el proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el uso de firmas digitales para la disminución de los tiempos en la generación de la información.

Objetivos Específicos

- Describir el uso de las firmas digitales y el funcionamiento de estas para la verificación y validación de documentos.

- Desarrollar el sistema de automatización del proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo utilizando firmas digitales.
- Implementar el sistema de automatización del proceso de titulación de las Unidades Académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante firmas digitales utilizando como plan piloto la Facultad de Informática y Electrónica.
- Determinar el impacto del sistema de automatización del proceso de titulación de las Unidades Académicas en los tiempos de generación de información de los procesos de titulación en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En este capítulo se trata temas fundamentales para el desarrollo y la comprensión del presente proyecto de titulación. Se enfoca directamente al proceso de titulación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la tecnología que se utiliza para la implementación de firmas digitales en el Sistema de Gestión de Trabajos de Titulación.

Se debe tener claro que es un proceso para el análisis que requiere la automatización del presente trabajo.

1.1. Proceso

El proceso administrativo es un medio de integrar diferentes actividades para poner en marcha la estrategia empresarial. Después de definir los objetivos empresariales y formular la estrategia que la empresa pretende desarrollar analizando el ambiente que rodea la empresa (Chiavenato, 2001, p.132), un proceso es un conjunto de pasos secuenciales para llegar a un fin o una meta específica.

Un proceso dentro de la institución se rige a un reglamento previamente constituido y aprobado a nivel gubernamental e institucional para un fin común, en este caso el trabajo de titulación que debe cumplir cada uno de los estudiantes.

1.2. Reglamento del proceso de titulación

El reglamento en el que se basó el Sistema de Gestión de Trabajos de titulación fue expedido por el Consejo Politécnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en sesión ordinaria realizada el martes 06 de mayo del año 2014 en el cual fueron emitidos alrededor de 16 artículos en lo que se refiere al proceso de titulación de la institución descritos a continuación.

1.2.1. Trabajo de titulación

Los artículos relacionados a trabajos de titulación estipulados en el reglamento institucional se encuentran a continuación, claramente detallados con su respectivo proceso y requisitos que debe cumplir cada estudiante para alcanzar a culminar su carrera académica.

Artículo 26. El trabajo de titulación. Es el resultado investigativo, académico o artístico, en el cual el(la) estudiante demuestra el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional; deberá ser entregado y evaluado cuando se haya completado la totalidad de horas establecidas en el currículo de la carrera, incluidas las prácticas pre profesionales (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.12).

Artículo 27. Desarrollo del trabajo de titulación. Para la elaboración del trabajo de titulación se podrán conformar equipos de dos estudiantes de una misma carrera. Estos equipos podrán integrar a un máximo de tres estudiantes, cuando pertenezcan a diversas carreras de una misma o de diferentes IES (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.12).

Para el desarrollo del trabajo de titulación, se asignarán 400 horas en la educación superior de grado. Estas horas podrán extenderse hasta por un máximo del 10% del número total de horas, dependiendo de la complejidad de su metodología, contenido y del tiempo necesario para su realización (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.12).

Artículo 28. Evaluación del trabajo de titulación. En la educación superior de grado, los trabajos de titulación serán evaluados individualmente. Estos trabajos podrán desarrollarse con metodologías multi profesionales o multi disciplinarias. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.12).

Artículo 31. Contenidos del trabajo de titulación. Todo trabajo de titulación deberá consistir en una propuesta innovadora que contenga, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base teórico-conceptual, núcleo del trabajo de titulación, conclusiones y fuentes de consulta (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.13).

Artículo 88. Requisitos para la titulación: los(as) estudiantes, previo a la titulación deberán cumplir en su totalidad los requisitos que establece el currículo de cada carrera: a. Haber aprobado el plan de estudios; b. Haber realizado las prácticas pre profesionales establecidas por la carrera;

c. Haber matriculado y defendido exitosamente su trabajo de titulación; d. Informe favorable de Secretaría Académica Institucional ((Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.34).

Artículo 89. Tipos de trabajos de titulación. El trabajo de titulación será mediante la realización y defensa de una de las alternativas de titulación establecidas en el Artículo 29 del Reglamento (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.34).

Se ha recopilado seis artículos que contienen la información necesaria como sustento para el proceso que ejerce un estudiante dentro de la institución, es decir es una base fundamentada de la automatización que se refleja en el sistema de Gestión de Trabajos de Titulación, Además, se encuentran otros pequeños procesos dentro del proceso de titulación que necesita un detalle exhaustivo para llevar a cabo su automatización; entre los más importantes están:

- Matriculación del trabajo de titulación
- Ejecución del trabajo de titulación
- Defensa del trabajo de titulación
- Calificación del trabajo de titulación
- Conclusión del trabajo de titulación

A continuación, se encuentra detallado los artículos que detallan estos pequeños procesos dentro del reglamento institucional aprobado por el consejo politécnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Matriculación del trabajo de titulación

Artículo 91. Matriculación del sistema de titulación. Una vez cumplidos los requisitos establecidos en cada carrera, el (la) estudiante deberá matricularse para desarrollar su trabajo de titulación, teniendo un tiempo de hasta un período académico para su culminación. El (la) estudiante que ha concluido su plan de estudios y su trabajo de titulación, podrá inmediatamente solicitar los trámites de defensa e incorporación (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.34).

El (la) estudiante deberá matricularse en su sistema de titulación en forma obligatoria en el período académico que disponga la malla curricular (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.34).

Artículo 92. Número de matrículas del sistema de titulación. De acuerdo con las disposiciones correspondientes a matrículas de asignaturas de la malla curricular, el aspirante debe matricular su trabajo de titulación hasta por dos ocasiones adicionales (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

Artículo 93. Aprobación y matriculación del trabajo de titulación. Los(as) aspirante(s) entregará(n) el anteproyecto del trabajo de titulación con el aval del asesor(a) del anteproyecto al (la) vicedecano(a), éste designará el tribunal que estará integrado por el asesor(a) del anteproyecto en calidad de director(a) y otro docente del área académica afín al tema (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

El tribunal designado presentará un informe en un plazo máximo de ocho (8) días calendario, para que sea conocido y avalado por Comisión Académica de la facultad. El (la) vicedecano(a) dispondrá la matrícula del trabajo de titulación. Una copia del anteproyecto será enviada al Centro de Investigaciones para su registro y archivo correspondiente (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

Ejecución del trabajo de titulación

Artículo 94. Proceso de ejecución del trabajo de titulación: el(la) director(a) del trabajo de titulación es corresponsable del mismo y será encargado de dirigir y controlar su desarrollo juntamente con el(la) asesor(a), el(la) director(a) del trabajo de titulación, podrá solicitar al(la) decano(a) la anulación del mismo cuando se haya producido abandono por parte del(la) estudiante o incumplimiento del presente reglamento (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

En caso de que, en el transcurso de la ejecución del trabajo de titulación, un integrante por causas justificadas no pueda continuar en el tribunal, el(la) decano(a) lo reemplazará inmediatamente con un docente del área académica afín al tema; y, por causas debidamente justificadas el (la) estudiante podrá solicitar al (la) decano(a), la modificación del tribunal (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

Defensa del trabajo de titulación

Artículo 95. Proceso de defensa del trabajo de titulación: concluido el trabajo de titulación, revisado y aprobado por el tribunal, los mismos consignarán las calificaciones del trabajo escrito en un plazo no mayor de dos (2) días laborables y las remitirán al (la) decano(a), mismo que fijará

la fecha para la defensa, la cual se realizará en los ocho (8) días laborables posteriores (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

El formato de certificación de la terminación del trabajo incluirá: datos personales del aspirante, facultad, escuela, fechas y firmas de los miembros del tribunal (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

Cuando el miembro del tribunal consigne una calificación inferior de catorce puntos sobre veinte (14/20), éste deberá adjuntar un informe al director(a) del trabajo de titulación que justifique la calificación, señalando criterios a corregir dentro del trabajo. De no hacerlo el director(a) solicitará su reemplazo (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

El tribunal de defensa del trabajo de titulación estará integrado por el director(a) y asesor(a) del trabajo de titulación, al que se sumará el (la) decano(a) o su delegado en calidad de presidente; participará como secretaria, la secretaria académica de la escuela, carrera, extensión, centros de apoyo (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.35).

El(la) decano(a) fijará fecha y hora para la defensa considerando la respectiva solicitud del(los) estudiante(s) (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

La asistencia a la defensa del trabajo de titulación es obligatoria para los miembros. En caso de que un integrante del tribunal de defensa faltare a la misma, éste deberá justificar su inasistencia ante el(la) decano(a), el mismo garantizará la realización de la defensa del trabajo de titulación (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

El presidente del tribunal, instalará la defensa explicando el procedimiento, terminada la misma, en forma inmediata el tribunal en pleno deliberará los resultados y emitirá la calificación final, en los formatos diseñados para el efecto (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

La calificación de la defensa del trabajo de titulación será en la escala de cero (0) a veinte (20) puntos y aprobará con un mínimo de catorce sobre veinte (14/20) (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

La Secretaria Académica de la escuela, carrera, extensión, centros de apoyo, elaborará el acta respectiva y notificará de inmediato al interesado, el aspirante que no obtenga una calificación mínima de catorce (14) puntos para aprobar, podrá solicitar al(la) decano(a) una nueva defensa

en el término no mayor a 30 días calendario posteriores (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

Si en una segunda oportunidad, el aspirante no aprobare la defensa, deberá declarar un nuevo trabajo de titulación, observando las disposiciones del reglamento institucional (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

Calificación del trabajo de titulación

Artículo 96. Calificación del sistema de titulación. La calificación de titulación será en base de los siguientes parámetros: a. Record académico (60%); y, b. Trabajo de titulación (40%): correspondiendo el 20% a la calificación del trabajo escrito y 20% a la calificación de la defensa del trabajo de titulación. En el caso de examen complejo, éste tendrá una valoración del 40% (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.36).

Conclusión del trabajo de titulación

Artículo 97. Proceso de conclusión del sistema de titulación. El director(a) de carrera enviará a Secretaría Académica de la Institución en un plazo no mayor a cinco (5) días laborables, datos personales del graduado, acta de calificación de titulación y transcripción del acta de grado debidamente legalizadas por el tribunal, un ejemplar del trabajo escrito de titulación firmada por el tribunal, el mismo que será enviado al Centro de Documentación de la facultad (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.37).

Artículo 98. Aptitud del graduado. La Secretaría Académica de grado, luego de la revisión de la documentación enviada, en un plazo no mayor de cinco (5) días, dará a conocer al (la) decano(a) de la facultad, que el aspirante está en condiciones de optar por el título profesional respectivo para su registro y reconocimiento en la SENESCYT (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.37).

Artículo 99. Documento técnico habilitante. El aspirante deberá entregar un (1) ejemplar del trabajo de titulación, debidamente legalizado y empastado a la facultad, más un respaldo electrónico, el mismo que será entregado al Centro de Documentación de cada facultad (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.37).

La propiedad intelectual del trabajo de titulación en cualquiera de sus modalidades será de la ESPOCH, la autoría de los(as) estudiantes y coautoría de los miembros del tribunal del trabajo de titulación (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, p.37).

1.3. Sistema de Gestión de Trabajos de Titulación

El sistema de Gestión de Trabajos de Titulación está enfocado a un desarrollo web con el objetivo que el personal administrativo, docentes y estudiantes de la institución acceda al mismo desde cualquier lugar mediante el uso de la web. Los documentos indispensables en el proceso de titulación tienen una firma digital del emisor para garantizar la autenticidad de cada uno y de esta manera conseguir que el proceso avance sin necesidad de documentos físicos y tiempo innecesario empleado en reuniones personales.

1.3.1. La web

La web se basa en dos puntales fundamentales: el protocolo HTTP y el lenguaje HTML. El protocolo HTTP permite una implementación simple y sencilla de un sistema de comunicaciones que nos permite enviar cualquier tipo de ficheros de una forma fácil, simplificando el funcionamiento del servidor y permitiendo que servidores poco potentes atiendan miles de peticiones y reduzcan los costes de despliegue. El lenguaje HTML nos proporciona un mecanismo de composición de páginas enlazadas simple y fácil, altamente eficiente y de uso muy simple (Mateu, 2012, p.13).

La web es más que un simple conjunto de documentos en distintos servidores, ya que existen relaciones de información entre los documentos mediante los enlaces que establecen entre ellos. Esto presenta muchas ventajas, tanto para los usuarios, a la hora de buscar información, como para los programas que recorren la web a la hora de buscar contenido para recolector puede ser un motor de búsqueda (Universidad de Chile, 2008, p.33).

1.4. Aplicaciones web

Una aplicación web (web-based application) es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados

por el programador de aplicaciones (Mora, 2013, p.48). Las aplicaciones web sirven para analizar, procesar y consultar datos mediante un navegador de fácil interacción con el usuario.

1.4.1. Ventajas

Una ventaja clave del uso de aplicaciones web es que el problema de gestionar el código en el cliente se reduce drásticamente. No sólo se ahorra tiempo porque reducimos la actualización a una sólo máquina, sino que no hay que desplazarse de un puesto de trabajo a otro (la empresa puede tener una distribución geográfica amplia) (Mora, 2013, p.54).

Si la empresa ya está usando Internet, no se necesita comprar ni instalar herramientas adicionales para los clientes, los servidores externos (Internet) e internos (intranet) aparecen integrados, lo que facilita el aprendizaje y uso. Una última ventaja, pero no menos importante, es la independencia de plataforma (Mora, 2013, p.54).

Podemos decir que la ventaja principal de las aplicaciones web es la accesibilidad para los usuarios ya que sólo con tener un navegador e internet podrán acceder a cualquier página que deseen sin necesidad de mayores recursos obteniendo gran cantidad de información.

1.4.2. Desventajas

La desventaja principal de una aplicación web es la limitación del lenguaje HTML ya que en un principio las aplicaciones eran sólo utilizadas para la consulta y descarga de información, pero con la combinación de lenguajes de programación como Java y JavaScript se ha expandido su funcionamiento y uso.

1.5. Código Hash

Un certificado que es emitido por una autoridad certificadora estará cubierto con el código hash, que utiliza una función matemática dando así un conjunto de números para todo el certificado, de tal forma que éste pasa a ser representado por un valor numérico o cadena de datos. Luego el originador procederá a encriptar asimétricamente el certificado con la ayuda de clave privada, enviando así el mensaje al destinatario.

El sistema de firma electrónica opera de una forma inversa al envío del mensaje. Éste será codificado por el originador con su clave pública, y luego decodificado por el por el destinatario, con su clave privada. Con la función Hash, el certificado del texto quedará representado numéricamente. Generando un código que será su vez encriptado inversamente, con la clave privada del originador y luego descriptado con la clave pública por el destinatario (Álvarez *et al.*, 2005, p.10).

Con la aplicación de la función hash cualquier cambio realizado en el certificado se puede comparar el original con el modificado y saber si se ha hecho algún cambio.

1.6. Firmas Digitales

La firma digital es un bloque de caracteres que acompaña a un documento o fichero acreditando quién es su autor (autenticación) y que no ha existido ninguna manipulación posterior de los datos (integridad) (Álvarez *et al.*, 2005, p.8).

Para firmar un documento digital, su autor utiliza su propia clave secreta (sistema criptográfico asimétrico), a la que sólo él tiene acceso, lo que impide que pueda después negar su autoría (no revocación o no repudio). De esta forma, el autor queda vinculado al documento de la firma. La validez de dicha firma podrá ser comprobada por cualquier persona que disponga de la clave pública del autor.(Álvarez *et al.*, 2005, p.8).

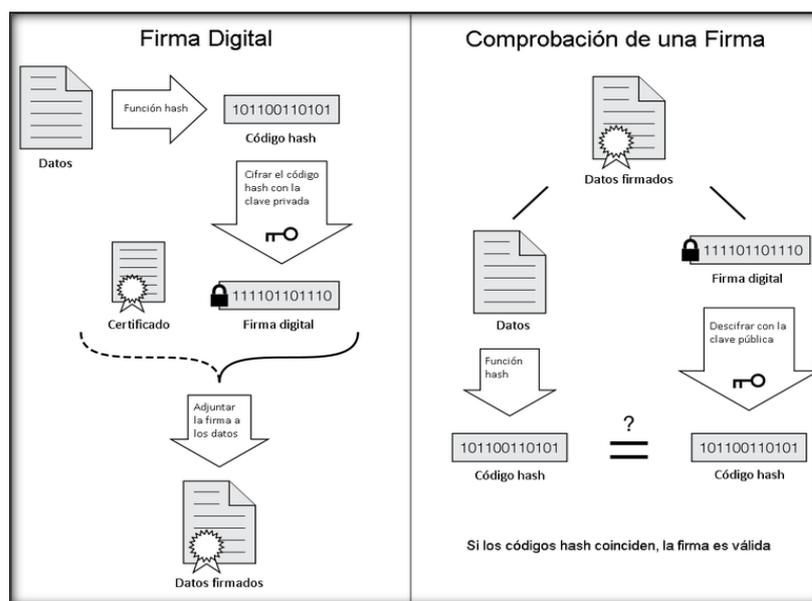


Figura 1-1: Proceso de Firmas Digitales

Fuente: <https://martosfre.blogspot.com/2010/05/firma-digital-ecuador.html>

En la figura 1-1 se puede observar el proceso para firmar un documento en donde se aplica un procedimiento matemático (función hash) que genera clave para el documento el cual a la par con la clave del firmante se cifra para formar la firma digital. La cual una vez obtenida se envía al mensaje original y así terceras personas pueden reconocer la identidad del firmante y asegurarse que el contenido no ha sido modificado.

En la figura 1 también se observa el proceso para verificar una firma digital, en el cual el receptor generará la clave de mensaje recibido, luego descifra la firma digital utilizando la clave pública del firmante y obtendrá de esa forma la clave del documento original; si ambas claves coinciden significa que no hubo alteración y que el firmante es el correcto.

1.7. Certificados digitales

Un certificado digital es, emanado de un certificador, que acredita la vinculación entre una clave pública y una persona. Consiste en una estructura de datos firmados digitalmente por la autoridad certificadora, con información acerca de una persona y de la clave pública de la misma (Álvarez *et al.*, 2005, p.13).

Un certificado de clave pública es un punto de unión entre la clave pública de una entidad y uno o más atributos referidos a su identidad. El certificado garantiza que la clave pública pertenece a la entidad identificada y que la entidad posee la correspondiente clave privada (Talens-oliag, 1993, p.1).

Los certificados digitales son muy parecidos a un documento de identidad o a una certificación notarial y operan del siguiente modo: Se recibe un mensaje firmado; la clave pública del remitente viene cifrada y el mensaje es acompañado de un "Certificado" de la autoridad de certificación, cuya clave pública el receptor conoce (Álvarez *et al.*, 2005, p.13).

Los certificados digitales emitidos por certificadores extranjeros son generalmente aceptados, con ligeras variantes, por la legislación de los distintos países. Así lo establece el Proyecto Modelo de UNCITRAL y la Directiva de la Unión Europea (Álvarez *et al.*, 2005, p.13).

Algunos países los aceptan a condición de reciprocidad establecida por acuerdo y cuando tales certificados sean reconocidos por un certificador licenciado en el país (Argentina). Otros sólo exigen que cumplan con los requisitos de la ley y tengan fiabilidad (Ecuador) (Álvarez *et al.*, 2005, p.13).

1.7.1. Formato de certificados X.509

El formato de certificados X.509 es un estándar del ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) y el ISO/IEC (International Standards Organization / International Electrotechnical Commission) que se publicó por primera vez en 1988 (Talens-oliag, 1993, p.1).

Después de emplear el X.509 v2 para intentar desarrollar un estándar de correo electrónico seguro, el formato fue revisado para permitir la extensión con campos adicionales, dando lugar al X.509 v3 en 1996 (Talens-oliag, 1993, p.2) .

Las extensiones de archivo de certificados X.509 son:

- .CER es una extensión de archivo que se encuentra codificado con reglas de codificación canónicas, es un formato de exportación de clave pública de uno o varios certificados.
- .DER es una extensión de certificado codificado en base a las reglas de codificación distinguida.
- .PEM es una extensión de certificado codificado en Base64
- .P7C es una extensión de certificado que tiene de estructura PKCS#7 SignedData sin datos, solo certificado(s) o CRL(s)
- .PFX , .P12 es una extensión de certificados PKCS#12, son la copia de seguridad con clave privada de un certificado.

PKCS #12 evolucionó del estándar PFX (Personal inFormation eXchange) y se usa para intercambiar objetos públicos y privados dentro de un archivo.

En el Banco Central del Ecuador se otorga un certificado .pfx a los usuarios, ya que el certificado .p12 es la evolución del .pfx se pretende utilizar esta extensión para el uso de firmas digitales en el presente trabajo para la autenticidad y verificación de cada uno de ellos, además es de fácil acoplamiento a los diferentes sistemas operativos.

1.8. Infraestructura de clave pública

Una infraestructura de clave pública (Public Key Infrastructure en inglés) es la combinación de productos de hardware y software, políticas y procedimientos para proveer un nivel adecuado de

seguridad en transacciones electrónicas a través de redes públicas, como Internet (Álvarez *et al.*, 2005, p.18).

Es conjunto de componentes y políticas necesarias para crear, gestionar y revocar certificados digitales que pueden ser utilizados para autenticar cualquier aplicación, persona, proceso u organización de una red de empresa, extranet o Internet.(Rodríguez, 2003, pp.26-27).

1.8.1. Política de seguridad

La política de seguridad establece y define la dirección que debería seguir la organización respecto de la seguridad de su información considerando también los procesos y principios establecidos para el uso de medios criptográficos. También incluye documentos de cómo la organización deberá manejar sus claves a fin de establecer el nivel de control deseado de acuerdo a los riesgos existentes (Álvarez *et al.*, 2005, p.18).

Las políticas de seguridad deben anticipar las situaciones que puedan ocurrir y proporcionar información detallada de como la autoridad de certificación ha de gestionar los certificados digitales a menudo estas políticas actúan como una especie de contrato entre la autoridad certificadora y los usuarios.

1.8.2. Autoridades de certificación

Una autoridad de certificación o CA vincula la clave pública a la entidad registrada proporcionando un servicio de identificación .Una CA es a su vez identificada por otra CA creándose una jerarquía o árbol de confianza: dos entes pueden confiar mutuamente entre sí a una autoridad común que directa o transitivamente las avala (Álvarez *et al.*, 2005, p.18).

Esta es el pilar básico del edificio de la PKI. Es una colección de hardware de computación, software, y personas que los manejan, quienes operan el sistema. La Autoridad Certificante (CA o AC) es conocida por dos atributos: su nombre y su clave pública (Rodríguez y Rodríguez, 2005, p.95).

Una CA es una organización fiable que acepta las peticiones de certificados de entidades, las válidas, emite certificados y sostienen la información de su estado.

1.8.3. Autoridad de registro

Una autoridad de registro o RA liga entes registrados a figuras jurídicas, extendiendo la accesibilidad de las CA (Álvarez *et al.*, 2005, p.18).

La Autoridad de Registro es designada para verificar el contenido de los certificados de la AC. Los mismos contienen información presentada por la entidad solicitante del certificado, semejante a una licencia de conducir (Rodríguez y Rodríguez, 2005, p.110).

1.8.4. Entidad Final

Hay dos tipos de entidades finales o usuarios soportados por una PKI. Los poseedores del certificado son los sujetos del certificado y mantienen la clave privada (Guzmán de Lapuente, 2011, p.24).

Las partes confinantes usan la clave pública de un certificado para verificar la firma o cifrar datos. En la práctica, la mayoría de las entidades soportan ambos papeles. Del mismo modo, CAs y RAs son también usuarios ya que generan y verifican firmas y transmiten claves entre ellas mismas o con los propios usuarios (Guzmán de Lapuente, 2011, p.24).

1.9. Firmas digitales en el Ecuador

En Ecuador mediante Ley No. 67, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 577, se expidió la Ley de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos.

Con esta ley se regula los mensajes de datos, la firma electrónica, los servicios de certificación, la contratación electrónica y telemática, la prestación de servicios electrónicos, a través de redes de información, incluido el comercio electrónico y la protección a los usuarios de estos sistemas, logrando un riesgo prácticamente nulo para su falsificación.

Se puede demostrar la validez y autenticidad de los documentos firmados electrónicamente amparado en:

- La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos, en su artículo 2, reconoce el valor jurídico de los mensajes de datos, otorgándoles igual valor jurídico que los documentos escritos; (Congreso Nacional del Ecuador, 2000, p.1)

- La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos, en su artículo 8, determina las características para el archivo en la conservación de los mensajes de datos; (Congreso Nacional del Ecuador, 2000, p.2)
- La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos, en su artículo 14, establece que la firma electrónica tendrá igual validez y se le reconocerán los mismos efectos jurídicos que a una firma manuscrita en relación con los datos consignados en documentos escritos, y será admitida como prueba en juicio; (Congreso Nacional del Ecuador, 2000, p.4)
- La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos, en su artículo 15, establece los requisitos de validez de la firma electrónica, para garantizar autenticidad, fiabilidad e integridad de los mensajes de datos; (Congreso Nacional del Ecuador, 2000, p.4)
- La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos, en su artículo 51, otorga la calidad de instrumento público y reconoce la validez jurídica de los mensajes de datos otorgados, conferidos, autorizados o expedidos por y ante autoridad competente y firmados electrónicamente; (Congreso Nacional del Ecuador, 2000, p.12)

Las entidades certificadoras aprobadas en el Ecuador son: la entidad pública, el Banco Central del Ecuador; y una privada como es Security Data.

Banco Central

El Banco Central del Ecuador es la Entidad de Certificación de Información acreditada por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, mediante Resolución 481-20-CONATEL-2008 de 8 de octubre de 2008 y acto administrativo suscrito el 6 de noviembre de 2008. (Banco Central del Ecuador, 2008)

Security Data

Security Data Seguridad en Datos y Firma Digital S.A es una Entidad Certificadora de firma electrónica y servicios relacionados autorizada por el CONATEL según la Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos. (Security Data, 2017)

1.10. Software para el diseño de la PKI

Existen una gran cantidad de software dedicado a la seguridad informática que permite la implementación de una PKI que garantizan su funcionamiento en un ambiente real; sin embargo,

los costos que representan las licencias de este tipo de software pueden ser una gran inversión para las unidades y organizaciones.

Por lo que se realizó un análisis del software libre y eficiente existente en el mercado para implementar una PKI en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Las alternativas de Autoridades de Certificación más conocidas y estables son OpenSSL, OpenCA y EJBCA; en la Tabla 1-1 se puede ver las principales características de cada una.

Tabla 1-1: Autoridades de Certificación

SOLUCIÓN	CARACTERÍSTICA
OpenSSL	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollada en base a un entorno de colaboración, - Provee de un conjunto de librerías criptográficas. - Resulta un proceso de gran complejidad - Se utiliza mediante comandos.
OpenCA	<ul style="list-style-type: none"> - Se basa en OpenSSH, OpenLDAP y Apache. - La implementación de una PKI es utilizada como propósito de evaluación. - Se implementa únicamente mediante interfaces web.
EJBCA	<ul style="list-style-type: none"> - Se basa en Java. - Puede ser ejecutada sobre cualquier sistema operativo. - Es altamente escalable, gracias a su fácil comunicación con aplicaciones basadas en Java. - Posee servicios web. - Es considerada como la solución a futuro en entorno PKI.

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

A la hora de determinar cuál es la herramienta óptima para emplear de todas las que existen en el mercado, se escogió EJBCA, por varios criterios:

- Es una solución de código abierto con una comunidad de desarrolladores a nivel mundial, con apoyo continuo activo. Entonces, se puede describir como un producto en constante evolución con una solvencia contrastada.
- Está instalado como una solución en producción para grandes organismos públicos a nivel del país, como lo es el Banco Central del Ecuador que utiliza el protocolo de estado de certificado en línea que es empleado en EJBCA.(Banco Central del Ecuador)
- El lenguaje en el que se basa es Java, el cual es de conocimiento general en la institución.

- Es un aplicativo muy flexible con el que se pueden realizar diferentes tipos de instalaciones en función del volumen que vaya a tener que atender el servicio, niveles de seguridad, infraestructura de servidores, etc.

Además, este software es capaz de generar certificados que se ajusten a lo exigido por la Ley de Comercio Electrónico, Firma Electrónica y Mensajes de Datos vigente desde el año 2002 en la cual existen artículos que sancionan pecuniariamente y con privación de la libertad a quienes den un mal uso de los certificados electrónicos.

1.11. EJBCA

EJBCA es un software PKI Certificate Authority, construido con tecnología Java (JEE). Robusto, flexible, de alto rendimiento, escalable, independiente de la plataforma, y basado en componentes, EJBCA puede utilizarse independiente o integrado con otras aplicaciones (PrimeKey Solutions AB 2017).

EJBCA es idóneo para construir una infraestructura de clave pública completa para cualquier gran empresa u organización, por lo cual fue elegido para el presente proyecto.

EJBCA, está escrito en java puro, se ejecuta en un servidor de aplicaciones JEE, tiene interfaces con módulos de seguridad de hardware utilizando la interfaz estándar PKCS # 12, tiene un alto rendimiento y capacidad, emite cientos de certificados por segundo, almacenar cientos de millones de certificados, soporta diferentes arquitecturas, posibilita la integración en grandes aplicaciones java para una integración óptima en los procesos de negocio, se implementa fácilmente en un entorno de alta disponibilidad agrupado, soporta múltiples servidores de aplicaciones: JBoss y Glassfish, soporta múltiples bases de datos: Hypersonic, MySQL, PostgreSQL, Oracle, DB2, MS SQL Server, Derby, Sybase, Informix, posibilita una única de configurar ya sea como CA totalmente auditada o como fábrica de certificados de alta velocidad.

La solución escogida para la emisión de firmas digitales EJBCA necesita de software complementario como Java Development Kit junto con las librerías JCE Bouncy Castle y JCE Unlimited Strength Jurisdiction Policy Files. La instalación de EJBCA utiliza JBoss como servidor de aplicaciones y PostgreSQL como gestor de base de datos. La instalación de PostgreSQL necesita de las librerías del controlador JDBC para habilitar la conectividad con JAVA.

Una vez instalado los programas y librerías anteriores, y al haber verificado que se tiene la herramienta ant instalada, se inicia la instalación propia de EJBCA. Para esto antes hay que editar tres de los ficheros de configuración de la herramienta, uno de ellos define la configuración de la primera autoridad de certificación que se crea en la instalación, el otro define los parámetros web de las interfaces gráficas y el último los parámetros de acceso a la base de datos. Luego de modificarlos, se ejecutarán los comandos ant que hay que utilizar para completar la instalación del software, estos comandos son básicamente tres: ant bootstrap, ant deploy y ant intall, y se deben utilizar siguiendo un orden específico. Finalmente, y para comprobar que la instalación ha sido exitosa, se ha de verificar que se pueda acceder correctamente a las interfaces gráficas admin web y public web de la herramienta accediendo de forma seguro en el navegador.

Para la instalación y emisión de certificados con EJBCA, ver Manual de Instalación en los productos entregables al cliente. Anexo A.

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico se enfoca a determinar los procesos que se realiza para la investigación planteada, es decir, se va a detallar el proceso de titulación que se automatizo, los pasos que se sigue actualmente en la institución para alcanzar el objetivo de graduar a un estudiante se basan en reglamentos constituidos y aprobados por el Consejo Politécnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. A continuación, se describe el levantamiento de información del proceso de titulación.

2.1. Descripción del proceso de trabajos de titulación

Mediante reuniones con el Ing. Geovanny Alarcón, director del Centro de Investigación CIMOGSYS, el Ing. Julio Santillán decano de la Facultad de Informática Electrónica a, se construye el diagrama de procesos que un estudiante politécnico debe realizar para completar su proceso de titulación.

El siguiente grafico permite tener una notación clara del orden y cada uno de los pasos que se realiza junto a la persona a cargo del requerimiento respectivo.

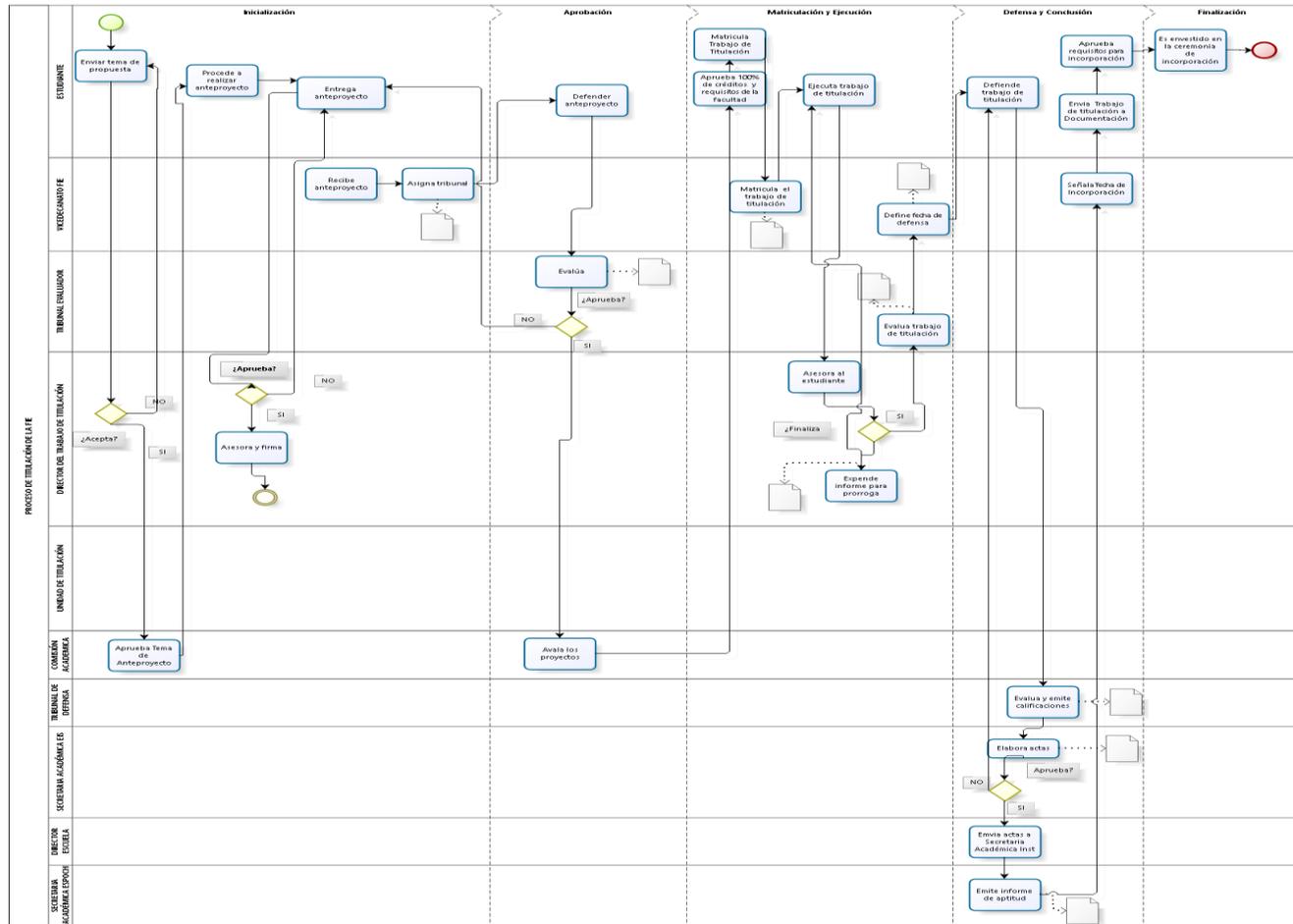


Gráfico 1-2: Diagrama de procesos de trabajo de titulación ESPOCH
 Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Como se puede apreciar el gráfico 1-2 refleja los roles de las personas a cargo de cada proceso, inicialmente el estudiante entrega el anteproyecto al vicedecanato con la finalidad de que el mismo apruebe el tema, mediante un tribunal evaluador.

Una vez aprobado el tema de anteproyecto y culminada la malla curricular vigente de la escuela, se procede a matricular el trabajo de titulación en el periodo académico actual. Este proceso lo realiza el estudiante en la secretaria de su respectiva escuela. Se debe tener en cuenta que si el trabajo de titulación no es culminado en el periodo académico se procede a una segunda matrícula y consecutiva a esta se tiene una matrícula extra ordinaria.

Cuando el trabajo de titulación es culminado se procede a la defensa de este, para esto se cuenta con una defensa privada y una pública. La evaluación del trabajo de titulación es realizada por un tribunal, asignado por el vicedecanato. Para la culminación del proceso tenemos un acto solemne en presencia de autoridades y neo graduados, la fecha de este evento es asignada por el vicedecano de la facultad.

2.2. Definición de la variable de estudio

La variable que es considerada para el estudio es el *tiempo de generación de información de los procesos de titulación en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, que se tardan en obtener las autoridades las unidades académicas y en este caso de la Facultad de Informática y Electrónica. La generación de información ha sido representada en los siguientes reportes:

- **Reporte 1:** Trabajos de titulación culminados.
- **Reporte 2:** Trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad.
- **Reporte 3:** Trabajos de titulación por estado en un periodo académico.
- **Reporte 4:** Estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico.
- **Reporte 5:** Consulta de requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación

Variable de estudio

$$t_T = \bar{t}_{R1} + \bar{t}_{R2} + \bar{t}_{R3} + \bar{t}_{R4} + \bar{t}_{R5}$$

t_T = Tiempo total de la obtención de información.

\bar{t}_{R1} = Tiempo promedio en obtener lista de trabajos de titulación que hayan sido culminados.

\bar{t}_{R2} = Tiempo promedio en obtener lista de trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad.

\bar{t}_{R3} = Tiempo promedio en obtener lista de trabajos de titulación por estado en un periodo académico.

\bar{t}_{R4} = Tiempo promedio en obtener lista de estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico.

\bar{t}_{R5} = Tiempo promedio en consultar los requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación.

2.3. Experimento I

El primer experimento para la investigación está basado en la determinación del tiempo que se invierte actualmente en obtener información del proceso de titulación. La medición del tiempo se realiza a las autoridades de la unidad de titulación, el vicedecano, el decano, los docentes de la facultad y los estudiantes que cursan el noveno semestre y la unidad de titulación actualmente.

2.3.1. Muestra

La población que se toma para el estudio son los involucrados en el proceso como se menciona anteriormente, la información recopilada fue proporcionada por las autoridades de la Facultad de Informática y Electrónica. La población está conformada por 224 personas distribuidos en 12 autoridades, 51 docentes y 161 estudiantes.

El estrato conformado por autoridades contiene a 1 decano y su secretaria, 1 vicedecano y su secretaria, 4 directores de escuela y 4 secretarias que en su totalidad son 12 sujetos de estudio, se trabajó con el 100% de nivel confianza y 0% de error.

El estrato conformado por 51 docentes pertenece al número de docentes existentes en la Facultad de Informática y Electrónica. El cálculo del tamaño muestral para la población de docentes tiene un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% es de 45 docentes.

Se logró obtener 28 docentes por lo que el error se incrementa a un 10%. Este estrato fue conformado por 10 docentes de escuela de Ingeniería en Sistemas, 7 de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, 5 de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes y 6 de Diseño Gráfico.

Finalmente, el marco muestral discrimina la muestra a los estudiantes que pertenecen a noveno semestre de las carreras o se encuentran cursando la unidad de titulación. El cálculo de la muestra de los estudiantes con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obtuvo un total de 162 estudiantes de los cuales se obtuvo 78 encuestas para la determinación de tiempos en obtener información acerca del proceso, 25 pertenecen a la escuela de Ingeniería en Sistemas, 14 Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, 18 a Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, 21 a Diseño Gráfico por lo que se eleva el margen de error a un 10%, manteniendo el nivel de confianza del 95%.

La muestra está conformada por 118 personas, 12 autoridades, 28 docentes y 78 estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica como se observa en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Muestra

	Población	Muestra	Nivel de Confianza	Error	Técnica
Autoridades	12	12	100%	0%	Entrevista
Docentes	51	45	95%	10%	Encuesta
Estudiantes	170	162	95%	10%	Encuesta

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

2.3.2. Métodos y técnicas

Los métodos que se utilizan para llevar a cabo los objetivos planteados inicialmente permiten llevar el proceso de investigación de una forma ordenada y de esta manera demostrar que la investigación ha sido exitosa.

Las técnicas empleadas para la recolección de información permiten al investigador crear un ambiente con el menor error posible a través de la entrevista y la encuesta como se describe a continuación:

Entrevista

La entrevista, desde el punto de vista del método, es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es la fuente de esas informaciones. Por razones obvias sólo se emplea, salvo raras excepciones, en las ciencias humanas. (Behar, 2008, p.55)

La ventaja principal de la entrevista es que son los mismos usuarios quienes proporcionan los datos y se puede constatar la fidelidad de los mismo, cosa que por su misma naturaleza es casi imposible de observar desde fuera.

Según (Behar, 2008, pp.56-57) las fases para realizar una entrevista son:

Preparación de la Entrevista

- Determinar la posición que ocupa en la investigación el futuro entrevistado, sus responsabilidades básicas, actividades, etc. (Investigación).
- Preparar las preguntas que van a plantearse y, los documentos necesarios (Organización).
- Fijar un límite de tiempo y preparar la agenda para la entrevista. (Psicología).
- Elegir un lugar donde se puede conducir la entrevista con la mayor comodidad (Psicología).

Conducción de la Entrevista

- Explicar con toda amplitud el propósito y alcance del estudio (Honestidad).
- Explicar la función propietaria como investigador y la función que se espera conferir al entrevistado. (Imparcialidad).
- Hacer preguntas específicas para obtener respuestas específicas que se puedan cuantificar.

- Evitar las preguntas que exijan opiniones interesadas, subjetividad y actitudes similares.
- Evitar las frases carentes de sentido.
- Ser cortés y comedido, absteniéndose de emitir juicios de valores. (Objetividad).
- Conservar el control de la entrevista, evitando las divagaciones y los comentarios al margen de la cuestión.
- Escuchar atentamente lo que se dice, guardándose de anticiparse a las respuestas (Comunicación).

Resultados de la Entrevista

- Escribir los resultados (Documentación).
- Entregar una copia al entrevistado, solicitando su conformación, correcciones o adiciones. (Profesionalismo).
- Archivar los resultados de la entrevista para referencia y análisis posteriores (Documentación).

Realización de Entrevista

- La habilidad del entrevistador es vital para el éxito en la búsqueda de hechos por medio de la entrevista. Las buenas entrevistas dependen del conocimiento del entrevistador, del objetivo de una entrevista específica como de las preguntas por realizar a una persona determinada.
- El modelo de entrevista realizado se evidencia en el anexo B.

Encuesta

Para la elaboración de la encuesta se utilizará la metodología realizada por Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey la cual nos menciona que el ciclo de ejecución de una encuesta está compuesto por:

Diseño del objetivo
 Diseño muestral
 Diseño del instrumento(Cuestionario)
 Ejecución de la encuesta
 Procesamiento de la información recolectada

Análisis de los resultados de la encuesta

Difusión de los resultados

La metodología utilizada para realizar los cuestionarios tanto para la entrevista como para la encuesta es la escala de Likert.

La escala de Likert es un tipo de instrumento de medición o de recolección de datos que se dispone en la investigación social para medir actitudes. Consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos. (Malave, 2007, p.3)

Cuando se responde a un ítem de la escala de Likert, el usuario responde específicamente en base a su nivel de acuerdo o desacuerdo. Las escalas de frecuencia con la de Likert utilizan formato de respuestas fijas que son utilizados para medir actitudes y opiniones. Estas escalas permiten determinar el nivel de acuerdo o desacuerdo de los encuestados.

En la figura 1-2 podemos observar que la escala Likert se construye en un rango de 5 ítems.



Figura 1-2: Escala de Likert

Fuente: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>

Se procedió configurar los siguientes valores para la escala de Likert se obtuvo estos valores aproximados mediante una reunión con el Vicedecano de la Facultad de Informática que no supo manifestar que un reporte se demora aproximadamente de 1 a 2 días por lo que se tomó este valor como valor promedio como podemos observar en la tabla 2-2.

Tabla 2-1: Tabla de medición de Likert

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 4 días	Mayor a 4 días

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El diseño de las encuestas a ser utilizadas se puede evidenciar en el anexo C.

2.3.3. Construcción de la variable de estudio

La variable de estudio t se construye los valores estimados de tiempo que se recopiló por parte de las autoridades, docentes y estudiantes de la facultad.

El reporte de **trabajos de titulación culminados** está enfocado a listar los temas de trabajos de titulación que se han realizado en un periodo de tiempo determinado con la finalidad de conocer y no redundar en información. Las entidades involucradas en obtener esta información son las autoridades, los docentes y los estudiantes. Para obtener el tiempo promedio del reporte se ha considerado la suma de los tiempos promedio de las entidades anteriormente mencionadas. Las fórmulas y términos utilizados para este reporte se describen en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Reporte de trabajos de titulación culminados

Reporte 1	Trabajos de titulación culminados
Involucrados	Autoridades, docentes, estudiantes
Construcción	
Indicador	$\bar{t}_{R1} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD} + \bar{t}_{RE}}{3}$ \bar{t}_{R1} = Tiempo promedio de las estimaciones del reporte 1 $\bar{t}_{RA}, \forall n = 1, \dots, 12 = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ \bar{t}_{RA} = Tiempo promedio estimado por las autoridades $\bar{t}_{RD}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ \bar{t}_{RD} = Tiempo promedio estimado por los docentes $\bar{t}_{RE}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ \bar{t}_{RE} = Tiempo promedio estimado por los estudiantes

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El reporte de **trabajos de titulación asignados a cada docente** está enfocado a la consulta por docente de los trabajos de titulación donde es director o miembro. Las entidades involucradas en obtener esta información son las autoridades y los docentes. Para obtener el tiempo promedio del reporte se ha considerado la suma de los tiempos promedio de las entidades anteriormente mencionadas. Las fórmulas y términos utilizados para este reporte se describen en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Reporte trabajos de titulación asignados a cada docente

Reporte 2	Trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad
Involucrados	Autoridades, docentes, estudiantes
Construcción Indicador	$\bar{t}_{R2} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD} + \bar{t}_{RE}}{3}$ $\bar{t}_{R2} = \text{Tiempo promedio de las estimaciones del reporte 1}$ $\bar{t}_{RA}, \forall n = 1, \dots, 12 = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RA} = \text{Tiempo promedio estimado por las autoridades}$ $\bar{t}_{RD}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RD} = \text{Tiempo promedio estimado por los docentes}$ $\bar{t}_{RE}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RE} = \text{Tiempo promedio estimado por los estudiantes}$

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El reporte de **trabajos de titulación por estado** está enfocado a la consulta de los trabajos de titulación en los diferentes estados que puede tomar un proyecto durante el transcurso del proceso de titulación. Las entidades involucradas en obtener esta información son las autoridades y los docentes. Para obtener el tiempo promedio del reporte se ha considerado la suma de los tiempos promedio de las entidades anteriormente mencionadas. Las fórmulas y términos utilizados para este reporte se describen en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Reporte de trabajos de titulación por estado en un periodo académico

Reporte 3	Trabajos de titulación por estado en un periodo académico.
Involucrados	Autoridades, docentes
Construcción Indicador	$\bar{t}_{R3} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD}}{2}$ $\bar{t}_{R3} = \text{Tiempo promedio de las estimaciones del reporte 1}$

	$\bar{t}_{RA}, \forall n = 1, \dots, 12 = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RA} = \text{Tiempo promedio estimado por las autoridades}$ $\bar{t}_{RD}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RD} = \text{Tiempo promedio estimado por los docentes}$
--	--

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El reporte de **estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación** está enfocado a listar la información de estudiantes de cada una de las carreras de la facultad en un periodo académico determinado. Las entidades involucradas en obtener esta información son las autoridades y los docentes. Para obtener el tiempo promedio del reporte se ha considerado la suma de los tiempos promedio de las entidades anteriormente mencionadas. Las fórmulas y términos utilizados para este reporte se describen en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2: Reporte estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación

Reporte 4	Estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico
Involucrados	Autoridades, docentes
Construcción Indicador	$\bar{t}_{R4} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD}}{2}$ $\bar{t}_{R4} = \text{Tiempo promedio de las estimaciones del reporte 1}$ $\bar{t}_{RA}, \forall n = 1, \dots, 12 = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RA} = \text{Tiempo promedio estimado por las autoridades}$ $\bar{t}_{RD}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RD} = \text{Tiempo promedio estimado por los docentes}$

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El reporte de **requisitos necesarios del estudiante para el proceso de titulación** está enfocado a proporcionar al estudiante la información de que y como seguir el proceso para alcanzar su título. Las entidades involucradas en obtener esta información son los estudiantes. En este caso se toma como tiempo total únicamente el tiempo que se demoran los estudiantes en saber los requisitos y el proceso en su esencia. Las fórmulas y términos utilizados para este reporte se describen en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2: Reporte requisitos necesarios del estudiante para el proceso de titulación

Reporte 5	Consulta de requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación
Involucrados	Estudiantes
Construcción Indicador	$\bar{t}_{R5} = \bar{t}_{RE}$ $\bar{t}_{R5} = \text{Tiempo promedio de las estimaciones del reporte 1}$ $\bar{t}_{RE}, \forall n = 1, \dots, n = \frac{(t_1 + \dots + t_n)}{n}$ $\bar{t}_{RE} = \text{Tiempo promedio estimado por los estudiantes}$

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

2.4. Experimento II

El segundo experimento de la investigación está basado en la obtención de información del proceso de titulación con el uso del sistema informático, los reportes son generados por el sistema a partir de datos ingresados previamente, es decir, se debe tener en cuenta una cantidad mínima de datos razonable que se maneja en la institución en cada periodo académico.

2.4.1. Muestra

La pregunta más importante al momento de realizar cualquier experimento es qué tan grande debe ser la muestra de datos necesarios para poder llegar a una conclusión certera, puesto que, *tomar una muestra más grande de lo necesario para obtener los resultados deseados es un desperdicio de recursos, mientras que, por otro lado, las muestras demasiado pequeñas con frecuencia dan resultados que carecen de uso práctico, y podemos fallar en la obtención de los objetivos del análisis.* (Tamaño óptimo de la muestra, 2008 pág. 53)

Debido a que se desconoce el número exacto de la población a estudiar dado que la misma variará en el tiempo durante la utilización del sistema, se requiere el cálculo de la muestra para una población infinita. (Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud, 2005 pág. 336)

El tamaño de la muestra desconociendo el total de la población se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

En donde:

Z es el nivel de confianza.

p es la probabilidad de éxito o proporción esperada.

q es la probabilidad de fracaso.

e es el error máximo admisible en términos de proporción.

Para el experimento dos se ha escogido trabajar con un nivel de confianza del 95%, consecuentemente el valor del estadístico Z corresponde a 1.96 y el error máximo admisible es del 5%, la probabilidad de fracaso es del 50% al igual que la probabilidad de éxito. Por lo que, la muestra obtenida de la aplicación de la fórmula para la toma de tiempos de la generación de información del sistema es:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$
$$n = 384.16$$

Del experimento realizado se obtuvieron las diferentes pruebas de los principales reportes del proceso de titulación en concordancia la muestra obtenida, en los 5 reportes, y apoyadas con la utilización del sistema desarrollado utilizando la población de la base de datos con información de autoridades, estudiantes, docentes, carreras, escuelas de la Facultad de Informática y Electrónica.

2.4.2. Métodos y técnicas

La técnica a utilizar para la toma de tiempo con el sistema es la **observación directa**, permite observar atentamente las mediciones del tiempo que tardaría la aplicación web en mostrar los reportes mencionados en la variable de estudio.

Herramienta

Las herramientas utilizadas para la recolección de información son la aplicación web que permitirá generar los reportes y la funcionalidad de Google Chrome Timeline panel nos proporciona una visión exacta de cuánto se demora la carga de la página en el cliente: parseo del javascript, cálculo de los estilos y renderización de la página.

2.4.3. Construcción de la variable de estudio

La variable de estudio t para el experimento II se construye a partir de los tiempos de respuesta del sistema informático para cada uno de los reportes descrito anteriormente. Además, es indispensable indicar que el único involucrado en este experimento es el sistema informático.

Se realiza la construcción del ambiente de implementación del sistema informático con el objetivo de medir el funcionamiento real del sistema implementado, entre las cuales se encuentra la arquitectura de despliegue de manera local y los datos de los trabajos de titulación lo más real posibles en un periodo académico. Cada reporte tiene su respectivo tiempo y el tiempo general es el promedio del tiempo medido en el Timeline panel del navegador, este tiempo es medido automáticamente desde que se realiza la petición por parte del usuario hasta que se muestra la información en pantalla.

2.5. Desarrollo del sistema informático

Para mejorar de alguna manera el tiempo en la generación de información del proceso de trabajos de titulación, se ha considerado la creación de un sistema informático que registre dicho proceso y a su vez genere información pertinente y eficaz de este. Con la ayuda de tecnologías, metodologías y un lenguaje de programación a continuación se presenta el desarrollo desde su punto innato hasta su implantación.

2.5.1. Especificación de Requerimientos

Los requerimientos son todas las funcionalidades que se realizan en el sistema para que su ejecución sea considerada como exitosa, estos requerimientos son definidos por los usuarios quienes detallan sus necesidades, esta especificación permite eliminar los malos entendidos en la etapa de desarrollo de software por lo que deben ser documentados.

Para la definición de los requerimientos se ha investigado previamente el reglamento de ley superior y la normativa institucional en que se basa el proceso de titulación. Además, se ha estructurado por gestiones y configuración para darle un enfoque mas flexible al sistema informático.

Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales especifican que debe realizar la aplicación al momento de ser implementada, estos se han identificado en las tres reuniones con el usuario y se han detallado de la siguiente manera:

1. El sistema deberá tener la posibilidad de autenticar un usuario.

Gestión de usuarios

2. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los datos de un usuario.
3. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de un usuario.
4. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los usuarios ingresados.
5. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar un usuario.

Gestión de estudiantes

6. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar la cedula de un estudiante para registrarlo, mediante los datos del Oasis.
7. El sistema deberá tener la posibilidad de registrar un estudiante.
8. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los estudiantes ingresados.

Gestión de periodos académicos

9. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar un periodo académico mediante su código registrado en el Oasis.
10. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los usuarios ingresados.

Gestión de modos de titulación

11. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los modos de titulación que existan en la institución.
12. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de un modo de titulación.
13. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los modos de titulación ingresados.
14. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar un modo de titulación.

Gestión de unidades académicas

15. El sistema deberá tener la posibilidad de registrar una facultad mediante su código registrado en el Oasis.
16. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las facultades ingresadas.
17. El sistema deberá tener la posibilidad de registrar una escuela mediante su código registrado en el Oasis.
18. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las escuelas ingresadas.

19. El sistema deberá tener la posibilidad de registrar una carrera mediante su código registrado en el Oasis.
20. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las carreras ingresadas.

Gestión de tipos de miembros

21. El usuario deberá tener la posibilidad de ingresar los datos de los tipos de miembros que pueden existir dentro del proceso de titulación.
22. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de un tipo de miembro.
23. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los tipos de miembros ingresados.
24. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar un tipo de miembro.

Gestión de tipos de documentos

25. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los datos de los tipos de documentos que son aceptados subir en la plataforma virtual del proceso de titulación.
26. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de un tipo de documento.
27. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los tipos de documentos ingresados.
28. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar un tipo de documento.

Gestión de catálogo de preguntas

29. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los datos de un catálogo de preguntas para el cuestionario de evaluación de trabajos de titulación y anteproyectos.
30. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de un catálogo de preguntas.
31. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los catálogos de preguntas ingresados.
32. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar un catálogo de preguntas.

Gestión de preguntas

33. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los datos de las preguntas involucradas en el catálogo de evaluación.
34. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de una pregunta.
35. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las preguntas ingresadas.
36. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar una pregunta.

Gestión de estados

37. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los datos de un parámetro de pregunta necesario para la evaluación.
38. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los datos de un parámetro de pregunta.
39. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los parámetros de pregunta ingresados.
40. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar un parámetro de pregunta.

Gestión de requisitos por modalidad

41. El sistema deberá tener la posibilidad de ingresar los requisitos por modalidad indispensables para que un estudiante pueda estar en un proceso de titulación.
42. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar los requisitos ingresados.
43. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los requisitos ingresados.

Gestión de docentes

44. El sistema deberá tener la posibilidad de registrar un docente mediante su número de cedula registrado en el Oasis.

Gestión de anteproyectos

45. El sistema deberá tener la posibilidad de realizar una propuesta para el trabajo de titulación.
46. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar una propuesta para el trabajo de titulación.
47. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar una propuesta para el trabajo de titulación.
48. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las propuestas de trabajos de titulación solicitadas por los estudiantes para su aprobación por el docente destinatario.
49. El sistema deberá tener la posibilidad de que el docente y la comisión académica pueda aceptar o rechazar propuestas de trabajo de titulación de los estudiantes.
50. El sistema deberá tener la posibilidad de realizar una tutoría de un anteproyecto por parte del tutor.
51. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar una tutoría de anteproyecto.
52. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las tutorías del anteproyecto.
53. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar una tutoría de anteproyecto.
54. El sistema deberá tener la posibilidad de fijar fecha de defensa de anteproyecto una vez culminado.
55. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar fecha de defensa de anteproyecto una vez culminado.
56. El sistema deberá tener la posibilidad de asignar miembros al anteproyecto.
57. El sistema deberá tener la posibilidad de solicitar modificación de miembros de asignados al anteproyecto.
58. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar miembros asignados al anteproyecto.
59. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los miembros asignados a un anteproyecto.
60. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar miembros asignados al anteproyecto.

61. El sistema deberá tener la posibilidad de que los miembros asignados puedan evaluar el anteproyecto mediante los parámetros asignados.
62. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar una evaluación del anteproyecto realizada por los miembros de este.
63. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las evaluaciones del anteproyecto realizada por los miembros de este.
64. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar una evaluación del anteproyecto realizada por los miembros de este.

Gestión de trabajos de titulación

65. El sistema deberá tener la posibilidad de fijar fecha de defensa de trabajo de titulación una vez culminado.
66. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar fecha de defensa de trabajo de titulación.
67. El sistema deberá tener la posibilidad de asignar miembros al trabajo de titulación.
68. El sistema deberá tener la posibilidad de solicitar modificación de miembros de asignados al trabajo de titulación.
69. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar miembros asignados al trabajo de titulación.
70. El sistema deberá tener la posibilidad de listar los miembros asignados a un trabajo de titulación.
71. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar miembros asignados al trabajo de titulación.
72. El sistema deberá tener la posibilidad de que un estudiante pueda realizar una tutoría de trabajo de titulación con el director correspondiente.
73. El sistema deberá tener la posibilidad de que un estudiante pueda modificar una tutoría de trabajo de titulación.
74. El sistema deberá tener la posibilidad de que un estudiante pueda listar las tutorías de trabajo de titulación.
75. El sistema deberá tener la posibilidad de que un estudiante pueda eliminar una tutoría de trabajo de titulación.
76. El sistema deberá tener la posibilidad de matricular el trabajo de titulación en el periodo vigente.
77. El sistema deberá tener la posibilidad de modificar una matrícula del trabajo de titulación en un periodo.

78. El sistema deberá tener la posibilidad de listar las matriculas de trabajo de titulación en un periodo.
79. El sistema deberá tener la posibilidad de eliminar una matrícula del trabajo de titulación en un periodo.
80. El sistema deberá tener la posibilidad de que los miembros del trabajo de titulación puedan evaluar el trabajo de titulación mediante los parámetros asignados.
81. El sistema deberá tener la posibilidad de que los miembros del trabajo de titulación puedan modificar una evaluación del trabajo de titulación.
82. El sistema deberá tener la posibilidad de que los miembros del trabajo de titulación puedan listar las evaluaciones de un trabajo de titulación.
83. El sistema deberá tener la posibilidad de que los miembros del trabajo de titulación puedan eliminar una evaluación del trabajo de titulación.

Gestión de configuración

84. El sistema deberá tener la posibilidad de asignar modos de titulación a una unidad académica en un periodo determinado.
85. El sistema deberá tener la posibilidad modificar modos de titulación de una unidad en un periodo.
86. El sistema deberá tener la posibilidad de subir documentos para el proceso que se desee.
87. El sistema deberá tener la posibilidad de generar documentos con firmas digitales para validar la autoría de este.
88. El sistema deberá tener la posibilidad de validar firmas digitales para verificar la autoría de esta y pueda ser un documento válido.

Reportes

89. Reporte de docentes.
90. Reporte de estudiantes.
91. Reportes de decanato.
92. Reporte de administrador de escuela.
93. Reporte de vicedecanato.

Para el desarrollo del sistema informático se han identificado 93 requerimientos funcionales organizados en 15 categorías y han sido aprobados por el usuario.

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales del sistema informático SGTT especifican las propiedades del software y se dividen en 2 categorías Requerimientos del Producto y Organizacionales, de estas 2 categorías la aplicación cumplirá los siguientes requerimientos:

- **Requerimientos del Producto.** - Los requerimientos que se especifican en esta categoría permiten cualificar el comportamiento del sistema por lo tanto se definen requerimientos funcionalidad y fiabilidad, así como cumplir el criterio de la W3C de universalidad de aplicaciones web.
- **Requerimientos Organizacionales.** - Estos requerimientos permiten definir el producto de acuerdo a los parámetros y lineamientos que se encuentran constituidos en la empresa solicitante.

Se ha identificado 2 requerimientos no funcionales para el desarrollo de la aplicación, de los cuales se han detallado características en base al producto y a la organización en este caso CIMOGSYS, lo cual permite realizar los procesos de titulación fiablemente para el usuario final.

El conjunto de requerimientos en los cuales se basa el sistema SGTT permitirá disminuir riesgos o de alguna manera poder tener una guía en el caso que se presente alguna anomalía. Se identifica 95 requerimientos entre ellos 93 funcionales y 2 no funcionales.

2.5.2. Estimación

La estimación permite a los desarrolladores y a la empresa solicitante del sistema SGTT identificar la viabilidad en cuanto a cantidad de tiempo y recursos necesarios para la ejecución de este. Inicialmente una vez recopilados los requerimientos se procede al estudio de estimación para declarar al proyecto viable o no, y de esta manera evitar llevar el trabajo al fracaso.

La estimación se realizó en base a puntos de función donde se debe separar los requerimientos en entradas, salidas y consultas. De los 93 requerimientos, se han obtenido 65 entradas, 14 salidas, 14 consultas de las cuales existen 27 entradas con dificultad alta, 21 entradas con dificultad media y 19 bajas, 3 salidas altas, 2 salidas medias y 7 bajas, 14 consultas altas; la dificultad asignada a

cada requerimiento ha sido identificada por el equipo de desarrollo en base a la experiencia en trabajos de desarrollo de software anteriores.

El método seleccionado para estimar esfuerzo, costo y tiempo fue mediante puntos de función junto al lenguaje de programación orientado a objetos que se ha empleado en el desarrollo. Se obtuvo 438 puntos de función totales que representa 12829 líneas de código obtenido en el software de estimación COCOMO II que se lo puede evidenciar en el Anexo A Manual Técnico.

Se ha estimado un total de 12829 líneas de código, un salario de 600 dólares americanos a los integrantes del equipo, un factor de esfuerzo de 44.2 y un riesgo calculado por el modelo de 1.7, se ha tomado los valores en el caso realista ya que es más confiable para la realización de un proyecto. Según los valores de la estimación realista se obtiene los siguientes valores, esfuerzo 44.2 personas por mes, duración de 11.9 meses, productividad de 290 líneas de código por persona mes, costo de 22103.42 dólares americanos y un equipo de 3.7 personas, pero el equipo está conformado por dos personas entonces se realiza una reestimación como se observa a continuación:

En COCOMO la fórmula para estimar las personas necesarias en el equipo es:

$$\text{Personas Estimadas} = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Tiempo de Desarrollo Estimado}}$$

Donde, al despejar el tiempo de desarrollo, conociendo las personas reales en el equipo, tenemos:

$$\text{Tiempo de Desarrollo Real} = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Personas Reales en el Equipo}}$$

Donde el esfuerzo es constante y las personas que integran el equipo son 2, por lo tanto:

$$\text{Tiempo de Desarrollo Real} = \frac{44.2}{2}$$
$$\text{Tiempo de Desarrollo Real} = 22,1 \text{ meses}$$

La duración del desarrollo del proyecto real sería de 22,1 meses manteniendo los demás valores iguales, una vez realizada esta variación se recomienda seguir con el estudio de factibilidad.

2.5.3. Estudio de Factibilidad

CIMOGSYS como solicitante del sistema informático necesita conocer la factibilidad de desarrollo para poder estimar en costos, recursos y personal. El estudio de factibilidad le permite tomar una decisión de acuerdo a la viabilidad del proyecto para lo cual se realiza: factibilidad técnica, económica y operativa.

Factibilidad Técnica

El estudio técnico realiza un análisis del hardware (servidores, computadores), software (herramientas de desarrollo, licencias de software) y personal necesario para la realización del proyecto, para el desarrollo del sistema informático se han definido los siguientes recursos:

Tabla 8-2: Hardware Requerido

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
1	Servidor Web	Servidor Cimogsys
2	Computadores	Hp Core i7, personales

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El hardware requerido en la Tabla 8-2 es un descriptivo del equipo mínimo que se necesita para el desarrollo e implementación del sistema informático, donde es imprescindible un servidor web donde se alojarán el sistema informático, la base de datos y los servicios web. El servidor es propio de CIMOGSYS.

Tabla 9-2: Software Requerido

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	LICENCIA
Netbeans IDE	IDE de desarrollo con soporte HTML 5, SASS, REST FULL, Javascript.	GPL
GlashFish – Payara	Implementa las tecnologías definidas en la plataforma Java EE y permite ejecutar aplicaciones que siguen esta especificación	Licencia Pública General de GNU
EJBCA	Enterprise Java Beans Certificate Authority , o EJBCA , es un paquete de software de autoridad certificadora de infraestructura de clave pública de software (PKI) mantenido.	Licencia Pública General de GNU Menor.
Google Chrome	Navegador web para pruebas de aplicaciones web responsivas.	Creative Commons

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El software requerido en la Tabla 9-2 son herramientas de apoyo al desarrollador para la creación del sistema informático, Netbeans permite desarrollar el sistema informático, así también permite

crear las interfaces web con HTML5, CSS y JavaScript que son los lenguajes de maquetación y programación, GlashFish Payara es un servidor que utiliza Netbeans para compilar Rest Full , EJBCA es una entidad certificadora que se utiliza para la generación de certificados digitales, Google Chrome es el navegador para mostrar funcionalidades y realizar pruebas; todas las herramientas poseen licencias libres con lo que se encuentran disponibles para los desarrolladores permitiendo así la factibilidad de sistema.

Tabla 10-2: Personal Técnico Requerido

FORMACIÓN	FUNCIÓN	EXPERIENCIA
Ingeniero en Sistemas Informáticos	Scrum Master	Conocimiento y manejo de metodologías de desarrollo de software, facilidad para trabajar con grupos de personas, experiencia en dirección de proyectos de software.
Ingeniero en Sistemas Informáticos	Desarrollador	Desarrollo de aplicaciones web, conocimiento del lenguaje Java para desarrollo de servicios web.
Ingeniero en Diseño Gráfico	Diseñador	Desarrollo y maquetación de interfaces.

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

En el personal requerido en la Tabla 10-2 para el proyecto son necesarios 1 Scrum Master que dirija la realización del proyecto y su metodología, 1 diseñador gráfico que genere las interfaces que usará la aplicación web enmarcada en los lineamientos de imagen del centro y la facultad, 2 desarrolladores para la realización de interfaces e implementación de requerimientos. En el centro no existen profesionales formados como Ingenieros en Sistemas Informáticos es por esto que el equipo de desarrollo conformado por las señoritas estudiantes Mariana Ponce y Mariana Ponce (tesistas) de la Facultad de Informática y Electrónica han sido designados para la creación de la aplicación web además cumplen con los requisitos de experiencia detallados.

Según el análisis realizado al hardware, software y personal requeridos y necesarios para el desarrollo del sistema, se concluye que la factibilidad técnica es viable ya que se dispone de los mismos.

Factibilidad Económica

El recurso económico en el desarrollo del sistema informático es de vital conocimiento para la empresa o entidad solicitante ya que la remuneración a los involucrados, la compra de insumos, la contratación de herramientas, deben ser estimadas antes de poner en marcha el desarrollo del sistema para proyectar que económicamente el proyecto no fracase durante el tiempo estimado.

Tabla 11-2: Factibilidad Económica

Descripción	Tipo de Costo	Cantidad	Costo Unitario	Tiempo (meses)	Costo Total
Desarrollador	Costos de Desarrollo	2	600,00	22	13200,00
Diseñador Gráfico		1	500,00	2	1000,00
Servicio de Internet		1	25,00	22	550,00
Insumos		1	25,00	22	550,00
Total					15300,00

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se han determinado los costos necesarios según el detalle de la Tabla 11-2 para el desarrollo de la aplicación que consisten en costos de personal y de servicio de internet, costos que suman 15.300,00 dólares americanos, los desarrolladores son contratados durante todo el proyecto gastos incluidos en el costo del sistema informático estimado por COCOMO y la diseñadora gráfica es contratada en la fase inicial del proyecto durante dos meses, los costos son asumidos por cada miembro del equipo por lo que se declara factible económicamente el proyecto.

Personas y Roles

La metodología utilizada para el desarrollo del sistema SGTT es la metodología Scrum, en la cual el equipo de desarrollo está conformado por personas específicas y necesarias para que el sistema informático tenga la aceptación idónea en el ambiente de producción y la funcionalidad requerida para el proceso a automatizar; de esta manera construir un sistema informático de calidad.

Tabla 12-2: Equipo Scrum

PERSONAS	ROL	FUNCIONES
Rector de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Product Owner	Aportar los recursos necesarios para el desarrollo y ejecución del proyecto.
Ing. Geovanny Alarcón	Stake Holder	Clientes directos del sistema que aportan con conocimientos acerca del proceso.
Ing. Jorge Menéndez Ing. Germania Veloz	Scrum Master	Persona que lidera al equipo guiándolo para que cumpla las reglas y procesos de la metodología.
Mariana Ponce Myriam Rojas	Developers	Se encargan del desarrollo de la aplicación.

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Los integrantes y roles del proyecto detallados en la Tabla 12-2, han sido identificados en base a la metodología SCRUM siendo un total de 6 personas, Product Owner es quien aporta con el financiamiento del producto en este caso se ve representado en la Figura del Rector de la ESPOCH, el cliente emitirá los requerimientos que debe cumplir la aplicación web, la diseñadora gráfica para la creación de las interfaces, puesto que en el centro de investigación se maneja un criterio de identidad corporativa, los desarrolladores quienes realizarán la aplicación y el Scrum Master quien asegura el cumplimiento de la metodología, se encarga de la realización de las reuniones de trabajo y solucionar los problemas que se presentaren en el transcurso del proyecto.

Una vez analizada la factibilidad técnica, económica y operativa se ha determinado que en cada una de ellas el proyecto es factible y puede realizarse ya que se posee o se pueden gestionar las herramientas, infraestructura, software y equipos, el costo del personal es asumido por el equipo de desarrollo y existe el personal operativo para administrar la aplicación por lo que se declara que el proyecto se puede realizar y se procede a la planificación del desarrollo del sistema informático.

2.5.4. Planificación

La planificación de las actividades a realizar es una de las etapas más importantes en un proyecto informático, según la metodología SCRUM se deben definir dos productos de la planificación el Product Backlog y el Sprint Backlog, el primero es un listado de historias de usuario a realizar priorizadas en nivel de importancia para el usuario y el sprint Backlog es la planificación de cuantas historias de usuario serán realizadas por iteración, para realizar estos productos se necesita emplear un método de estimación que para el proyecto se empleará el método de las tallas de la camiseta.

Las tallas de la camiseta ejemplifican la vida real por lo que su medición será basada en las letras: S, M, L, XL cada talla significará una duración en el tamaño del sprint o una fracción de este, para estimar la duración de un sprint se empleará la talla L que son 20 puntos estimados de trabajo realizados en una semana, cada punto estimado se medirá en 2 horas de trabajo, de tal manera que la talla M significarán 10 puntos estimados, la talla S significarán 5 puntos estimados y la talla XL significará 40 puntos estimados, de esta manera será mucho más fácil realizar la estimación de duración del proyecto.

Para definir el Product Backlog se empleará la especificación de requerimientos realizada, estos requerimientos serán transformados a historias de usuario, serán priorizados y se realizará una estimación de su duración, no obstante la aplicación no solo consta de las historias de usuario sino que también posee historias técnicas del sistema como el estándar de codificación, el diseño de la arquitectura de la aplicación entre otras todas estas historias de usuario e historias técnicas han sido organizadas y priorizadas de la siguiente manera:

Tabla 13-2: Product Backlog

ID	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD	ESTIMACIÓN
HT1	Diseño del estándar de codificación	ALTA	16
HT2	Diseño del estándar de interfaz de usuario	ALTA	16
HT3	Diseño de la Base de Datos	ALTA	16
HU1	Autenticación de usuario	ALTA	32
HU2	Ingresar un estudiante	ALTA	16
HU3	Ingresar un usuario	ALTA	16
HU4	Ingresar un período académico	ALTA	16
HU5	Ingresar un modo de titulación	ALTA	16
HU6	Ingresar un tipo de unidad	ALTA	16
HU7	Ingresar un tipo de miembro	ALTA	16
HU8	Ingresar una unidad	ALTA	16
HU9	Ingresar tipo de documento	ALTA	16
HU10	Ingresar un catálogo de preguntas	ALTA	16
HU11	Ingresar una pregunta	ALTA	16
HU12	Ingresar un parámetro de pregunta	ALTA	8
HU13	Asignar modos de titulación a una unidad en un período	ALTA	16
HU14	Realizar una propuesta para el trabajo de titulación (Elegir modo de titulación, tutor, y el compañero en el período actual.)	ALTA	16
HU15	Listar propuestas solicitadas al docente	ALTA	8
HU16	Aprobar o Rechazar propuestas solicitadas por el estudiante	ALTA	8
HU17	Realizar una tutoría de un anteproyecto	ALTA	16
HU18	Fijar fecha de defensa (Anteproyecto, Trabajo de titulación).	ALTA	8
HU19	Asignar miembros al anteproyecto.	ALTA	16
HU20	Asignar miembros al trabajo de titulación.	ALTA	16
HU21	Realizar una tutoría en la que se subirá el archivo y comentario del trabajo de titulación	ALTA	32
HU22	Realizar matrícula de trabajo de titulación en un periodo.	ALTA	32
HU23	Realizar una evaluación del trabajo de titulación.	ALTA	32
HU24	Subir documentos sin firma digital.	ALTA	32
HU25	Generar documentos con firma digital.	ALTA	32
HU26	Validar una firma digital.	ALTA	64
HU27	Modificar un estudiante	MEDIA	8

HU28	Modificar un usuario	MEDIA	8
HU29	Modificar un modo de titulación	MEDIA	8
HU30	Modificar un tipo de documento	MEDIA	8
HU31	Modificar una pregunta	MEDIA	8
HU32	Modificar un período	MEDIA	8
HU33	Modificar un tipo de unidad	MEDIA	8
HU34	Modificar un catálogo de preguntas	MEDIA	8
HU35	Modificar una unidad	MEDIA	8
HU36	Modificar un tipo de miembro	MEDIA	8
HU37	Modificar modos de titulación de una unidad de un período	MEDIA	8
HU38	Modificar una propuesta para el trabajo de titulación	MEDIA	8
HU39	Modificar una tutoría del anteproyecto.	MEDIA	8
HU40	Modificar una tutoría del trabajo de titulación	MEDIA	8
HU41	Solicitar modificación de los miembros del anteproyecto	MEDIA	8
HU42	Solicitar modificación de los miembros del trabajo de titulación	MEDIA	8
HU43	Modificar asignación de miembros del anteproyecto.	MEDIA	8
HU44	Modificar asignación de miembros del trabajo de titulación.	MEDIA	8
HU45	Modificar matriculación de trabajo de titulación en un periodo.	MEDIA	8
HU46	Modificar una evaluación del trabajo de titulación.	MEDIA	8
HU47	Modificar una evaluación del anteproyecto	MEDIA	16
HU48	Eliminar un tipo de unidad	BAJA	4
HU49	Listar tipos de unidad	BAJA	4
HU50	Eliminar un tipo de documento	BAJA	4
HU51	Listar tipos de documento	BAJA	4
HU52	Eliminar modos de titulación de una unidad de un período	BAJA	4
HU53	Listar modos de titulación asignados a una unidad	BAJA	4
HU54	Eliminar un catálogo de preguntas	BAJA	4
HU55	Listar catálogos de preguntas	BAJA	4
HU56	Eliminar una pregunta	BAJA	4
HU57	Listar preguntas	BAJA	4
HU58	Listar tipos de documentos	BAJA	4
HU59	Eliminar tipos de documentos	BAJA	4
HU60	Eliminar un parámetro de pregunta	BAJA	4
HU61	Listar parámetros de pregunta	BAJA	4
HU62	Eliminar un tipo de miembro	BAJA	4
HU63	Listar tipos de miembros	BAJA	4
HU64	Eliminar un modo de titulación	BAJA	4
HU65	Listar modos de titulación	BAJA	4
HU66	Eliminar una unidad	BAJA	4
HU67	Listar una unidad	BAJA	4
HU68	Eliminar una tutoría del anteproyecto.	BAJA	4
HU69	Listar una tutoría del anteproyecto.	BAJA	4

HU70	Eliminar la propuesta si aún no se ha realizado ninguna acción.	BAJA	4
HU71	Listar propuestas realizadas del estudiante	BAJA	4
HU72	Eliminar asignación de miembros del anteproyecto	BAJA	4
HU73	Listar asignación de miembros del anteproyecto	BAJA	4
HU74	Eliminar una evaluación del anteproyecto.	BAJA	4
HU75	Listar una evaluación del anteproyecto.	BAJA	4
HU76	Eliminar asignación de miembros del trabajo de titulación.	BAJA	4
HU77	Listar asignación de miembros del trabajo de titulación.	BAJA	4
HU78	Eliminar matriculación de trabajo de titulación en un periodo.	BAJA	4
HU79	Listar matriculación de trabajo de titulación en un periodo.	BAJA	4
HU80	Eliminar una evaluación del trabajo de titulación.	BAJA	4
HU81	Listar una evaluación del trabajo de titulación.	BAJA	4
HU82	Eliminar documentos.	BAJA	4
HU83	Listar documentos.	BAJA	4
HU84	Eliminar un estudiante	BAJA	4
HU85	Listar estudiantes	BAJA	4
HU86	Eliminar un período	BAJA	4
HU87	Listar períodos	BAJA	4
HU88	Reportes Administrativos	BAJA	16
HU89	Reportes de Docentes	BAJA	16
HU90	Reportes de Estudiantes	BAJA	16
HU91	Reportes de Decanato	BAJA	16
HU92	Reportes de Unidad de Titulación	BAJA	8
HU93	Reportes de Vicedecanato	BAJA	8
HT4	Manual Técnico	ALTA	80
HT5	Manual de usuario	ALTA	80
HT6	Despliegue del sistema en el servidor	ALTA	64
HT7	Capacitación a usuarios finales	ALTA	64
	TOTAL DE PUNTOS ESTIMADOS		1248

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Como se puede apreciar en la Tabla 13-2 las Historias de Usuario así como las historias técnicas del sistema se han organizado por su nivel de prioridad así como se les ha asignado una estimación en base al método de la talla de la camiseta, se han organizado 93 Historias de Usuario las cuales están identificadas por un código que consiste de la letra “H” más un número de la siguiente manera H1, también se han organizado 7 Historias Técnicas y su codificación se rige a las letras “HT” más un número por ejemplo HT1, en total se tienen 7 historias técnicas con prioridad alta asignadas por los desarrolladores, se tienen 47 historias de usuario de prioridad baja 20 historias de usuario con prioridad media y 26 historias de prioridad alta, prioridad que ha sido asignada por el cliente.

Estas historias de usuario nos permiten administrar los requerimientos del usuario y deben ser planificadas en los distintos sprints como fruto de esta planificación realizada se obtiene el Sprint Backlog, Tabla 14-2. Las historias de usuario se evidencian en el Anexo A Manual Técnico.

Tabla 14-2: Sprint Backlog

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DIAS	INICIO	FIN	RESPONSABLE
Aplicación Gestión Trabajo de Titulación	78	13/03/17	28/06/17	
Sprint 1	10	13/03/17	24/03/17	
HT1 Diseño del estándar de codificación		13/03/17	14/03/17	Mariana Ponce
HT2 Diseño del Estándar de interfaz		13/03/17	14/03/17	Myriam Rojas
HT3 Diseño de la base de datos		15/03/17	16/03/17	Mariana Ponce
HU1 Autenticación de usuario		15/03/17	20/03/17	Myriam Rojas
HU2 Ingresar un estudiante		17/03/17	20/03/17	Mariana Ponce
HU3 Ingresar un usuario		21/03/17	22/03/17	Myriam Rojas
HU4 Ingresar un periodo		21/03/17	22/03/17	Mariana Ponce
HU5 Ingresar un modo de titulación		23/03/17	24/03/17	Myriam Rojas
HU6 Ingresar un tipo de unidad		23/03/17	24/03/17	Mariana Ponce
Sprint 2	10	27/03/17	07/04/17	
HU7 Ingresar un tipo de miembro		27/03/17	28/03/17	Myriam Rojas
HU8 Ingresar una unidad		27/03/17	28/03/17	Mariana Ponce
HU9 Ingresar un tipo de documento		29/03/17	30/03/17	Myriam Rojas
HU10 Ingresar un catálogo de preguntas		29/03/17	30/03/17	Mariana Ponce
HU11 Ingresar una pregunta		31/03/17	03/04/17	Myriam Rojas
HU12 Asignar modos de titulación a una unidad en un periodo		31/03/17	03/04/17	Mariana Ponce
HU13 realizar una propuesta para el trabajo de titulación		04/04/17	05/04/17	Myriam Rojas
HU14 Listar propuestas solicitadas al docente		04/04/17	04/04/17	Mariana Ponce
HU15 Aprobar o rechazar propuestas solicitadas por el estudiante		05/04/17	05/04/17	Mariana Ponce
HU16 Realizar tutoría del anteproyecto		06/04/17	07/04/17	Myriam Rojas
HU17 Fijar fecha de defensa		06/04/17	06/04/17	Mariana Ponce
HU18 Ingresar parámetro de pregunta		07/04/17	07/04/17	Mariana Ponce
Sprint 3	10	10/04/17	21/04/17	
HU19 Asignar miembros al anteproyecto		10/04/17	11/04/17	Myriam Rojas
HU20 Asignar miembros al trabajo de titulación		10/04/17	11/04/17	Mariana Ponce
HU21 Realizar tutoría del trabajo de titulación		12/04/17	17/04/17	Myriam Rojas
HU22 Realizar matrícula del trabajo de titulación en un periodo		12/04/17	17/04/17	Mariana Ponce
HU23 Realizar una evaluación del trabajo de titulación		18/04/17	21/04/17	Myriam Rojas
HU24 Subir documentos		18/04/17	21/04/17	Mariana Ponce
Sprint 4	10	24/04/17	05/05/17	
HU25 Generar documentos con firmas digitales		24/04/17	27/04/17	Myriam Rojas

HU26 Validar una firma digital		24/04/17	03/05/17	Mariana Ponce
HU27 Modificar un estudiante		24/04/17	24/04/17	Myriam Rojas
HU28 Modificar un usuario		25/04/17	25/04/17	Myriam Rojas
HU29 Modificar un modo de titulación		26/04/17	26/04/17	Myriam Rojas
HU30 Modificar un tipo de documento		27/04/17	27/04/17	Myriam Rojas
HU31 Modificar una pregunta		28/04/17	28/04/17	Myriam Rojas
HU32 Modificar un periodo		01/05/17	01/05/17	Myriam Rojas
HU33 Modificar un tipo de unidad		02/05/17	02/05/17	Myriam Rojas
HU34 Modificar un catálogo de preguntas		03/05/17	03/05/17	Myriam Rojas
HU35 Modificar una unidad		04/05/17	04/05/17	Mariana Ponce
HU36 Modificar un tipo de miembro		04/05/17	04/05/17	Myriam Rojas
HU37 Modificar modos de titulación de una unidad en un periodo		05/05/17	05/05/17	Mariana Ponce
HU38 Modificar una propuesta para el trabajo de titulación		05/05/17	05/05/17	Myriam Rojas
Sprint 5	10	08/05/17	19/05/17	
HU39 Modificar una tutoría de anteproyecto		08/05/17	08/05/17	Myriam Rojas
HU40 Modificar una tutoría del trabajo de titulación		08/05/17	08/05/17	Mariana Ponce
HU41 Solicitar modificación de los miembros del anteproyecto		09/05/17	09/05/17	Myriam Rojas
HU42 Solicitar modificación de los miembros del trabajo de titulación		09/05/17	09/05/17	Mariana Ponce
HU43 Modificación de los miembros del anteproyecto		10/05/17	10/05/17	Myriam Rojas
HU44 Modificación de los miembros del trabajo de titulación		10/05/17	10/05/17	
HU45 Modificar matriculación del trabajo de titulación en un periodo		11/05/17	11/05/17	Myriam Rojas
HU46 Modificar una evaluación del anteproyecto		11/05/17	12/05/17	Mariana Ponce
HU47 Modificar una evaluación del trabajo de titulación		12/05/17	12/05/17	Myriam Rojas
HU48_49 Listar y eliminar un tipo de unidad		15/05/17	15/05/17	Mariana Ponce
HU50_51 Listar y eliminar documentos		15/05/17	15/05/17	Myriam Rojas
HU52_53 Listar y eliminar modos de titulación asignados a una unidad		16/05/17	16/05/17	Mariana Ponce
HU54_55 Listar y eliminar un catalogo		16/05/17	16/05/17	Myriam Rojas
HU56_57 Listar y eliminar una pregunta		17/05/17	17/05/17	Mariana Ponce
HU58_59 Listar y eliminar tipos de documento		17/05/17	17/05/17	Myriam Rojas
HU60_61 Listar y eliminar parámetros de preguntas		18/05/17	18/05/17	Mariana Ponce
HU62_63 Listar y eliminar un tipo de miembro		18/05/17	18/05/17	Myriam Rojas
HU64_65 Listar y eliminar un modo de titulación		19/05/17	19/05/17	Mariana Ponce
HU66_67 Listar y eliminar una unidad		19/05/17	19/05/17	Myriam Rojas
Sprint 6	10	22/05/17	02/06/17	
HU68_69 Listar y eliminar una tutoría del anteproyecto		22/05/17	22/05/17	Mariana Ponce
HU70_71 Listar y eliminar una propuesta		22/05/17	22/05/17	Myriam Rojas
HU72_73 Listar y eliminar asignación de miembros del anteproyecto		23/05/17	23/05/17	Mariana Ponce

HU74_75 Listar y eliminar una evaluación del anteproyecto		23/05/17	23/05/17	Myriam Rojas
HU76_77 Listar y eliminar asignación de miembros del trabajo de titulación		24/05/17	24/05/17	Mariana Ponce
HU78_79 Listar y eliminar matriculación de trabajos de titulación en un periodo		24/05/17	24/05/17	Myriam Rojas
HU80_81 Listar y eliminar una evaluación del trabajo de titulación		25/05/17	25/05/17	Mariana Ponce
HU82_83 Listar y eliminar documentos con firma		25/05/17	25/05/17	Myriam Rojas
HU84_85 Listar y eliminar un estudiante		26/05/17	26/05/17	Mariana Ponce
HU86_87 Listar y eliminar un periodo		26/05/17	26/05/17	Myriam Rojas
HU88 Reportes administrativos		29/05/17	30/05/17	Mariana Ponce
HU89 Reportes de docente		29/05/17	30/05/17	Myriam Rojas
HU90 Reportes de estudiante		31/05/17	01/06/17	Mariana Ponce
HU91 Reportes de decano		31/05/17	01/06/17	Myriam Rojas
HU92 Reportes unidad de titulación		02/06/17	02/06/17	Mariana Ponce
HU93 Reportes de Vicedecanato		02/06/17	02/06/17	Myriam Rojas
Sprint 7	10	05/06/17	16/06/17	
HT4 Manual Técnico		05/06/17	16/06/17	Myriam Rojas
HT5 Manual de usuario		05/06/17	16/06/17	Mariana Ponce
Sprint 8	8	19/06/17	28/06/17	
HT6 Despliegue del sistema en el servidor		19/06/17	28/06/17	Mariana Ponce
HT7 Capacitación a usuarios finales		19/06/17	28/06/17	Myriam Rojas

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

En la Tabla 14-2 se puede apreciar cómo han sido organizadas las historias en 8 Sprints los mismos que tienen una duración de 10 días o el equivalente a la Talla L de la camiseta con una estimación de 80 puntos, a cada historia de usuario se le ha asignado un nombre (Consta en cada actividad a realizarse), una fecha de inicio y una fecha de culminación de cada historia de usuario, así como un responsable de su realización.

El equipo de trabajo está constituido por dos personas, entonces 10 días de un Sprint es igual a 80 horas de esfuerzo y se obtiene 78 días de desarrollo con un total de 624 horas de trabajo para cada integrante, una vez realizada la planificación se procede al desarrollo del Sistema de Trabajos de Titulación.

Los puntos estimados que se encuentran en la Tabla 13-2 expresan un total de 1248 puntos de estimación divididos en 8 sprints, cada sprint consta de 80 puntos para su desarrollo. La recopilación de esfuerzo en el desarrollo de cada sprint produce alcanzar las historias de usuario planificadas en un tiempo determinado, en este caso 10 días con una duración de 8 horas al día.

Cada punto de estimación representa una hora de trabajo, es decir, en una semana se trabaja 40 horas.

El desarrollo del software ha sido simplemente con los conocimientos adquiridos y la investigación conjunta del equipo de trabajo, el software es independiente no parte de algún otro software ya implementado, únicamente parte del proceso realizado entre estudiantes y autoridades.

2.5.5. Arquitectura del Sistema

Es un ente importante en la implantación del sistema, ya que debe estar diseñada de acuerdo a las necesidades del usuario. El enfoque que se ha dispuesto para la arquitectura de este sistema es cliente – servidor, ya que los usuarios serán los encargados de utilizar el sistema desde distintos puntos mediante un navegador web, mientras que el servidor es la fuente de respuestas a las solicitudes de los usuarios. la arquitectura de la aplicación está desarrollada según el modelo de arquitectura MVC, con tecnología restFull en el manejo de controladores.

Además, el sistema consume información del sistema académico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y verifica certificados para los usuarios finales del sistema.

En la figura 2-2 se puede apreciar la arquitectura implantada en el sistema de gestión de trabajos de titulación.

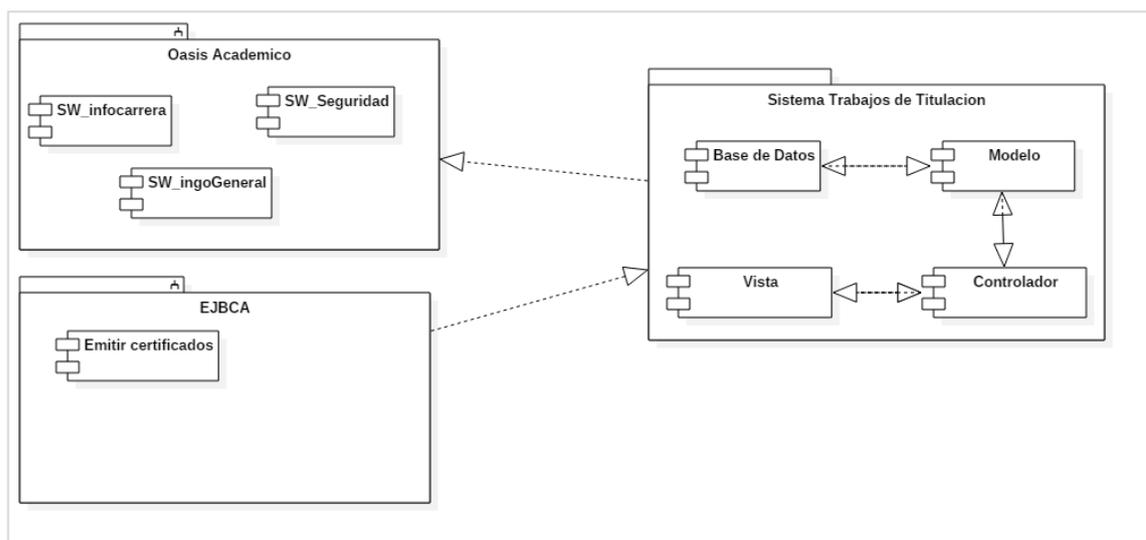


Figura 2-1: Arquitectura del sistema
Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

2.5.6. Diseño de la Base de Datos

Principalmente, uno de los pilares del sistema, es la base de datos ya que se parte de su diseño para la arquitectura y construcción de las funcionalidades del sistema; en la figura 3-2 se encuentra el modelo conceptual de la base de datos donde se aprecia las entidades con sus respectivas relaciones.

Las entidades más destacadas son principalmente `t_mod_titulacion`, `t_proyecto` y `t_examen_complexivo` ya que todas las demás entidades intervienen o están relacionadas de alguna manera con estas, ya que un Estudiante(`t_estudiante`) escoge una modalidad (`t_modalidad`) ya sea Proyecto o Examen Complexivo, un docente (`t_docente`) pueden ser Tutor, Miembro del Tribunal, Presidente del Tribunal o Delegado de un Proyecto o Examen Complexivo a la vez que pueden realizar evaluaciones(`t_evaluacion`) a un estudiante(`t_estudiante`) generando Oficios, Actas de Calificaciones y otros documentos(`t_documento`), Un estudiante pertenece a una determinada Carrera(`t_carrera`), una Carrera a una Escuela(`t_escuela`) y una Escuela a una Facultad (`t_facultad`).

MODELO ENTIDAD RELACION SGTT

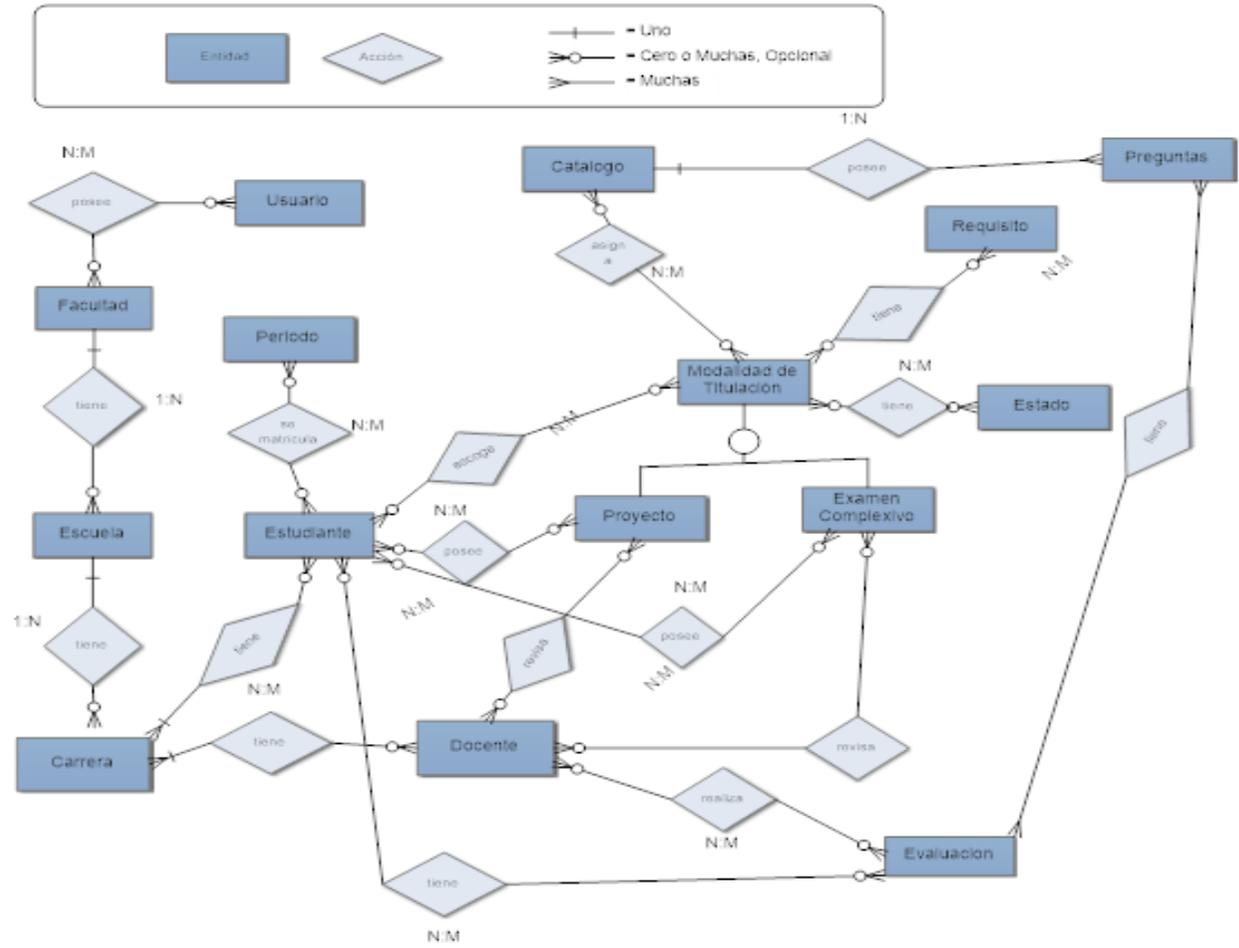


Figura 3-2: Diseño entidad relación de la base de datos
 Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Además, las tareas de ingeniería de esta historia de usuario generan varios entregables al usuario como el diccionario de datos que se encuentra en el manual técnico entregado a CIMOGSYS, ver Anexo A Manual Técnico.

2.5.7. Codificación

La codificación del sistema, donde cada sprint está compuesto de historias de usuario para ser analizadas, codificadas y comprobadas mediante sus respectivas tareas de ingeniería y pruebas de aceptación. Cada una de estas funcionalidades descritas en historias de usuario deben ser alojadas en el servidor para ser probado por las autoridades, docentes y estudiantes de la institución.

El sistema está estructurado en tres componentes: el modelo donde se trabaja con los datos, mismo que contiene mecanismos para acceder a la información y también para actualizar su estado. Los datos los tenemos habitualmente en una base de datos, por lo que en los modelos tendremos todas las funciones que accederán a las tablas y harán los correspondientes selects, updates, inserts, etc., la vista contiene el código que va a producir la visualización de las interfaces de usuario, o sea, el código que nos permitirá renderizar los estados de nuestra aplicación, en las vistas nada más tenemos los códigos HTML que nos permite mostrar la salida y el controlador tiene el código necesario para responder a las acciones que se solicitan en la aplicación, permitiendo de esta forma un enlace entre las vistas y los modelos, respondiendo a los mecanismos que puedan requerirse para implementar las necesidades de nuestra aplicación.

Como producto de la ejecución se obtuvo el Producto Final, es decir todo el sistema SGTT completamente desarrollado y funcional, entregado a CIMOGSYS como consta en documento de entregables Anexo A, cuenta con 11312 de líneas de código JAVA, 14076 de código javascript, 2048 de css, con un total de 27 436 líneas de código, con 104 vistas, 21 controladores, 28 modelos, 1 archivo de hoja de estilo, 61 ajax y 20 archivos de test. La aplicación tiene un tamaño del 116 MB en disco.

Cada una de las Historias de Usuario planificadas han sido ejecutadas obteniendo las respectivas Tareas de Ingeniería y de estas las Pruebas de Aceptación siguiendo así la metodología SCRUM.

2.5.8. Implementación del sistema

La implementación del sistema se ha realizado en el servidor de Cimogsys y ha sido alimentado con información de procesos de titulación de los estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica, se generó diferentes reportes de vital importancia para agilizar el proceso de titulación. Para el uso de firmas digitales se implementó de manera local la entidad certificadora EJBCA para la emisión de los certificados auténticos a cada autoridad, docente y estudiante activo dentro de la institución.

2.5.9. Gestión del Proyecto

Como parte de la metodología se utiliza la herramienta BurnDown Chart con el objetivo de detectar inconvenientes o anomalías causadas en el proceso de desarrollo del sistema de gestión de trabajo de titulación.

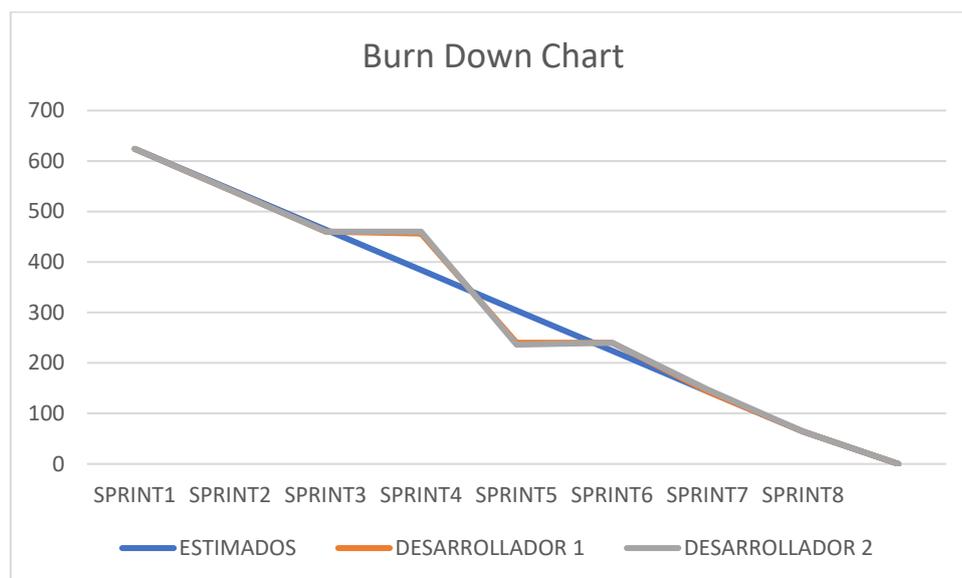


Gráfico 2-1: BurnDown Chart
Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

En el gráfico 2-2 se puede apreciar el avance general del proyecto, así como el esfuerzo restante después de cada uno de los Sprints, el esfuerzo pendiente se representa en el eje vertical en puntos de función mientras que el eje horizontal contiene cada uno de los Sprint.

CAPITULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos de la investigación para ser tratada mediante técnicas y métodos estadísticos que permite medir el comportamiento del tiempo en los dos experimentos analizados, con el objetivo de *determinar el impacto del sistema de automatización del proceso de titulación de las unidades académicas en los tiempos de generación de información de los procesos de titulación.*

La recolección de información de tiempos sin el uso de sistema informático, se realizó entre el 20 y 23 de enero de 2018, en el edificio de la Facultad de Informática y Electrónica, recopilando así 12 entrevistas a las autoridades, 28 encuestas a los docentes, 10 docentes de escuela de Ingeniería en Sistemas, 7 de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, 5 de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes y 6 de Diseño Gráfico y 78 estudiantes, 25 pertenecen a la escuela de Ingeniería en Sistemas, 14 Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, 18 a Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, y 21 a Diseño Gráfico.

La toma de datos con el uso del sistema informático se ejecutó el día viernes 23 de febrero de 2018 con el sistema que se implementó en el servidor CIMOGSYS, y fue alimentado con datos del periodo académico vigente disponible en secretaria del vicedecanato.

Para obtener la diferencia significativa de los promedios de los tiempos que se obtuvieron entre experimento I y el experimento II, para lo cual se decide utilizar la prueba no paramétrica de comparación de medias Wilcoxon. La prueba tiene dos análisis previos para ser aplicada: que sea libre de curva, es decir, no necesita una distribución específica y el nivel ordinal de la variable.

Decisiones para seleccionar la prueba de Wilcoxon

- Es un problema de comparación
Variable 1: Tiempo en la generación de información del proceso de titulación sin el uso del sistema.

Variable 2: Tiempo en la generación de información del proceso de titulación con el uso del sistema.

Cada una de las variables representan el promedio de los siguientes tiempos:

\bar{t}_{R1} = Tiempo promedio en obtener lista de trabajos de titulación que hayan sido culminados.

\bar{t}_{R2} = Tiempo promedio en obtener lista de trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad.

\bar{t}_{R3} = Tiempo promedio en obtener lista de trabajos de titulación por estado en un periodo académico.

\bar{t}_{R4} = Tiempo promedio en obtener lista de estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico.

\bar{t}_{R5} = Tiempo promedio en consultar los requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación.

- Nivel de dimensión de la variable: ordinal

Se determina las hipótesis:

H_0 = El tiempo en la generación de información del proceso de titulación no presentan diferencia significativa (hipótesis nula)

H_1 = El tiempo en la generación de información del proceso de titulación si presentan diferencia significativa (hipótesis del investigador)

Regla de decisión: Si $p > 0.05$ se acepta H_0

Si existiera diferencia significativa entre los tiempos en la generación de información del proceso de titulación, se acepta el experimento con menos tiempo.

Se realiza el análisis de los resultados de cada reporte como se describen a continuación:

3.1. Trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico

Con el objetivo de determinar el impacto del tiempo en la generación de *trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico* se realiza el análisis para determinar una diferencia significativa entre el experimento I y el experimento II de este reporte.

En el experimento I, **tiempo en el proceso sin el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para las **autoridades** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 1-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 1

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	10,66666667	38400
Error típico	1,421338109	5116,817193
Desviación estándar	4,923659639	17725,1747
Asimetría	0.065	0.065

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 1-3, el tiempo promedio que se demoran las autoridades en obtener la información es 10,67 horas, con un margen de error típico de $\pm 1,42$ horas que corresponde al 1,10% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (4,96) es menor al promedio (10,67) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

Para los **docentes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las encuestas realizadas.

Tabla 2-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 1

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	26,71428571	96171,42857
Error típico	2,309891969	8315,611087
Desviación estándar	12,22279941	44002,07787
Asimetría	-0,17	-0,17

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 2-3, el tiempo promedio que se demoran los docentes en obtener la información es 26,71 horas, con un margen de error típico de $\pm 2,30$ horas que corresponde al 8% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (12,22) es menor al promedio (26,71) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

Para los **estudiantes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las encuestas realizadas.

Tabla 3-1: Estadística descriptiva tiempo de estudiantes reporte 1

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	28,51282051	102646,1538
Error típico	1,285921564	4629,317631
Desviación estándar	11,35695	40885,02629
Asimetría	-0,19	-0,19

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 3-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 28,51 horas, con un margen de error típico de $\pm 1,28$ horas que corresponde al 4.48% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (11,35) es menor al promedio (28,71) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

El tiempo promedio en la generación del reporte de *trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico*, se calcula mediante la fórmula descrita en la construcción de la variable de estudio, como se desarrolla a continuación:

$$\bar{t}_{R1} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD} + \bar{t}_{RE}}{3}$$

El tiempo promedio que invierten las autoridades en obtener el reporte mencionado es el promedio de los datos de las entrevistas realizadas, $\bar{t}_{RA} = 10,67$ horas. De la misma manera se obtiene el promedio de los docentes y los estudiantes $\bar{t}_{RD} = 26,71$ horas y $\bar{t}_{RE} = 28,51$ horas respectivamente.

En el proceso de generación de información acerca de los *trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico* se obtuvo un promedio de 21,96 horas.

En el experimento II, **tiempo en el proceso con el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realiza una estadística descriptiva de los datos tomados (Anexo E) en la generación de información con el sistema informático.

Tabla 4-3: Estadística descriptiva reporte 1

	Tiempo (s)	Tiempo (h)
Media	0,890496816	0,00024736
Error típico	0,016939211	4,70534E-06
Desviación estándar	0,331939382	9,22054E-05
Asimetría	-1,19	-1,19

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 4-3, el tiempo promedio que se demora el sistema informático en mostrar la información es 0,89 segundos, con un margen de error típico de $\pm 0,0169$ segundos que corresponde al 1,8% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (0,33) es menor al promedio (0,89) y se tiene una simetría negativa (-1,19) por lo que la mayoría de los datos se aglomeran en su mayoría a la derecha del promedio.

El sistema tiene un tiempo promedio de 0,89 segundos en mostrar los *trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico*.

Se aplicó la prueba de Wilcoxon utilizando la herramienta SPSS Statistics Visor para la comparación de medias. Con el objetivo de realizar la comparación de promedios entre el experimento I y el experimento II se transformó los promedios a segundos y se obtuvo los siguientes resultados, tabla 5-3.

Tabla 5-3: Comparación de medias del reporte 1

Variable 1 (s)	Variable 2 (s)	R. Negativo	Diferencia Significativa (s)	Porcentaje Significativo (%)
79056	0,89	1	79055,11	99,99

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Para la interpretación de resultados es necesario conocer el valor de Z así como el valor de significancia de la prueba.

Tabla 6-3: Estadística de prueba

Z	-2,023
Sig. asintótica(bilateral)	0,043

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Como se observa en la tabla 6-3, aplicando la **regla de decisión** Si $p > 0,05$, según tabla 6-3, se obtuvo que -2,023 es menor a 0,05. Entonces se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador donde se obtuvo que *el tiempo en la generación de información del proceso de titulación si presentan diferencia significativa*. La diferencia significativa entre el tiempo sin el uso del sistema y el tiempo con el uso del sistema es 79055,11 segundos, como se observa en la tabla 6-3, dicho de otra manera 21,95 horas; si hacemos relación a días laborables se tiene 2,74 días. Para este reporte se ha optimizado un 99,99% en el tiempo empleado a obtener la *lista de trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico*.

3.2. Trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad

Con el objetivo de determinar el impacto del tiempo en la generación de *trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad* se realizó una estadística descriptiva de los datos obtenidos en el experimento I y el experimento II.

En el experimento I, **tiempo en el proceso sin el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para las **autoridades** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 7-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 2

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	20,66666667	74400
Error típico	3,475745687	12512,68447
Desviación estándar	12,04033625	43345,21049
Asimetría	0,67	0,67

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 7-3, el tiempo promedio que se demoran las autoridades en obtener la información es 20,66 horas, con un margen de error típico de $\pm 3,47$ horas que corresponde al 10% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido

analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (12,04) es menor al promedio (20,66) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

Para los **docentes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 8-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 2

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	32	115200
Error típico	2,015810523	7256,917882
Desviación estándar	10,66666667	38400
Asimetría	-1,01	-1,01

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 8-3, el tiempo promedio que se demoran los docentes en obtener la información es 32 horas, con un margen de error típico de $\pm 2,01$ horas que corresponde al 6% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (10,66) es menor al promedio (32) se tiene una simetría negativa (-1,01) por lo que los datos tienden a agruparse a la parte derecha del promedio.

Para los **estudiantes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 9-3: Estadística descriptiva tiempo de estudiantes reporte 2

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	28,61538462	103015,3846
Error típico	1,293600989	4656,963562
Desviación estándar	11,42477459	41129,18854
Asimetría	-0,31	-0,31

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 9-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 28,61 horas, con un margen de error típico de $\pm 1,29$ horas que corresponde al 4% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (11,42) es menor al promedio (28,61) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

El tiempo promedio en la generación del reporte de los *trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad*, se calcula mediante la fórmula descrita en la construcción de la variable de estudio, como se desarrolla a continuación:

$$\bar{t}_{R2} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD} + \bar{t}_{RE}}{3}$$

El tiempo promedio que invierten las autoridades en obtener el reporte mencionado es el promedio de los datos de las entrevistas realizadas, $\bar{t}_{RA} = 20,67$ horas. De la misma manera se obtiene el promedio de los docentes y los estudiantes $\bar{t}_{RD} = 32$ horas y $\bar{t}_{RE} = 28,61$ horas respectivamente.

En el proceso de generación de información acerca de los *trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad* se obtuvo un promedio de 27,09 horas.

En el experimento II, **tiempo en el proceso con el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realiza una estadística descriptiva de los datos tomados (Anexo E) en la generación de información con el sistema informático.

Tabla 10-3: Estadística descriptiva reporte 2

	Tiempo (s)	Tiempo (h)
Media	31,84213747	0,008845038
Error típico	0,124595485	3,46099E-05
Desviación estándar	2,441562908	0,000678212
Asimetría	0,09	0,09

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 10-3, el tiempo promedio que se demora el sistema informático en mostrar la información es 31,84 segundos, con un margen de error típico de $\pm 0,124$ segundos que corresponde al 0,38% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (2,44) es menor al promedio (31,84) y se tiene una simetría (0.09) por lo que su eje asimétrico tiende a cero.

El sistema tiene un tiempo promedio de 31,84 *segundos* en mostrar los *trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad*.

Se aplico la prueba de Wilcoxon utilizando la herramienta SPSS Statistics Visor para la comparación de medias. Con el objetivo de realizar la comparación de promedios entre el experimento I y el experimento II se transformó los promedios a segundos y se obtuvo los siguientes resultados, tabla 11-3.

Tabla 11-3: Rangos reporte 2

Variable 1 (s)	Variable 2 (s)	R. Negativo	Diferencia Significativa (s)	Porcentaje Significativo (%)
97524	31,84	1	97492,16	99,96

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Para la interpretación de resultados es necesario conocer el valor de Z así como el valor de significancia de la prueba.

Tabla 12-3: Estadística de prueba

Z	-2,023
Sig. asintótica(bilateral)	0,043

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Como se observa en la tabla 12-3, aplicando la **regla de decisión** Si $p > 0.05$ se acepto H_0 , según tabla 11-3, se obtuvo que -2,023 es menor a 0,05. Entonces se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador donde se obtuvo que *el tiempo en la generación de información del proceso de titulación si presentan diferencia significativa*. La diferencia de significancia entre el tiempo sin el uso del sistema y el tiempo con el uso del sistema es 97492,16 segundos, dicho de otra manera 27,08 horas; si hacemos relación a días laborables se tiene 3,41 días. Para este reporte se ha optimizado un 99.96% en el tiempo empleado a obtener la lista de *trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad en un periodo académico*.

3.3. Trabajos de titulación por estado en un periodo académico

Con el objetivo de determinar el impacto del tiempo en la generación de *trabajos de titulación por estado en un periodo académico* se realizó una estadística descriptiva de los datos obtenidos en el experimento I y el experimento II.

En el experimento I, **tiempo en el proceso sin el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para las **autoridades** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 13-2: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 3

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	23,33333333	84000
Error típico	3,612548277	13005,1738
Desviación estándar	12,51423432	45051,24355
Asimetría	0,33	0,33

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 13-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 23,33 horas, con un margen de error típico de $\pm 3,61$ horas que corresponde al 10% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (12,51) es menor al promedio (23,33) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

Para los **docentes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las encuestas realizadas.

Tabla 14-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 3

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	20,57142857	74057,14286
Error típico	2,370134153	8532,482951
Desviación estándar	12,54157109	45149,65591
Asimetría	-0,57	-0,57

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 14-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 20,57 horas, con un margen de error típico de $\pm 2,37$ horas que corresponde al 9% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (12,54) es menor al promedio (20,57) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

El tiempo promedio en la generación del reporte de los *trabajos de titulación por estado en un periodo académico*, se calcula mediante la fórmula descrita en la construcción de la variable de estudio, como se desarrolla a continuación:

$$\bar{t}_{R3} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD}}{2}$$

El tiempo promedio que invierten las autoridades en obtener el reporte mencionado es el promedio de los datos de las entrevistas realizadas, $\bar{t}_{RA} = 23,33 \text{ horas}$ y las encuestas realizadas a docentes $\bar{t}_{RD} = 20,57 \text{ horas}$.

En el proceso de generación de información acerca de los *trabajos de titulación por estado en un periodo académico* se obtuvo un promedio de 21,95 horas.

En el experimento II, **tiempo en el proceso con el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realiza una estadística descriptiva de los datos tomados (Anexo E) en la generación de información con el sistema informático.

Tabla 15-3: Estadística descriptiva reporte 3

	Tiempo (s)	Tiempo (h)
Media	0,75817983	0,000210606
Error típico	0,01471237	4,08677E-06
Desviación estándar	0,288302399	8,0084E-05
Asimetría	-1,04	-1,04

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 15-3, el tiempo promedio que se demora el sistema informático en mostrar la información es 0,758 segundos, con un margen de error típico de $\pm 0,014$ segundos que corresponde al 1,84% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (0,28) es menor al promedio (0,758) y se tiene una simetría negativa (-1,04) por lo que su eje asimétrico tiende a la derecha.

Se tiene un promedio de 0,758 *segundos* dicho en otras palabras 0,000210606 *horas*, con el uso del sistema informático en el proceso de generación de información acerca de los *trabajos de titulación por estado en un periodo académico*.

Se aplicó la prueba de Wilcoxon utilizando la herramienta SPSS Statistics Visor para la comparación de medias. Con el objetivo de realizar la comparación de promedios entre el

experimento I y el experimento II se transformó los promedios a segundos y se obtuvo los siguientes resultados, tabla 16-3.

Tabla 16-3: Rangos reporte 3

Variable 1 (s)	Variable 2 (s)	R. Negativo	Diferencia Significativa (s)	Porcentaje Significativo (%)
79020	0,758	1	79019,24	99,99

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Para la interpretación de resultados es necesario conocer el valor de Z así como el valor de significancia de la prueba.

Tabla 17-3: Estadística de prueba

Z	-2,023
Sig. asintótica(bilateral)	0,043

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas

Como se observa en la tabla 17-3, aplicando la **regla de decisión** Si $p > 0.05$, según tabla 16-3, se obtuvo que -2,023 es menor a 0,05. Entonces se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador donde se obtuvo que *el tiempo en la generación de información del proceso de titulación si presentan diferencia significativa*. La diferencia de significancia entre el tiempo sin el uso del sistema y el tiempo con el uso del sistema es 79019,24 segundos, dicho de otra manera 21,94 horas; si hacemos relación a días laborables se tiene 2,74 días. Para este reporte se ha optimizado un 99.99% en el tiempo empleado a obtener la lista de *trabajos de titulación por estado en un periodo académico*.

3.4. Estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico

Con el objetivo de determinar el impacto del tiempo en la generación de *estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico* se realizó una estadística descriptiva de los datos obtenidos en el experimento I y el experimento II.

En el experimento I, **tiempo en el proceso sin el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para las **autoridades** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 18-3: Estadística descriptiva tiempo de autoridades reporte 4

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	10,66666667	38400
Error típico	1,421338109	5116,817193
Desviación estándar	4,923659639	17725,1747
Asimetría	0,065	0.065

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 18-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 10,66 horas, con un margen de error típico de $\pm 1,42$ horas que corresponde al 0,60% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (4,92) es menor al promedio (10,66) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

Para los **docentes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las encuestas realizadas.

Tabla 19-3: Estadística descriptiva tiempo de docentes reporte 4

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	26,71428571	96171,42857
Error típico	2,309891969	8315,611087
Desviación estándar	12,22279941	44002,07787
Asimetría	-0,17	-0,17

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 19-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 26,71 horas, con un margen de error típico de $\pm 2,30$ horas que corresponde al 8% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (12,22) es menor al promedio (26,71) constatando esto en el valor de la asimetría que tiende a cero.

El tiempo promedio en la generación del reporte de los *estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico*, se calcula mediante la fórmula descrita en la construcción de la variable de estudio, como se desarrolla a continuación:

$$\bar{t}_{R4} = \frac{\bar{t}_{RA} + \bar{t}_{RD}}{2}$$

El tiempo promedio que invierten las autoridades en obtener el reporte mencionado es el promedio de los datos de las entrevistas realizadas, $\bar{t}_{RA} = 10,67 \text{ horas}$. De la misma manera se obtiene el promedio de los docentes $\bar{t}_{RD} = 26,71 \text{ horas}$.

En el proceso de generación de información acerca de *estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico* se obtuvo un promedio de 18,69 horas.

En el experimento II, **tiempo en el proceso con el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realiza una estadística descriptiva de los datos tomados (Anexo D) en la generación de información con el sistema informático.

Tabla 20-3: Estadística descriptiva reporte 4

	Tiempo (s)	Tiempo (h)
Media	7,678992596	0,002133053
Error típico	0,128407052	3,56686E-05
Desviación estándar	2,516254046	0,000698959
Asimetría	-0,57	-0,57

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 20-3, el tiempo promedio que se demora el sistema informático en mostrar la información es 7,67 segundos, con un margen de error típico de $\pm 0,128$ segundos que corresponde al 1,56% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (2,51) es menor al promedio (7,67) y se tiene una simetría (-0,57) por lo que su eje asimétrico tiende a cero.

Se tiene un promedio de 7,67 *segundos*, con el uso del sistema informático en el proceso de generación de información acerca de los *estudiantes que han finalizado su trabajo de titulación en un determinado periodo académico*.

Se aplicó la prueba de Wilcoxon utilizando la herramienta SPSS Statistics Visor para la comparación de medias. Con el objetivo de realizar la comparación de promedios entre el experimento I y el experimento II se transformó los promedios a segundos y se obtuvo los siguientes resultados, tabla 21-3.

Tabla 21-3: Rangos reporte 4

Variable 1 (s)	Variable 2 (s)	R. Negativo	Diferencia Significativa (s)	Porcentaje Significativo (%)
62284	7,67	1	62276,33	99,98

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Para la interpretación de resultados es necesario conocer el valor de Z así como el valor de significancia de la prueba.

Tabla 22-3: Estadísticos de prueba

Z	-2,023
Sig. asintótica(bilateral)	,043

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Como se observa en la tabla 22-3, aplicando la **regla de decisión** Si $p > 0.05$ se acepto H_0 , se obtuvo que -2,023 es menor a 0,05. Entonces se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador donde se obtuvo que ***el tiempo en la generación de información del proceso de titulación si presentan diferencia significativa.*** La diferencia de significancia entre el tiempo sin el uso del sistema y el tiempo con el uso del sistema es 62276,33 segundos, dicho de otra manera 17,29 horas; si hacemos relación a días laborables se tiene 2,16 días. Para este reporte se ha optimizado un 99.98% en el tiempo empleado a obtener la lista de *trabajos de titulación por estado en un periodo académico.*

3.5. Consulta de requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación

Con el objetivo de determinar el impacto del tiempo en la generación de *requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de titulación* se realizó una estadística descriptiva de los datos obtenidos en el experimento I y el experimento II.

En el experimento I, **tiempo en el proceso sin el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para los **estudiantes** se realiza una estadística descriptiva de los datos obtenidos (Anexo D) en las entrevistas realizadas.

Tabla 23-3: Estadística descriptiva de estudiantes del reporte 5

	Tiempo (h)	Tiempo (s)
Media	7,538461538	27138,46154
Error típico	0,660903908	2379,254068
Desviación estándar	5,836945269	21013,00297
Asimetría	3,03	3,03

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 23-3, el tiempo promedio que se demoran los estudiantes en obtener la información es 7,53 horas, con un margen de error típico de $\pm 0,66$ horas que corresponde al 8% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (5,83) es menor al promedio (7,53) y la asimetría es positiva (3,03) los datos tienden a ser menores al tiempo promedio.

El tiempo promedio en la generación del reporte de los *requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación*, se calcula mediante la fórmula descrita en la construcción de la variable de estudio, como se desarrolla a continuación:

$$\bar{t}_{R5} = \bar{t}_{RE}$$

El tiempo promedio que invierten las autoridades en obtener el reporte mencionado es el promedio de los datos de las encuestas realizadas a los estudiantes $\bar{t}_{RE} = 7,54$ horas.

En el proceso de generación de información acerca de los *requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación* se obtuvo un promedio de 18,69 horas.

En el experimento II, **tiempo en el proceso con el uso del sistema**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realiza una estadística descriptiva de los datos tomados (Anexo E) en la generación de información con el sistema informático.

Tabla 24-3: Estadística descriptiva reporte 5

	Tiempo (s)	Tiempo (h)
Media	0,951585768	0,000264329
Error típico	0,015492928	4,30359E-06
Desviación estándar	0,303598148	8,43328E-05
Asimetría	-0,68	-0,68

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Se observa en la tabla 24-3, el tiempo promedio que se demora el sistema informático en mostrar la información es 0,95 segundos, con un margen de error típico de $\pm 0,0154$ segundos que corresponde al 1,57% catalogado dentro del rango de confiabilidad. La agrupación de los datos que han sido analizados oscila cerca del tiempo promedio ya que la desviación estándar (0,303) es menor al promedio (0,95) y se tiene una simetría (-0,68) por lo que su eje asimétrico tiende a cero.

Se tiene un promedio de 0,95 *segundos* dicho en otras palabras 0,000264329 horas, actualmente en el proceso de generación de información de *requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación*.

Se aplicó la prueba de Wilcoxon utilizando la herramienta SPSS Statistics Visor para la comparación de medias. Con el objetivo de realizar la comparación de promedios entre el experimento I y el experimento II se transformó los promedios a segundos y se obtuvo los siguientes resultados, tabla 25-3.

Tabla 25-3: Rangos reporte 5

Variable 1 (s)	Variable 2 (s)	R. Negativo	Diferencia Significativa (s)	Porcentaje Significativo (%)
27144	0,95	1	27143,05	99,99

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Para la interpretación de resultados es necesario conocer el valor de Z así como el valor de significancia de la prueba.

Tabla 26-3: Estadísticos de prueba

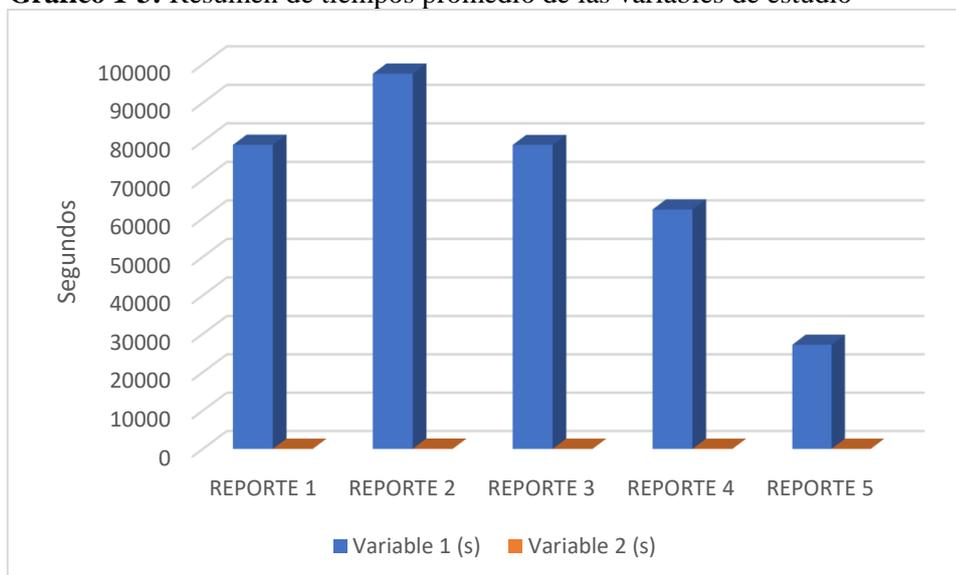
Z	-2,023
Sig. asintótica(bilateral)	,043

Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

Como se observa en la tabla 26-3, aplicando la **regla de decisión** Si $p > 0.05$, se obtuvo que $-2,023$ es menor a $0,05$. Entonces se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador donde se obtuvo que ***el tiempo en la generación de información del proceso de titulación si presentan diferencia significativa***. La diferencia de significancia entre el tiempo sin el uso del sistema y el tiempo con el uso del sistema es 27143,05 segundos, dicho de otra manera 7,53 horas; si hacemos relación a días laborables se tiene 0.94 días. Para este reporte se ha optimizado un 99.99% en el tiempo empleado a obtener *requisitos necesarios del estudiante para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación*.

El resumen los tiempos promedios se presenta en el siguiente gráfico 1-3, donde se visualiza la diferencia existente entre el tiempo sin el uso del sistema (variable 1) y el tiempo con el uso del sistema informático (variable 2).

Gráfico 1-3: Resumen de tiempos promedio de las variables de estudio



Realizado por: Mariana Ponce y Myriam Rojas, 2018

El tiempo promedio total entre el análisis de las medias que se han obtenido de los reportes es 19,168 horas sin el uso del sistema informático y 0,002 horas con el uso del sistema informático. La optimización de tiempo promedio en la generación de información del proceso de titulación disminuyó en 68997,1784 segundos, dicho de otra manera 19,165 horas; si se llega a estimar el ahorro de tiempo en relación a días laborables se tiene 4 días de trabajo para el personal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es decir ha causado un impacto del 99.99% de los tiempos en la generación de información.

CONCLUSIONES

- Mediante la automatización del Sistema de Gestión de Trabajos de Titulación se disminuyó los tiempos en la generación de información en un 99.99%.
- La gestión de firmas digitales se puede realizar mediante varias herramientas como OpenCA, SSL, según las necesidades del usuario.
- La entidad certificadora EJBCA junto a la herramienta JSingPdf facilitó firmar digitalmente proporcionando confiabilidad y seguridad al usuario final, así como validez a los documentos.
- Se implementó 93 funcionalidades principales al sistema dando como resultado un total de 27 436 líneas de código Java; 104 vistas, 21 controladores, 28 modelos, 1 archivo de hoja de estilo y 61 ajax; un tamaño del 116 MB en disco.
- El impacto del Sistema de Gestión de Trabajos de Titulación fue de 19,16 horas aproximadamente 4 días laborables en la generación de información del tiempo empleado manualmente respecto al tiempo con el uso del sistema informático.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar la utilización de firmas digitales con el Banco Central del Ecuador para darle validez a nivel nacional a los documentos digitales de la institución.
- Se recomienda realizar un módulo adicional para la gestión de seminarios de la unidad de titulación ya que es indispensable para completar la automatización que se ha realizado hasta el momento del proceso de titulación en la institución.
- Se recomienda estandarizar el proceso de titulación para todas las unidades académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con la finalidad de que autoridades, docentes y estudiantes conozcan el mismo en manera general a nivel institucional.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Saraí. “Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud”. *Salud en Tabasco* [En línea], 2005, pp. 333-338. [Consulta: 01 enero 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

ÁLVAREZ, M., et al., *Firma digital y Contratos Electrónicos* [en línea], 2005, pp. 8–18. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en: <http://www.ictparliament.org/sites/default/files/firmadigital.pdf>.

BADII, M. H.; et al. “Tamaño óptimo de la muestra”. *Innovaciones de Negocios* [En línea], 2008, 5(1), pp. 53-65. [Consulta: 01 enero 2018]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/12491/1/A5.pdf>

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR., *OCSP (Consulta en línea de Estado de Certificados) - Entidad de Certificación BCE.* [en línea]. [Consulta: 30 octubre 2017]. Disponible en: <https://www.eci.bce.ec/ocsp>.

CARVAJAL, A., *PKI * y firmas digitales : aplicaciones reales PKI and digital signatures : True-to-life applications* [en línea], 2007, p.3. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en: <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/view/98/96>

CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR. *Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos (ley no. 2002-67)* [en línea], 2000, pp.1-14. [Consulta: 07 marzo 2018]. Disponible en: http://www.justicia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Ley_de_Comercio_Electronico.pdf

CHIAVENATO, I., *Administración teoría proceso y práctica.* [en línea], 2001, pp.132. [Consulta: 26 agosto 2017]. Disponible en: https://xlibros.com/wp-content/uploads/2014/04/Administración-Teoría-proceso-y-práctica-3ra-Edición-Idalberto-Chiavenato_redacted.pdf.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, *Reglamento Régimen Académico.* [en línea], 2014. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en:

https://esPOCH.edu.ec/images/NORMATIVA_INSTITUCIONAL/9N_Reglamento_de_Regimen_Academico_ESPOCH_codificado_a_05_9f47d.pdf.

GUZMÁN DE LAPUENTE, C., *Implantación de un sistema de certificados*. [en línea], 2011, p. 24. [Consulta: 27 julio 2017]. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12398/61021.pdf?sequence=1>.

MATEU, C., *Desarrollo de Aplicaciones Web. Xampp* [en línea], 2012. [Consulta: 27 julio 2017]. Disponible en: <http://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/Desarrollo-de-aplicaciones-web-Xampp.html>.

MORA, S.L., Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. *Editorial Club Universitario*. [en línea], 2013, p.54. [Consulta: 27 julio 2017]. Disponible en: [http://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/591/1/004 Desarrollo de aplicaciones web.pdf](http://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/591/1/004%20Desarrollo%20de%20aplicaciones%20web.pdf).

NARANJO, I., *Servidor de Aplicaciones GlassFish*. [en línea], 2014. [Consulta: 27 julio 2017]. Disponible en: <https://desarrolloweb.com/articulos/instalacion-configuracion-servidor-aplicaciones-glassfish-apex.html>.

PRIMEKEY SOLUTIONS AB, *EJBCA*. [en línea], 2017. [Consulta: 31 julio 2017]. Disponible en: <https://www.ejbca.org/>.

REDHAT, *El reto descripción del producto*. [en línea], 2013. [Consulta: 27 julio 2017]. Disponible en: <https://www.redhat.com/cms/managed-files/mi-deploy-anywhere-jboss-eap-datasheet-inc04051031w-201605-es.pdf>.

RODRÍGUEZ, B., *XIII Ciclo de Encuentros Técnicos Regionales*. Uruguay: Asociación de Escribanos, 2003, p.26-27.

RODRIGUEZ, M. y RODRÍGUEZ, B., *Documento Electronico*. [en línea], 2005. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en: <http://mjv.viegasociados.com/wp-content/uploads/2012/07/Libro.pdf>.

SECURITY DATA. [En línea]. Ecuador, 2017. [Consulta: 07 de marzo de 2018]. Disponible en: www.securitydata.net.ec

TALENS-OLIAG, S., *Introducción a los certificados digitales*. [en línea], 1993, pp. 1–5. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en: http://www.uv.es/sto/articulos/BEI-2003-11/certificados_digitales.pdf.

UNIVERSIDAD DE CHILE, *Cómo funciona la Web. Ciencias Humanas* [en línea], 2008, p.33. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en: <http://www.ciw.cl/libroWeb-NV.pdf>.

ANEXOS

Anexo A .- Documento de Entrega Recepción al Centro de Investigación de Modelos de gestión y Sistema Informáticos.



Yo, **ALARCÓN PARRA GIOVANNY JAVIER**, portador de la cédula de identidad número 0603189655, Director del Centro de Investigación en Modelos de Gestión y Sistemas Informáticos-CIMOGSYS.

CERTIFICA:

Que las señoritas **MARIANA ESTEFANIA PONCE PUMALEMA** con cédula de identidad número 0604737940 y **MYRIAM JANNETH ROJAS SÁNCHEZ** con cédula de identidad número 0604327742, han entregado el sistema "AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TITULACIÓN DE LAS UNIDADES ACADÉMICAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO UTILIZANDO FIRMAS DIGITALES" conforme los lineamientos establecidos por el Centro de Investigación en Modelos de Gestión y Sistemas Informáticos-CIMOGSYS y su documentación (Manual Técnico, Manual de Usuario y Manual de Instalación EJBCA), el cual ha sido revisado y aceptado a conformidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad las interesadas pueden hacer uso de este documento como estimen conveniente.

Riobamba, 23 de Febrero del 2018

ATENTAMENTE



Ing. Giovanni Javier Alarcón Parra
DIRECTOR CIMOGSYS
Telf: 0999046921

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MODELOS DE GESTIÓN Y SISTEMAS INFORMÁTICOS CIMOGSYS
Panamericana Sur Km 1 1/2 Código postal: EC06155
(593) 32998-200 Ext. 318
RIOBAMBA - ECUADOR

Anexo B.- Entrevista a autoridades

Evaluación del tiempo empleado en el proceso de titulación en la Facultad de Informática y Electrónica

Se pretende medir los tiempos que se emplea en obtener información acerca del proceso de titulación de la facultad, y los estudiantes que se encuentran cursando esta etapa.

⇒ Lea con atención y no dude en preguntar cualquier duda mientras realice el cuestionario

⇒ Lea bien sus respuestas antes de firmar.

Usted debe de responder marcando con una “X” en uno de los casilleros que se presentan.

Vicedecano de la Facultad de Informática y Electrónica

1. En su experiencia, ¿ha requerido obtener el listado de trabajos de titulación culminados con éxito en un periodo académico?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

2. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado de trabajos de titulación asignados a cada docente de la facultad?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

3. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado los trabajos de titulación en los distintos estados del proceso en un periodo académico determinado?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

4. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado de estudiantes que han finalizado el trabajo de titulación en un periodo académico?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

Anexo C.- Encuesta a docentes y estudiantes

Docentes

Evaluación del tiempo empleado en el proceso de titulación en la Facultad de Informática y Electrónica

Se pretende medir los tiempos que se emplea en obtener información acerca del proceso de titulación que se realiza en la Escuela a la que dirige y los estudiantes que se encuentran cursando el mismo.

⇒ Lea con atención y no dude en preguntar cualquier duda mientras realice el cuestionario

⇒ Lea bien sus respuestas antes de firmar.

Usted debe de responder marcando con una "X" en uno de los casilleros que se presentan.

DOCENTE

Escuela a la que pertenece: _____

5. En su experiencia, ¿ha requerido obtener el listado de trabajos de titulación culminados, para conocer los temas o tecnologías implementadas?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

6. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado de trabajos de titulación asignados a cada docente de la escuela, para conocer el área de conocimiento que se enfoca cada docente?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

7. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado los trabajos de titulación en los distintos estados del proceso en un periodo académico determinado?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

8. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado de estudiantes que han finalizado el trabajo de titulación en un periodo académico?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

Estudiantes

Evaluación del tiempo empleado en el proceso de titulación en la Facultad de Informática y Electrónica

Se pretende medir los tiempos que se emplea en obtener información acerca del proceso de titulación que deben realizar los estudiantes que se encuentran cursando el mismo.

⇒ Lea con atención y no dude en preguntar cualquier duda mientras realice el cuestionario

⇒ Lea bien sus respuestas antes de firmar.

Usted debe de responder marcando con una "X" en uno de los casilleros que se presentan.

ESTUDIANTE

Escuela a la que pertenece: _____

1. En su experiencia, ¿ha requerido obtener el listado de trabajos de titulación culminados, para conocer los temas o tecnologías implementadas?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

2. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener el listado de trabajos de titulación asignados a cada docente de la escuela, para conocer el área de conocimiento que se enfoca cada docente?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

3. En su experiencia, ¿Ha requerido obtener los requisitos necesarios para poder realizar y culminar el proceso de trabajo de titulación?

SI NO

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Qué tiempo se demora en obtener el mismo?

De 1 a 4 horas	Menor a 1 día	De 1 a 2 días	De 3 a 5 días	Mayor a 5 días

Anexo D.- Datos de tiempos medidos sin el sistema

Repor1Aut	Repor1Doc	Repor1Est	Repor2Aut	Repor2Doc	Repor2Est	Repor3Aut	Repor3Doc	Repor4Aut	Repor4Doc	Repor5Est
4	4	8	8	8	8	8	4	4	4	4
4	8	16	8	16	8	8	4	4	8	4
8	16	16	8	16	8	16	8	8	16	4
8	16	16	16	16	16	16	8	8	16	4
8	16	16	16	16	16	16	8	8	16	4
8	16	16	16	16	16	16	8	8	16	4
8	16	16	16	16	16	16	8	8	16	4
16	16	16	16	32	16	32	16	16	16	4
16	16	16	32	32	16	32	16	16	16	4
16	16	16	32	32	16	40	16	16	16	4
16	16	16	40	32	16	40	16	16	16	4
16	16	16	40	32	16	40	16	16	16	4
	16	16		32	16		16		16	4
	32	16		40	16		16		32	4
	32	16		40	16		16		32	4
	32	16		40	16		16		32	4
	32	16		40	16		16		32	4
	40	16		40	16		16		40	4
	40	16		40	16		32		40	4
	40	16		40	16		32		40	4
	40	16		40	16		32		40	4
	40	16		40	16		40		40	4

	40	16		40	16		40		40	4
	40	16		40	16		40		40	4
	40	16		40	16		40		40	4
	40	16		40	16		40		40	4
	40	16		40	16		40		40	4
		16			16					4
		16			16					4
		16			16					4
		16			32					4
		16			32					4
		32			32					4
		32			32					4
		32			32					4
		32			32					4
		32			32					4
		32			32					8
		32			32					8
		32			32					8
		32			32					8
		32			32					8
		32			32					8
		32			32					8
		40			32					8
		40			40					8
		40			40					8
		40			40					8
		40			40					8

		40			40					32
--	--	----	--	--	----	--	--	--	--	----

Anexo E.- Datos tiempos medidos con el sistema

Reporte 1 (s)	Reporte 2 (s)	Reporte 3 (s)	Reporte 4 (s)	Reporte 5 (s)
0,5046	32,0200	0,3973	10,4700	0,5777
0,5297	33,6500	0,4566	12,6000	0,5862
0,5068	29,1500	0,4292	9,9300	0,6466
0,5680	29,1500	0,4375	9,8000	0,5777
0,5680	29,7100	0,4788	11,1700	0,5901
0,4281	35,6800	0,4444	10,2900	0,6467
0,4087	31,2800	0,4251	11,3100	0,6049
0,4499	29,1900	0,4351	10,1500	0,5994
0,4029	31,6000	0,4156	10,4800	0,5961
0,4232	32,7800	0,4485	12,6100	0,5950
0,4184	29,3700	0,4221	9,6700	0,5777
0,4032	30,2500	0,4583	9,5400	0,5862
0,3987	29,4900	0,4461	11,1800	0,6267
0,3821	33,3000	0,3755	10,2000	0,5877
0,3910	30,4500	0,3756	7,9900	0,5701
0,3817	30,1300	0,3755	7,5100	0,6053
0,4319	32,3900	0,6497	11,3200	0,6796
0,4213	34,7400	0,4077	10,8100	0,7986
0,3806	29,6000	0,4991	10,1140	0,6498
0,4669	29,8500	0,4172	12,6200	0,5386
0,4101	30,1400	0,4718	9,4100	0,6088
0,3926	32,4000	0,4366	9,2800	0,6197
0,4378	30,2000	0,3823	11,1900	0,6762
0,4334	29,4700	0,4719	7,6000	0,5708
0,3919	33,1000	0,4366	8,0700	0,6171
0,4433	29,4500	0,3855	8,1200	0,7989
0,3909	30,1100	0,3705	7,7100	0,5820
0,4320	30,2100	0,4790	9,0900	0,7299
0,4014	29,4800	0,4430	7,5400	0,6179
0,4078	33,1100	0,4340	7,4300	0,6132
0,5005	29,4600	0,3929	6,8800	0,6565
0,5065	31,1353	0,3486	4,6214	0,6273
0,5125	31,3730	0,3737	4,6894	0,6866
0,5185	31,6108	0,3508	5,1731	0,6592
0,5244	31,8485	0,4120	4,6215	0,6675
0,5304	32,0862	0,4120	4,7207	0,7088
0,5364	32,3239	0,2721	5,1732	0,6744
0,5423	32,5616	0,2527	4,8394	0,6551
0,5483	32,7993	0,2939	4,7948	0,6651
0,5543	33,0370	0,2469	4,7685	0,6456

0,5602	33,2748	0,2672	4,7598	0,6785
0,5662	33,5125	0,2624	4,6215	0,6521
0,5722	33,7502	0,2472	4,6895	0,6883
0,5782	33,9879	0,2427	5,0132	0,6761
0,7345	34,2256	0,2261	4,7016	0,6055
0,8909	34,4633	0,2350	4,5608	0,6056
1,0472	34,7010	0,2257	4,8425	0,6055
1,2036	34,9388	0,2759	5,4366	0,8797
1,3599	32,1060	0,2653	6,3890	0,6377
0,8345	33,7360	0,2246	5,1984	0,7291
0,7636	29,2360	0,3109	4,3088	0,6472
0,5791	29,2360	0,2541	4,8703	0,7018
0,3946	29,7960	0,2366	4,9577	0,6666
0,2100	35,7660	0,2818	5,4098	0,6123
0,0255	31,3660	0,2774	4,5664	0,7019
0,4562	29,2760	0,2359	4,9366	0,6666
0,3456	31,6860	0,2873	6,3914	0,6155
0,5959	32,8660	0,2349	4,6556	0,6005
0,7559	29,4560	0,2760	5,8393	0,7090
0,9160	30,3360	0,2454	4,9435	0,6730
0,5670	29,5760	0,2518	4,9055	0,6640
0,5420	33,3860	0,3445	5,2521	0,6229
0,5170	30,5360	0,3505	5,0183	0,5786
0,4920	30,2160	0,3565	5,4931	0,6037
0,4670	32,4760	0,3625	5,2734	0,5808
0,4420	34,8260	0,3684	5,3403	0,6420
0,4170	29,6860	0,3744	5,6704	0,6420
0,3920	29,9360	0,3804	5,3948	0,5021
0,3670	30,2260	0,3863	5,2404	0,4827
0,3818	32,4860	0,3923	5,3210	0,5239
0,2895	30,2860	0,3983	5,1645	0,4769
0,1973	29,5560	0,4042	5,4278	0,4972
0,1050	33,1860	0,4102	5,2166	0,4924
0,0128	29,5360	0,4162	5,5062	0,4772
0,2281	30,1960	0,4222	5,4086	0,4727
0,1728	30,2960	0,5785	4,8437	0,4561
0,2979	29,5660	0,7349	4,8446	0,4650
0,3780	33,1960	0,8912	4,8438	0,4557
0,4580	29,5460	1,0476	7,0375	0,5059
0,2835	31,2213	1,2039	5,1013	0,4953
0,2710	31,4590	0,6785	5,8330	0,4546
0,2585	31,6968	0,6076	5,1772	0,5409
0,2460	31,9345	0,4231	5,6147	0,4841

0,2335	32,1722	0,2386	5,3326	0,4666
0,2210	32,4099	0,0540	4,8985	0,5118
0,2085	32,6476	-0,1305	5,6148	0,5074
0,1960	32,8853	0,3002	5,3327	0,4659
0,1835	33,1230	0,1896	4,9237	0,5173
0,1909	33,3608	0,4399	4,8038	0,4649
0,1448	33,5985	0,5999	5,6717	0,5060
0,0986	33,8362	0,7600	5,3836	0,4754
0,0525	34,0739	0,4110	5,3118	0,4818
0,0064	34,3116	0,3860	4,9828	0,5745
0,1141	34,5493	0,3610	4,6290	0,5805
0,0864	34,7870	0,3360	4,8298	0,5865
0,1490	35,0248	0,3110	4,6462	0,5925
0,1890	32,1920	0,2860	5,1359	0,5984
0,2290	33,8220	0,2610	5,1359	0,6044
0,1418	29,3220	0,2360	4,0165	0,6104
0,1355	29,3220	0,2110	3,8615	0,6163
0,1293	29,8820	0,2258	4,1915	0,6223
0,1230	35,8520	0,1335	3,8150	0,6283
0,1168	31,4520	0,0413	3,9777	0,6342
0,1105	29,3620	-0,0510	3,9391	0,6402
0,1043	31,7720	-0,1433	3,8177	0,6462
0,0980	32,9520	0,0721	3,7815	0,6522
1,1041	29,5420	0,0168	3,6489	0,8085
1,1603	30,4220	0,1419	3,7200	0,9649
1,0052	29,6620	0,2220	3,6458	1,1212
1,0052	33,4720	0,3020	4,0475	1,2776
1,0245	30,6220	0,1275	3,9626	1,4339
1,2303	30,3020	0,1150	3,6371	0,9085
1,0786	32,5620	0,1025	4,3268	0,8376
1,0066	34,9120	0,9752	3,8729	0,6531
1,0897	29,7720	0,8316	3,7331	0,4686
1,1303	30,0220	0,8386	4,0945	0,2840
1,0128	30,3120	0,8467	4,0589	0,0995
1,0431	35,4700	0,9908	3,7269	0,5302
1,0169	37,6000	1,0503	4,1386	0,4196
1,1483	34,9300	0,9757	3,7191	0,6699
1,0500	34,8000	0,9721	4,0478	0,8299
1,0390	36,1700	1,0103	3,8034	0,9900
1,1169	35,2900	0,9858	3,8547	0,6410
1,1979	36,3100	1,0142	4,5963	0,6160
1,0207	35,1500	0,9818	4,6441	0,5910
1,0293	35,4800	0,9911	4,6918	0,5660

1,0393	37,6100	1,0506	4,7396	0,5410
1,1172	34,6700	0,9684	4,7874	0,5160
1,0414	34,5400	0,9648	4,8351	0,4910
1,0162	36,1800	1,0106	4,8829	0,4660
1,1414	35,2000	0,9832	4,9306	0,4410
1,0155	32,9900	0,9215	4,9784	0,4558
1,0383	32,5100	0,9081	5,0262	0,3635
1,0417	36,3200	1,0145	5,0739	0,2713
1,0166	35,8100	1,0003	5,1217	0,1790
1,1417	35,1140	0,9808	5,1694	0,0868
1,0159	37,6200	1,0508	5,2172	0,3021
1,0736	34,4100	0,9612	6,4680	0,2468
1,0818	34,2800	0,9575	7,7188	0,3719
1,0900	36,1900	1,0109	8,9696	0,4520
1,0982	32,6000	0,9106	10,2204	0,5320
1,1064	33,0700	0,9237	11,4712	0,3575
1,1146	33,1200	0,9251	7,2680	0,3450
1,1228	32,7100	0,9137	6,7008	0,3325
1,1310	34,0900	0,9522	5,2246	1,2052
1,1392	32,5400	0,9089	3,7484	1,0616
1,1474	32,4300	0,9059	2,2722	1,0686
1,1556	31,8800	0,8905	0,7960	1,0767
1,1638	29,6214	0,8274	4,2417	1,2208
1,1720	29,6894	0,8293	3,3568	1,2803
1,1802	30,1731	0,8428	5,3590	1,2057
1,1884	29,6215	0,8274	6,6394	1,2021
1,1966	29,7207	0,8302	7,9198	1,2403
1,2048	30,1732	0,9609	5,1280	1,2158
1,1071	29,8394	1,0419	4,9280	1,2442
1,1633	29,7948	0,8647	4,7280	1,2118
1,0081	29,7685	0,8733	4,5280	1,2211
1,0081	29,7598	0,8833	4,3280	1,2806
1,0274	29,6215	0,9612	4,1280	1,1984
1,2333	29,6895	0,8854	3,9280	1,1948
1,0816	30,0132	0,8602	3,7280	1,2406
1,0095	29,7016	0,9854	3,5280	1,2132
1,0926	29,5608	0,8595	3,6464	1,1515
1,1333	29,8425	0,8823	2,9083	1,1381
1,0157	30,4366	0,8857	2,1702	1,2445
1,0461	31,3890	0,8606	1,4321	1,2303
1,0199	30,1984	0,9857	0,6940	1,2108
1,1512	29,3088	0,8599	2,4168	1,2808
1,0530	29,8703	0,9176	1,9744	1,1912

1,0419	29,9577	0,9258	2,9755	1,1875
1,1199	30,4098	0,9340	3,6157	1,2409
1,2009	29,5664	0,9422	4,2559	1,1406
1,0237	29,9366	0,9504	2,8600	1,1537
1,0323	31,3914	0,9586	2,7600	1,1551
1,0423	29,6556	0,9668	2,6600	1,1437
1,1202	30,8393	0,9750	9,6416	1,1822
1,0443	29,9435	0,9832	8,4930	1,1389
1,0192	29,9055	0,9914	8,5488	1,1359
1,1443	30,2521	0,9996	8,6136	1,1205
1,0185	30,0183	1,0078	9,7663	1,0574
1,0412	30,4931	1,0160	10,2422	1,0593
1,0447	30,2734	1,0242	9,6456	1,0728
1,0195	30,3403	1,0324	9,6165	1,0574
1,1447	30,6704	1,0406	9,9227	1,0602
1,0188	30,3948	1,0488	9,7260	1,1909
1,0766	30,2404	0,9511	9,9540	1,2719
1,0848	30,3210	1,0073	9,6947	1,0947
1,0930	30,1645	0,8521	9,7685	1,1033
1,1012	30,4278	0,8521	10,2445	1,1133
1,1094	30,2166	0,8714	9,5875	1,1912
1,1176	30,5062	1,0773	9,5584	1,1154
1,1258	30,4086	0,9256	9,9249	1,0902
1,1340	29,8437	0,8535	9,7059	1,2154
1,1422	29,8446	0,9366	9,2121	1,0895
1,1504	29,8438	0,9773	9,1048	1,1123
1,1586	32,0375	0,8597	9,9562	1,1157
1,1668	30,1013	0,8901	9,8422	1,0906
1,1750	30,8330	0,8639	9,6867	1,2157
1,1832	30,1772	0,9952	10,2467	1,0899
1,1914	30,6147	0,8970	9,5294	1,1476
1,1996	30,3326	0,8859	9,5003	1,1558
1,2078	29,8985	0,9639	9,9272	1,1640
1,1101	30,6148	1,0449	9,1249	1,1722
1,1663	30,3327	0,8677	9,2299	1,1804
1,0111	29,9237	0,8763	9,2411	1,1886
1,0111	29,8038	0,8863	9,1495	1,1968
1,0304	30,6717	0,9642	9,4579	1,2050
1,2363	30,3836	0,8883	9,1115	1,2132
1,0846	30,3118	0,8632	9,0869	1,2214
1,0125	29,9828	0,9883	8,9640	1,2296
1,0956	29,6290	0,8625	8,4593	1,2378
1,1363	29,8298	0,8852	8,4745	1,2460

1,0187	29,6462	0,8887	8,5826	1,2542
1,0490	30,1359	0,8635	8,4593	1,2624
1,0228	30,1359	0,9887	8,4815	1,2706
1,1542	29,0165	0,8628	9,5272	1,2788
1,0559	28,8615	0,9206	10,1754	1,1811
1,0449	29,1915	0,9288	8,7575	1,2373
1,1228	28,8150	0,9370	8,8265	1,0821
1,2039	28,9777	0,9452	8,9065	1,0821
1,0266	28,9391	0,9534	9,5299	1,1014
1,0352	28,8177	0,9616	8,9230	1,3073
1,0452	28,7815	0,9698	8,7217	1,1556
1,2231	28,6489	0,9780	9,7230	1,0835
1,2966	28,7200	0,9862	8,7161	1,1666
1,2045	28,6458	0,9944	8,8982	1,2073
1,2000	29,0475	1,0026	8,9258	1,0897
1,2472	28,9626	1,0108	8,7244	1,1201
1,2169	28,6371	1,0190	9,7258	1,0939
1,2521	29,3268	1,0272	8,7189	1,2252
1,2121	28,8729	1,0354	9,1811	1,1270
1,2234	28,7331	1,0436	9,2466	1,1159
1,2969	29,0945	1,0518	9,3122	1,1939
1,1955	29,0589	0,9541	9,3778	1,2749
1,1910	28,7269	1,0103	9,4434	1,0977
1,2476	29,1386	0,8551	9,5089	1,1063
1,2138	28,7191	0,8551	9,5745	1,1163
1,1376	29,0478	0,8744	9,6401	1,1942
1,1210	28,8034	1,0803	9,7057	1,1183
1,2524	28,8547	0,9286	9,7712	1,0932
1,2348	29,5963	0,8565	9,8368	1,2183
1,2108	29,6441	0,9396	9,9024	1,0925
1,2972	29,6918	0,9803	9,9680	1,1152
1,1866	29,7396	0,8627	10,0336	1,1187
1,1821	29,7874	0,8930	10,0991	1,0935
1,2479	29,8351	0,8668	10,1647	1,2187
1,1241	29,8829	0,9982	10,2303	1,0928
1,1403	29,9306	0,8999	9,4488	1,1506
1,1421	29,9784	0,8889	9,8985	1,1588
1,1279	30,0262	0,9668	8,6571	1,1670
1,1755	30,0739	1,0479	8,6571	1,1752
1,1221	30,1217	0,8706	8,8116	1,1834
1,1183	30,1694	0,8792	10,4585	1,1916
1,0993	30,2172	0,8892	9,2447	1,1998
1,0214	31,4680	1,0671	8,6681	1,2080

1,0238	32,7188	1,1406	9,3330	1,2162
1,0405	33,9696	1,0485	9,6585	1,2244
1,0214	35,2204	1,0440	8,7178	1,2326
1,0249	36,4712	1,0912	8,9606	1,2408
1,0405	32,2680	1,0609	8,7509	1,2490
1,0289	31,7008	1,0961	9,8019	1,2572
1,0274	30,2246	1,0561	9,0157	1,2654
1,0265	28,7484	1,0674	8,9274	1,2736
1,0262	27,2722	1,1409	9,5509	1,2818
1,0214	25,7960	1,0395	10,1992	1,1841
1,0238	29,2417	1,0350	8,7812	1,2403
1,0349	28,3568	1,0916	8,8502	1,0851
1,0242	30,3590	1,0578	8,9302	1,0851
1,0193	31,6394	0,9816	9,5537	1,1044
1,0291	32,9198	0,9650	8,9468	1,3103
1,0495	30,1280	1,0964	8,7454	1,1586
1,0824	29,9280	1,0788	9,7468	1,0865
1,0413	29,7280	1,0548	8,7399	1,1696
1,0106	29,5280	1,1412	8,9219	1,2103
1,0300	29,3280	1,0306	8,9495	1,0927
1,0330	29,1280	1,0261	8,7481	1,1230
1,0486	28,9280	1,0919	9,7495	1,0968
1,0195	28,7280	0,9681	8,7426	1,2282
1,0323	28,5280	0,9843	9,2048	1,1299
1,0825	28,6464	0,9861	9,2704	1,1189
1,0226	27,9083	0,9719	9,3359	1,1968
1,0634	27,1702	1,0195	9,4015	1,2779
1,0325	26,4321	0,9661	9,4671	1,1006
1,0312	25,6940	0,9623	9,5327	1,1092
1,0432	27,4168	0,9433	9,5982	1,1192
1,0351	26,9744	0,8654	9,6638	1,2971
1,0515	27,9755	0,8678	9,7294	1,3706
1,0439	28,6157	0,8845	9,7950	1,2785
1,0462	29,2559	0,8654	9,8605	1,2740
1,0576	27,8600	0,8689	9,9261	1,3212
1,0481	27,7600	0,8845	9,9917	1,2909
1,0428	27,6600	0,8729	10,0573	1,3261
1,0456	34,6416	0,8714	10,1229	1,2861
1,0402	33,4930	0,8705	10,1884	1,2974
1,0492	33,5488	0,8702	10,2540	1,3709
1,0420	33,6136	0,8654	9,4726	1,2695
1,0519	34,7663	0,8678	9,9222	1,2650
1,0486	35,2422	0,8789	8,6808	1,3216

1,0291	34,6456	0,8682	8,6808	1,2878
1,0291	34,6165	0,8633	8,8353	1,2116
1,0291	34,9227	0,8731	10,4822	1,1950
1,1047	34,7260	0,8935	9,2684	1,3264
1,0380	34,9540	0,9264	8,6919	1,3088
1,0632	34,6947	0,8853	9,3567	1,2848
1,0406	34,7685	0,8546	9,6822	1,3712
1,0557	35,2445	0,8740	8,7415	1,2606
1,0460	34,5875	0,8770	8,9843	1,2561
1,0310	34,5584	0,8926	8,7746	1,3219
1,0557	34,9249	0,8635	9,8257	1,1981
1,0460	34,7059	0,8763	9,0394	1,2143
1,0319	34,2121	0,9265	8,9512	1,2161
1,0277	34,1048	0,8666	9,5746	1,2019
1,0576	34,9562	0,9074	10,2229	1,2495
1,0477	34,8422	0,8765	8,8050	1,1961
1,0452	34,6867	0,8752	8,8739	1,1923
1,0339	35,2467	0,8872	8,9539	1,1733
1,0217	34,5294	0,8791	10,3768	1,0954
1,0286	34,5003	0,8955	10,9644	1,0978
1,0223	34,9272	0,8879	10,2279	1,1145
1,0392	34,1249	0,8902	10,1920	1,0954
1,0392	34,2299	0,9016	10,5699	1,0989
1,0006	34,2411	0,8921	10,3272	1,1145
0,9952	34,1495	0,8868	10,6086	1,1029
1,0066	34,4579	0,8896	10,2886	1,1014
0,9936	34,1115	0,8842	10,3796	1,1005
0,9992	34,0869	0,8932	10,9672	1,1002
0,9979	33,9640	0,8860	10,1561	1,0954
0,9937	33,4593	0,8959	10,1203	1,0978
0,9925	33,4745	0,8926	10,5727	1,1089
0,9879	33,5826	0,8731	10,3023	1,0982
0,9903	33,4593	0,8731	9,6927	1,0933
0,9878	33,4815	0,8731	9,5603	1,1031
1,0016	34,5272	0,9487	10,6113	1,1235
0,9987	35,1754	0,8820	10,4706	1,1564
0,9875	33,7575	0,9072	10,2786	1,1153
1,0113	33,8265	0,8846	10,9699	1,0846
0,9956	33,9065	0,8997	10,0844	1,1040
0,9908	34,5299	0,8900	10,0486	1,1070
1,0033	33,9230	0,8750	10,5754	1,1226
1,0020	33,7217	0,8997	9,5851	1,0935
0,9906	34,7230	0,8900	9,7148	1,1063

1,0048	33,7161	0,8759	9,7286	1,1565
0,9903	33,8982	0,8717	9,6154	1,0966
1,0016	33,9258	0,9016	9,9961	1,1374
0,9932	33,7244	0,8917	9,5686	1,1065
0,9950	34,7258	0,8892	9,5382	1,1052
1,0206	33,7189	0,8779	9,3865	1,1172
1,0222	34,1811	0,8657	8,7634	1,1091
1,0239	34,2466	0,8726	8,7822	1,1255
1,0255	34,3122	0,8663	8,9156	1,1179
1,0272	34,3778	0,8832	8,7635	1,1202
1,0288	34,4434	0,8832	8,7908	1,1316
1,0304	34,5089	0,8446	8,9156	1,1221
1,0321	34,5745	0,8392	8,8236	1,1168
1,0337	34,6401	0,8506	8,8113	1,1196
1,0354	34,7057	0,8376	8,8040	1,1142
1,0370	34,7712	0,8432	8,8016	1,1232
1,0387	34,8368	0,8419	8,7635	1,1160
1,0403	34,9024	0,8377	8,7822	1,1259
1,0420	34,9680	0,8365	8,8715	1,1226
1,0851	35,0336	0,8319	8,7855	1,1031
1,1282	35,0991	0,8343	8,7467	1,1031
1,1714	35,1647	0,8318	8,8244	1,1031
1,2145	35,2303	0,8456	8,9883	1,1787
1,2576	34,4488	0,8427	9,2510	1,1120
1,1127	34,8985	0,8315	8,9226	1,1372
1,0931	33,6571	0,8553	8,6772	1,1146
1,0422	33,6571	0,8396	8,8321	1,1297
0,9913	33,8116	0,8348	8,8562	1,1200
0,9404	35,4585	0,8473	8,9809	1,1050
0,8895	34,2447	0,8460	8,7482	1,1297
1,0083	33,6681	0,8346	8,8504	1,1200
0,9778	34,3330	0,8488	9,2517	1,1059
1,0469	34,6585	0,8343	8,7729	1,1017
1,0910	33,7178	0,8456	9,0994	1,1316
1,1352	33,9606	0,8372	8,8523	1,1217
1,0389	33,7509	0,8390	8,8418	1,1192
1,0320	34,8019	0,8646	8,9374	1,1079
1,0251	34,0157	0,8662	8,8729	1,0957
1,0182	33,9274	0,8679	9,0039	1,1026
1,0113	34,5509	0,8695	8,9433	1,0963
1,0044	35,1992	0,8712	8,9617	1,1132
0,9975	33,7812	0,8728	9,0528	1,1132
0,9906	33,8502	0,8744	8,9768	1,0746

