



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE  
INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y  
BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Edgar Giovaní Tuyuc Martínez**

Asesorado por el Ing. William Estuardo Escobar Argueta

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE  
INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y  
BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**EDGAR GIOVANÍ TUYUC MARTÍNEZ**

ASESORADO POR EL ING. WILLIAM ESTUARDO ESCOBAR ARGUETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE  
INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y  
BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 5 de marzo de 2016.

  
**Edgar Giovanni Tuyuc Martínez**



Guatemala, 16 de mayo de 2017

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto  
Directora de la Unidad de E.P.S.  
Facultad de Ingeniería

Estimada Inga. Classon:

De manera atenta y por este medio, hago constar que el Informe Final de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas EDGAR GIOVANÍ TUYUC MARTÍNEZ con registro académico No. 200312850, cuyo título es **"SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, fue finalizado según los requerimientos establecidos al inicio y desarrollo del mismo.

Agradeciendo su atención a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. William Estuardo Escobar Argueta  
Colegiado 11,529

Ing. William Estuardo Escobar Argueta  
Asesor de Proyecto



Guatemala, 22 de mayo de 2017.

REF.EPS.D.151,.05.2017.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk  
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Perez Turk:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edgar Giovaní Tuyuc Martínez**, Registro Académico 200312850 y CUI 1693 87399 0401 quien fue debidamente asesorado por el Ing. William Estuardo Escobar Argueta y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCsP/ra



Guatemala, 22 de mayo de 2017.  
REF.EPS.DOC.338.05.2017.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Edgar Giovani Tuyuc Martínez, Registro Académico 200312850 y CUI 1693 87399 0401** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medina  
Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA



Universidad San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 7 de Junio de 2017

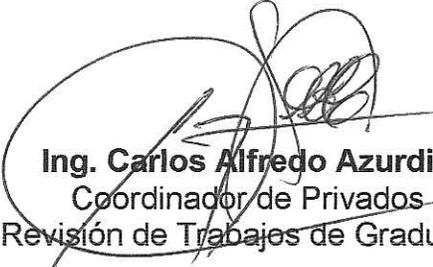
Ingeniero  
**Marlon Antonio Pérez Türk**  
Director de la Escuela de Ingeniería  
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **EDGAR GIOVANÍ TUYUC MARTÍNEZ** carné 200312850 y CUI 1693 87399 0401, titulado: "SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,

  
**Ing. Carlos Alfredo Azurdia**  
Coordinador de Privados  
y Revisión de Trabajos de Graduación



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS Y SISTEMAS  
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante **EDGAR GIOVANÍ TUYUC MARTÍNEZ** aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

*Ing. ~~Marlon Antonio Pérez Turk~~*

**Director**

**Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**



Guatemala, 6 de septiembre de 2017

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

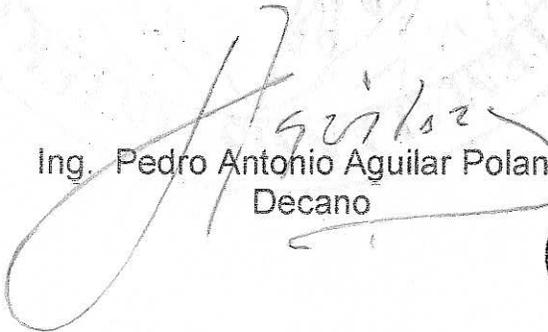


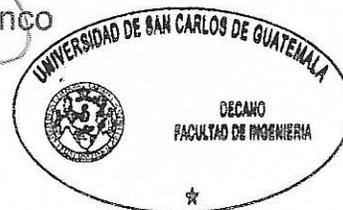
Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref.DTG.D.397.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Giovani Tuyuc Martínez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2017

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por la bendición de permitirme llegar a este día y compartir este triunfo con toda mi familia y amigos. Todo se lo debo a Él.

### **Mis padres**

Alfonso Tuyuc y Ofelia Martínez, por sus consejos y correcciones a lo largo de mi vida, por ese esfuerzo y apoyo incondicional, material y espiritual, que me han permitido alcanzar este triunfo.

### **Mis hermanas**

Ingrid y Liseth, por estar en mis momentos de alegría así como en los momentos de desánimo, apoyándome con palabras de aliento y deseando muchas veces entender lo que hacía para poder ayudarme. Por el cariño y sus regaños con el deseo de que llegara a este día.

### **Mi familia**

A los que ya no están con nosotros, a los que sí, tíos, tías, primos, primas y demás familia que de una u otra manera mostraban interés en mis resultados y me animaban a continuar.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de formación académica y por la oportunidad de culminar mi carrera profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Lugar donde desarrollé mis habilidades técnicas y profesionales y que me hicieron crecer como persona.

**Instituto de  
Investigaciones  
Químicas y Biológicas**

Institución donde realicé mi trabajo de graduación y me brindó todo el apoyo a su alcance para que se desarrollara el proyecto.

**Ing. William Escobar**

Por su tiempo brindado durante la asesoría del presente trabajo de graduación y desarrollo del proyecto.



1.2.2.1.	Avales para propuestas de investigación.....	6
1.2.2.2.	Avales para proyectos en ejecución .....	6
1.2.2.3.	Avales para informe final .....	6
1.2.2.4.	Inventario.....	6
1.2.2.5.	Vehículos.....	7
1.2.2.6.	Constancias.....	7
1.2.2.7.	Registro .....	7
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.2.	Investigación preliminar para la solución del proyecto .....	9
2.2.1.	Metodología de desarrollo de software .....	10
2.2.1.1.	Cascada .....	10
2.2.1.2.	Prototipos .....	11
2.2.1.3.	Espiral .....	11
2.2.1.4.	Iterativo e incremental .....	12
2.2.1.5.	<i>Scrum</i> .....	12
2.2.2.	Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web.....	13
2.2.3.	<i>Framework</i> de desarrollo web .....	13
2.2.3.1.	Principales <i>frameworks</i> en la actualidad .....	14
2.3.	Presentación de la solución .....	15
2.3.1.	Tecnologías para el desarrollo .....	16
2.3.2.	Infraestructura .....	16
2.3.3.	Toma de requerimientos.....	17
2.3.4.	Identificar procesos .....	17
2.3.5.	Identificar límites y prioridades .....	18

2.3.6.	Recursos tecnológicos.....	18
2.3.7.	Solución presentada .....	18
2.3.7.1.	Página de inicio .....	19
2.3.7.2.	Ingreso al sistema.....	19
2.3.7.3.	Registro .....	20
2.3.7.4.	Avales de propuestas .....	21
2.3.7.4.1.	Solicitud de aval .....	21
2.3.7.4.2.	Seguimiento.....	22
2.3.7.4.3.	Editar propuesta .....	23
2.3.7.4.4.	Visualizar detalle .....	23
2.3.7.4.5.	Adjuntar archivo.....	23
2.3.7.5.	Avales de proyecto en ejecución .....	24
2.3.7.5.1.	Solicitud de aval .....	24
2.3.7.5.2.	Seguimiento.....	24
2.3.7.5.3.	Adjuntar archivo.....	25
2.3.7.5.4.	Compra de equipo .....	25
2.3.7.5.5.	Detalle de equipo.....	26
2.3.7.6.	Avales de informe final .....	26
2.3.7.6.1.	Solicitud de aval .....	26
2.3.7.6.2.	Seguimiento.....	27
2.3.7.7.	Gestión de propuestas.....	28
2.3.7.7.1.	Visualizar detalle .....	28
2.3.7.7.2.	Bitácora .....	29
2.3.7.7.3.	Seguimiento.....	29
2.3.7.7.4.	Revisión inicial.....	29
2.3.7.7.5.	Revisión final .....	29
2.3.7.7.6.	Exportación.....	29
2.3.7.8.	Gestión de proyecto en ejecución.....	30
2.3.7.8.1.	Seguimiento.....	31

	2.3.7.8.2.	Revisión .....	32
	2.3.7.9.	Gestión de informe final.....	32
		2.3.7.9.1.	Seguimiento .....
		2.3.7.9.2.	Revisión .....
	2.3.7.10.	Inventario.....	33
	2.3.7.11.	Inventario general.....	34
	2.3.7.12.	Préstamo de vehículo.....	34
		2.3.7.12.1.	Solicitar préstamo .....
		2.3.7.12.2.	Vehículos disponibles ...
		2.3.7.12.3.	Detalle .....
	2.3.7.13.	Gestión de préstamo .....	36
		2.3.7.13.1.	Fechas reservadas.....
		2.3.7.13.2.	Detalle y actualizar .....
		2.3.7.13.3.	Aprobación .....
		2.3.7.13.4.	Cancelar.....
	2.3.7.14.	Servicios a vehículo .....	37
	2.3.7.15.	Catálogo de vehículo.....	38
	2.3.7.16.	Constancias.....	38
	2.3.7.17.	Gestión de constancia.....	38
	2.3.7.18.	Consultas .....	39
2.4.		Costos del proyecto.....	39
2.5.		Beneficios del proyecto .....	41
3.		FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE .....	43
	3.1.	Capacitación .....	43
		3.1.1.	Objetivo .....
		3.1.2.	Acciones y medios .....
		3.1.2.1.	Manuales de usuario .....
		3.1.2.2.	Capacitación presencial .....

CONCLUSIONES ..... 45  
RECOMENDACIONES ..... 47  
BIBLIOGRAFÍA ..... 49



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Infraestructura de red física .....	17
2.	Página de ingreso al sistema.....	19
3.	Página de registro.....	20
4.	Propuestas de investigación .....	21
5.	Solicitud para avalar propuesta .....	22
6.	Seguimiento de propuesta de investigación .....	23
7.	Proyecto en ejecución .....	24
8.	Seguimiento de proyecto en ejecución .....	25
9.	Informe final.....	26
10.	Solicitud de aval de informe final .....	27
11.	Seguimiento de informe final .....	27
12.	Gestión de propuestas de investigación .....	28
13.	Exportación de propuestas .....	30
14.	Gestión de proyecto en ejecución.....	31
15.	Seguimiento de proyecto en ejecución .....	31
16.	Gestión de informe final .....	32
17.	Seguimiento de informe final .....	33
18.	Solicitudes de préstamo de vehículo .....	34
19.	Solicitud de préstamo de vehículo .....	35
20.	Gestión de préstamo de vehículos .....	36
21.	Servicios a vehículo.....	37
22.	Catálogo de vehículos .....	38
23.	Gestión de solicitud de constancias.....	39

## TABLAS

I.	Recurso humano – costos.....	40
II.	Hardware – depreciación .....	40

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>MB</b>	Megabyte
<b>Q</b>	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Aplicación web</b>	Aplicación de software a la que se puede tener acceso por medio de una conexión a internet o intranet, mediante el uso de un navegador web.
<b>Automatización</b>	Aplicación de una serie de procesos automáticos a procedimientos manuales.
<b><i>Framework</i></b>	Marco de trabajo que permite el desarrollo de aplicaciones de software.
<b>Hardware</b>	Conjunto de componentes físicos que conforman un sistema informático.
<b>Navegador web</b>	Software que permite el acceso a internet e interpreta la información de archivos y sitios web para que puedan ser leídos.



## RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema web que centralice e integre los distintos procesos de gestiones realizadas por la Unidad de Gestión y Vinculación del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas y por los investigadores de las distintas unidades de investigación, de manera que los procesos que actualmente se hacen de forma manual, se automaticen. Se espera que de esta manera se logre agilizar y administrar dichos procesos por medio de una herramienta de software.

Cada una de las áreas o módulos que se desarrollarán se dividirá en funcionalidades específicas para la investigación y administración. Entre ellos, se encuentran:

- Avalés para propuestas de investigación
- Avalés para proyectos en ejecución
- Avalés para informe final de proyectos
- Administración y préstamo de vehículos
- Solicitudes de constancias
- Registro de investigadores



## **OBJETIVOS**

### **General**

Automatizar las gestiones que se realizan para el seguimiento de los proyectos de investigación llevados a cabo por las unidades de investigación científica y tecnológica acreditadas en el Instituto. De esta manera se permite la agilización y administración en línea de estos procesos.

### **Específicos**

1. Integrar y organizar en una herramienta los distintos procesos que se realizan en el Instituto.
2. Agilizar las gestiones que se realizan directamente por la Unidad de Gestión y Vinculación para el seguimiento de los proyectos de investigación.
3. Brindar una plataforma web que le permita a los investigadores realizar los procesos asociados de forma no presencial.
4. Brindar una herramienta a la Unidad de Gestión y Vinculación del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas que le facilite la administración de sus procesos.
5. Administrar las gestiones de mantenimiento y préstamo de vehículos que posee el Instituto para las actividades de investigación.



## INTRODUCCIÓN

El adelanto de la tecnología ha abierto campo en toda actividad diaria que realizamos, como transportarnos de un lugar a otro, entablar una comunicación desde distintos puntos geográficos, enviar un correo y que este sea recibido en cuestión de segundos, cancelar una factura sin salir de casa o lugar de trabajo, entre otros. No cabe duda que la tecnología es de gran apoyo.

El crecimiento del mercado en el servicio de internet en nuestro medio ha permitido que instituciones del sector privado y público presten sus servicios a través de la red. De esta manera se ha reducido el tiempo de espera para realizar alguna gestión y agilizar el proceso de respuesta a la misma.

Desde esta perspectiva, el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB) de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, vio la necesidad de sistematizar y disponer varios de sus procesos para gestiones de investigación en una herramienta web que pueda ser accedida en línea por el personal administrativo y por los investigadores asociados a las distintas unidades investigativas.

Este proyecto se desarrollará abarcando diferentes procesos de acuerdo a las necesidades planteadas. Entre los principales están los siguientes:

- Avaes para propuestas de investigación
- Avaes para proyectos en ejecución

- Avalés para informe final de proyectos
- Administración y préstamo de vehículos
- Solicitudes de constancias
- Registro de investigadores

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Antecedentes de la institución**

La unidad de la Universidad de San Carlos de Guatemala, responsable de la planificación, coordinación, supervisión y evaluación de las actividades de investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, es el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas -IIQB-.

### **1.1.1. Reseña histórica**

El Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas fue creado en 1990 con el objetivo de coordinar, planificar, supervisar, ejecutar y evaluar las actividades de investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. La investigación científica que realiza el Sistema de Investigación de la Facultad es coordinada por el Instituto. Cuenta con el apoyo de un Consejo Asesor que representa a cada Escuela o Programa de la Facultad.

La Dirección dispone de la Coordinación Técnica, de la Coordinación de Gestión y Vinculación y de la Unidad de Biometría para el cumplimiento de sus funciones. El Instituto promueve la investigación científico-tecnológica en los estudiantes, docentes e investigadores a través de conferencias, seminarios y talleres impartidos por profesionales y científicos nacionales y extranjeros. Así mismo, imparte cursos de estadística y bioestadística a las carreras de la Facultad, a través de la Unidad de Biometría. Brinda también asesoría para el diseño experimental de los proyectos de investigación que se generan en el Sistema de Investigación y que lo requieran.

### **1.1.2. Misión**

El Sistema de Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia es el ente que genera y transfiere conocimiento científico y tecnológico para buscar soluciones a la problemática nacional, satisfacer las necesidades de la población y buscar el desarrollo del país. Su misión es también retroalimentar la docencia, extensión y producción de bienes o servicios que brinda la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia a la población, instituciones públicas y privadas.

Lo anterior se realizará por medio de Unidades de Investigación acreditadas por la Facultad, constituidas por su personal académico, estudiantes y colaboradores. Todos deberán cumplir las responsabilidades especiales de rigor científico, prudencia, probidad intelectual e integridad, así como practicar los valores de equidad, tolerancia, solidaridad y justicia, tanto en la realización de sus investigaciones como en la presentación y utilización de sus resultados.

### **1.1.3. Visión**

El Sistema de Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, integrado por las Unidades de Investigación, genera y transfiere conocimiento científico y tecnológico en un marco integral y humanístico en las áreas de salud, ambiente e industria, en función de los principales problemas y necesidades del país y sus potencialidades de desarrollo, vinculado a la docencia, extensión y producción de bienes y servicios.

#### **1.1.4. Servicios que realiza**

Entre las actividades que el Instituto realiza se describen las siguientes:

Promover la investigación científico-tecnológica en los estudiantes, docentes e investigadores a través de conferencias, seminarios y talleres, impartidos por profesionales y científicos nacionales y extranjeros.

Organizar la Jornada y la Feria Científica de la Facultad, actividades anuales que brindan el espacio para intercambiar experiencias, incentivar en los estudiantes el pensamiento científico y retroalimentar la investigación con la docencia impartida en las aulas de la Facultad.

Publicar semestralmente artículos originales en la Revista Científica de la Facultad, que en septiembre de 2014 fue reconocida por la USAC como la primera revista indizada en el catálogo del Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, del Centro de acopio Latindex-Guatemala.

Buscar el establecimiento de vínculos con instituciones guatemaltecas y extranjeras que permitan alcanzar los objetivos del Sistema de Investigación, para que de manera colectiva pueda darse oportuna respuesta a las necesidades nacionales en el área de salud, ambiente e industria.

## **1.2. Descripción de las necesidades**

Las necesidades identificadas por el personal administrativo que se desea satisfacer para agilizar los procesos de seguimiento a proyectos de investigación, son las siguientes:

### **1.2.1. Personal de investigación**

#### **1.2.1.1. Avaless para propuestas de investigación**

Automatizar el proceso para avalar propuestas de investigación. El investigador enviará la solicitud con la documentación correspondiente y entrará en el proceso de seguimiento y revisión hasta que dicha propuesta sea avalada.

#### **1.2.1.2. Avaless para proyectos en ejecución**

Automatizar el proceso para avalar distintos documentos asociados a los proyectos que están en ejecución. El investigador enviará la solicitud con la documentación correspondiente y entrará en el proceso de seguimiento y revisión hasta que dichos documentos sean avalados.

#### **1.2.1.3. Avaless para informe final**

Automatizar el proceso para avalar la documentación asociada a los informes finales de proyectos. El investigador enviará la solicitud con la documentación y entrará en el proceso de seguimiento y revisión hasta que dichos documentos sean avalados.

#### **1.2.1.4. Inventario**

Llevar el detalle de los equipos que fueron adquiridos de parte del investigador durante el desarrollo de cada proyecto de investigación.

#### **1.2.1.5. Vehículos**

Automatizar el proceso de solicitud para el préstamo y devolución de vehículos que se utilizan en distintas actividades de investigación.

#### **1.2.1.6. Constancias**

Automatizar el proceso de solicitud sobre constancias de las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto.

#### **1.2.1.7. Registro**

Se requiere que los investigadores puedan ingresar sus datos personales y quedar registrados en el sistema.

#### **1.2.1.8. Consultas**

Se requiere de un área donde se pueda solicitar información o enviar sugerencias.

## **1.2.2. Personal administrativo**

### **1.2.2.1. Avals para propuestas de investigación**

Automatizar el proceso de gestión administrativa para avalar propuestas de investigación. Llevar el seguimiento y revisión correspondiente de la solicitud ingresada.

### **1.2.2.2. Avals para proyectos en ejecución**

Automatizar el proceso de gestión administrativa para avalar distintos documentos asociados a los proyectos que están en ejecución, llevando el seguimiento y revisión correspondiente de la solicitud ingresada.

### **1.2.2.3. Avals para informe final**

Automatizar el proceso de gestión administrativa para avalar la documentación asociada a los informes finales de proyectos, llevando el seguimiento y revisión correspondiente de la solicitud ingresada.

### **1.2.2.4. Inventario**

Llevar el detalle de todos los equipos que fueron adquiridos por los investigadores durante el desarrollo de los proyecto de investigación.

#### **1.2.2.5. Vehículos**

Automatizar el proceso de gestión administrativa para el préstamo y devolución de vehículos que se utilizan en distintas actividades de investigación.

#### **1.2.2.6. Constancias**

Automatizar el proceso de gestión administrativa sobre solicitudes de constancias de las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto.

#### **1.2.2.7. Registro**

Permitir al personal administrativo activar o desactivar el registro previamente ingresado de los investigadores.



## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Descripción del proyecto**

Se implementará una aplicación web para la oficina de Gestión y Vinculación del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas que permitirá a los investigadores de las distintas unidades, gozar varios de los servicios que presta dicha institución.

Debido a que los investigadores realizan actividades en diferentes puntos de la república, es de gran importancia contar con un sistema informático que permita salvar el inconveniente de la distancia y ofrezca una vía de comunicación ágil para gestionar asuntos referentes a los proyectos de investigación.

Al implementar dicha aplicación se busca satisfacer la necesidad de integrar en un solo sitio varios de los procesos que se realizan en el seguimiento de los proyectos de investigación. Se abordará el problema mediante esta herramienta web, lo que permitirá tanto al investigador como al administrador acceder a los servicios en cualquier lugar mediante una conexión de internet.

### **2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto**

Para el desarrollo de una aplicación web es necesario definir un marco de trabajo con el cual se pretende abarcar cada una de las necesidades que se desea satisfacer. Este marco de trabajo nos permitirá planificar, estructurar y controlar el proceso de desarrollo de la aplicación y la etapa de implementación del sistema. A continuación abarcaremos los temas de investigación realizados,

enfocados en identificar el marco de trabajo y las herramientas a utilizar para el desarrollo de dicha aplicación.

### **2.2.1. Metodología de desarrollo de software**

Existen diferentes metodologías para el desarrollo de software. Estas fueron creadas para dirigir, a través de una serie de etapas, la construcción de un producto de software. Dependiendo del tipo de proyecto se puede optar por una metodología tradicional o ágil. A continuación se presenta algunas de las metodologías más reconocidas para el desarrollo de software:

- Cascada
- Prototipos
- Incremental
- Espiral
- *Scrum*

#### **2.2.1.1. Cascada**

Este modelo se conforma por una serie de actividades en forma secuencial; es decir, que para poder realizar una actividad posterior, es necesario haber culminado con la que le precede y de esa manera avanzar en cada una. Una vez se avance en la siguiente actividad, no se podrá retroceder a las anteriores. Es por esta propiedad que se le llama a esta metodología “en cascada”, debido al comportamiento de una cascada.

### **2.2.1.2. Prototipos**

Esta metodología se enfoca en la realización de prototipos; es decir, la implementación de un producto no terminado pero, a su vez, funcional. El único fin es el de presentarle al cliente una idea de lo que se pretende desarrollar, de tal manera que confirme la interpretación del requerimiento presentado. De ser necesario, se podrá realizar los cambios correspondientes para luego desarrollarlo en su totalidad, con la certeza de que lo que se está trabajando es exactamente lo que el cliente solicita. Debido a la adaptación que pueden sufrir los prototipos este modelo tiende a ser iterativo, a fin de poder mejorar en cada iteración los prototipos desarrollados.

### **2.2.1.3. Espiral**

Este modelo es una combinación de la metodología lineal e iterativa. Se divide en cuatro cuadrantes con el fin de poder evaluar y reducir los riesgos en la continuación del proyecto. Los cuatro cuadrantes son los siguientes:

- Determinar objetivos, alternativas y desencadenantes de la iteración.
- Evaluación de alternativas e identificación de los riesgos para, posteriormente, resolverlos.
- Desarrollar y validar los resultados de la iteración.
- Plan de la próxima iteración.

#### **2.2.1.4. Iterativo e incremental**

Este modelo es una combinación de la metodología lineal e iterativa. Consiste en la aplicación iterativa del modelo de cascada con el fin de reducir los riesgos en la continuidad del proyecto, de tal manera que a cada iteración se mejore el producto a desarrollar hasta contar con el producto final, para así avanzar con las siguientes actividades que conforman el proyecto.

#### **2.2.1.5. Scrum**

Es una de las metodologías ágiles y sobresalientes para el desarrollo de software. Se basa en iteraciones cortas o *sprints* en donde cada *sprint* es una parte funcional del proyecto. De esta manera, los interesados ven el crecimiento del proyecto en cada iteración. Además, se tiene la oportunidad de introducir nuevas funcionalidades o realizar correcciones en cada una. Entre sus principales etapas están las siguientes:

- *Product backlog* o pila de productos. Se refiere al conjunto de necesidades o funcionalidades requeridas por el proyecto.
- *Sprint Planning*. El principal involucrado selecciona y prioriza un subconjunto de requerimientos. El equipo de trabajo define el plan para desarrollar y entregar el producto al final del *sprint*.
- *Sprint*. Es el período de ejecución donde el equipo desarrollará las tareas programadas correspondientes. Cada *sprint* tiene un tiempo definido entre dos a cuatro semanas.

- *Daily Scrum*. Son reuniones de 15 minutos en promedio que se realizan al comienzo de cada día, con el fin de poner al tanto de las actividades que se están desarrollando y resolver cualquier conflicto que impida el avance del proyecto.
- *Sprint Review*. La entrega del producto o versión funcional al final del *sprint* se revisa y valida juntamente con los *stakeholders* o principales involucrados.
- *Sprint Retrospective*. Es una reunión donde el equipo valora el trabajo realizado en el *sprint*, identificando las mejoras que pueden realizarse para el siguiente.

### **2.2.2. Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web**

En la actualidad existen *frameworks* de desarrollo web, los cuales brindan una base para el desarrollo de aplicaciones. A través de la proporción de bibliotecas, módulos y componentes que han sido creados mediante la detección de patrones en el desarrollo de aplicaciones web y la implementación de buenas prácticas, nos brindan un marco de trabajo propicio para la implementación de un nuevo sistema.

### **2.2.3. Framework de desarrollo web**

La complejidad y el tamaño de los sistemas que se desarrollan en la actualidad demandan de la utilización de un *framework* de desarrollo que permita enfocar el esfuerzo en las necesidades propias de los requerimientos del sistema a implementar y reducir el esfuerzo en tareas repetitivas y claramente identificadas, cuyos módulos y/o componentes ya han sido implementados y que

a través de un proceso de configuración se adaptan a las necesidades que se desea implementar. Algunos *frameworks* son más fáciles de adaptar a las necesidades que otros. Es por ello que, dependiendo de la complejidad y peculiaridad del sistema, será necesario realizar un proceso de análisis para identificar qué *framework* puede solventar de mejor manera las necesidades del sistema.

La mayoría de *frameworks* de desarrollo actuales implementan un patrón de arquitectura de desarrollo llamado Modelo-Vista-Controlador, cuyo fin primordial es separar la lógica del negocio de la interfaz del usuario. Esta separación le brinda una mejora en cuanto a legibilidad y escalabilidad de la aplicación; le permite tener un código de fácil mantenimiento y la fácil incorporación y extensión en funcionalidad.

Uno de los factores que hay que tomar en cuenta al momento de elegir un *framework* de desarrollo web es la documentación con la que cuenta, ya que afectará de manera directa el tiempo de aprendizaje que será necesario emplear para beneficiarse de las ventajas que brinda. Otro de los factores a considerar es que cuanto más configurable sea un *framework*, mayor será el tiempo utilizado en el aprendizaje del mismo. Por tanto, antes de seleccionar uno debería de considerarse el tiempo de aprendizaje disponible para desarrollar el sistema de interés.

### **2.2.3.1. Principales *frameworks* en la actualidad**

Los principales *frameworks* de desarrollo web de la actualidad se presentan a continuación:

- Lavarel

- Symfony
- Phalcon
- Yii
- Codeigniter
- Zend

Todos los mencionados cuentan con muchas características en común y se diferencian uno del otro en cuanto a rendimiento en peticiones por segundo, manejo de recursos (específicamente en cuanto al uso de la memoria RAM), grado de configuración de las distintas librerías o módulos que brindan, la documentación con la que cuenta y la curva de aprendizaje que conlleva la utilización de cada uno.

### **2.3. Presentación de la solución**

Para la solución del proyecto se estableció el uso del modelo *Scrum* como metodología de desarrollo, ya que permitirá que el cliente pueda tener versiones funcionales en corto tiempo y obtener una retroalimentación de los módulos a desarrollarse y realizar las correcciones correspondientes en el caso de ser necesario, con el objetivo de brindar un sistema alineado a las necesidades del Instituto.

### **2.3.1. Tecnologías para el desarrollo**

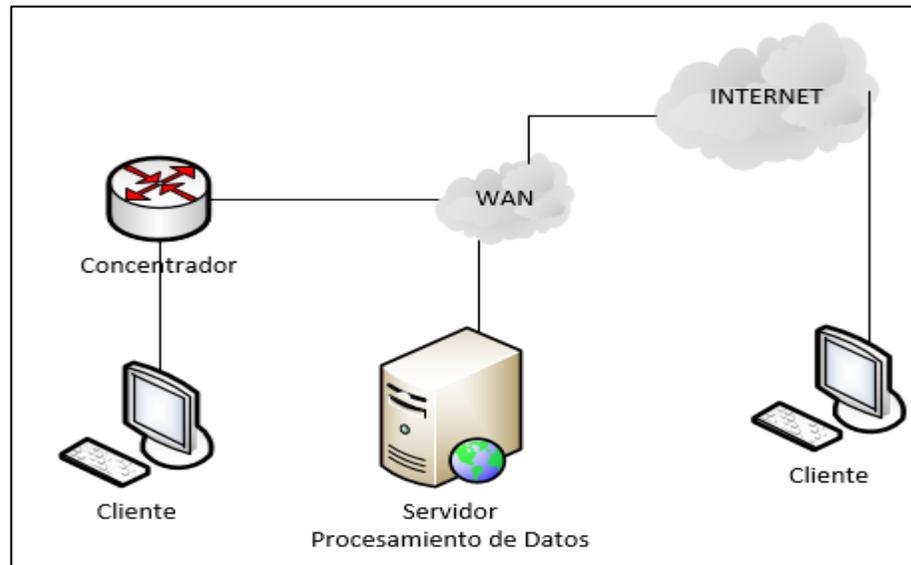
Para el desarrollo e implementación del sistema se hizo uso de las tecnologías que se describen a continuación:

- Para el desarrollo se utilizó el *framework* Yii 2, que es un marco de trabajo basado en el lenguaje PHP para el desarrollo de aplicaciones web de alto rendimiento y de gran escala. Se basa en la arquitectura Modelo-Vista-Controlador MVC e integra tecnologías tales como Bootstrap, JQuery y CSS.
- Para la gestión de los servicios de la aplicación se implementó uno de los servidores web más importantes en el medio tecnológico, Nginx.
- Para el almacenamiento y gestión de la información se utilizó el gestor de base de datos MySQL.

### **2.3.2. Infraestructura**

La oficina del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia cuenta con un espacio de alojamiento brindado por el departamento de Procesamiento de Datos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde será publicada la aplicación web a implementarse (figura 1).

Figura 1. **Infraestructura de red física**



Fuente: elaboración propia.

Se desconoce la infraestructura de red WAN debido a que es de acceso restringido y administrado por el Departamento de Procesamiento de Datos de la Universidad San Carlos de Guatemala.

### **2.3.3. Toma de requerimientos**

Se llevaron a cabo reuniones con los interesados, las cuales permitieron obtener las necesidades y detalles del proyecto a desarrollar. También se efectuó una retroalimentación de los requerimientos cuando se realizaron las entregas de fases parciales hasta concluir la fase final del proyecto.

### **2.3.4. Identificar procesos**

Se identificó los procesos actuales involucrados que se llevan a cabo en la Unidad de Gestión y Vinculación, así como los pasos que conllevan cada uno para obtener los resultados deseados.

### **2.3.5. Identificar límites y prioridades**

Se delimitó las necesidades del negocio con base en el tiempo estipulado para desarrollar el proyecto. Se dio prioridad a las más necesarias.

### **2.3.6. Recursos tecnológicos**

Se analizó los recursos disponibles y se verificó que se tiene lo necesario en cuanto a hardware y software que permitan implementar de manera adecuada el proyecto.

### **2.3.7. Solución presentada**

La solución implementada para el proyecto involucró el desarrollo de un conjunto de módulos que se presentan a continuación:

- Módulo de Control de Acceso
- Módulo de Avaes
- Módulo de Inventarios
- Módulo de Vehículos
- Módulo de Constancias
- Módulo de Registro de Usuarios
- Módulo de Administración de Usuarios

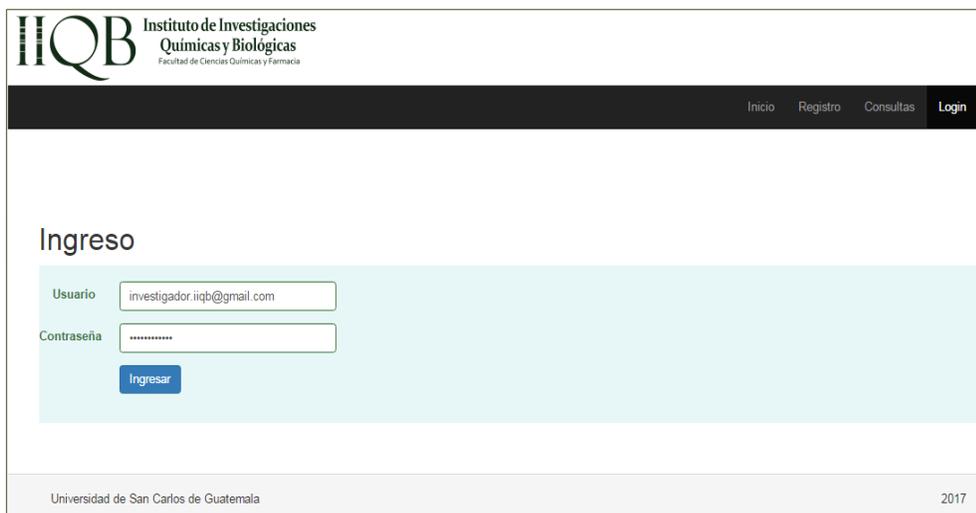
### 2.3.7.1. Página de inicio

La página de inicio muestra un encabezado de la institución a la cual representa la aplicación. Se encuentra también un menú principal que brinda las opciones que el usuario puede realizar. Dicho menú —dependiendo del rol en el que el usuario se encuentre identificado— desplegará una serie de opciones en particular. Las que se muestran inicialmente son la página de Inicio, Registro, Consultas y Login.

### 2.3.7.2. Ingreso al sistema

Para ingresar al sistema, el usuario deberá registrarse previamente, lo que permitirá brindarle las funcionalidades correspondientes dependiendo del rol que tenga, como se observa en la siguiente figura:

Figura 2. Página de ingreso al sistema



The screenshot shows the login page for the Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. The header includes the logo 'IIQB' and the text 'Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia'. A navigation menu at the top right contains links for 'Inicio', 'Registro', 'Consultas', and 'Login'. The main content area is titled 'Ingreso' and contains a light blue box with two input fields: 'Usuario' (containing 'investigador.iqb@gmail.com') and 'Contraseña' (containing '\*\*\*\*\*'). Below the fields is a blue 'Ingresar' button. The footer of the page displays 'Universidad de San Carlos de Guatemala' on the left and '2017' on the right.

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.3. Registro

Los usuarios podrán registrarse en el sistema por medio de un formulario donde se le solicitan datos personales e información asociada como investigador. Cuando envíe la información, el sistema automáticamente le enviará una notificación a su correo con su usuario y contraseña, como se observa en la siguiente figura:

Figura 3. Página de registro

Registro de Investigadores IIQB

Nombres

Apellidos

Edad

Correo electrónico

Teléfono

Código Único de Identificación -CUI- (DPI)

Adjuntar imagen del anverso (lado de la fotografía) de su DPI

Sexo

¿Tiene relación laboral con la USAC?

Escuela o Programa a que se vincula

¿Está adscrito a alguna Unidad de Investigación?

Si su respuesta ha sido si, indicar el nombre de la Unidad de Investigación

¿Ha presentado propuestas de investigación?

¿Le han aprobado propuestas de investigación?

Si le han aprobado propuestas de investigación, indique las instituciones que han cofinanciado:

Dirección General de Investigación -DIGI-

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT

Otros entes financiadores nacionales

Otros entes financiadores internacionales

Número de propuestas de investigación que le han sido aprobadas

¿Tiene publicaciones indexadas?

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.4. Avaluos de propuestas

Se muestra al investigador la lista de propuestas que ha realizado. En esta área tendrá las opciones para solicitar un nuevo aval de propuesta de investigación, dar seguimiento a los avaluos, visualizar el detalle y editar la información ingresada, como se observa en la siguiente figura:

Figura 4. Propuestas de investigación



The screenshot shows a web interface titled 'Propuesta de Investigación'. At the top left, there is a green button labeled 'Solicitar Aval'. Below it is a table with the following data:

Referencia	Ingreso	Avalado	Título	Estado	
VVIIQB.2017.102	19-03-2017		Evaluación de la cadena productiva para aprovechamiento de los residuos sólidos del eje de la inflorescencia de la piña	Ingresado	seguimiento 🔍 ✎
VVIIQB.2017.101	13-03-2017	18-03-2017	Contaminación del lago de Atitlán	Avalado	seguimiento 🔍 ✎

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.4.1. Solicitud de aval

Permite al investigador llenar una solicitud con la información requerida. Al enviarla, entra en el proceso de seguimiento hasta que sea avalada (figura 5).

Figura 5. **Solicitud para avalar propuesta**

The screenshot shows a web interface for submitting an investment proposal. At the top, there is a green header with the text 'Propuesta de Investigación' and a 'Regresar' button. Below the header is a progress bar with five circular icons; the first icon is highlighted with a blue play button, indicating the current step. The main form area is divided into two columns of input fields:

<b>Investigador responsable en la Facultad</b> Dr. Felipe Lopez	<b>Línea de selección</b> Línea selección II
<b>Título de la propuesta</b> a para aprovechamiento de los residuos sólidos del eje de la inflorescencia de la piña	<b>Fecha prevista de inicio y finalización</b> 01-03-201 ↔ 31-10-2018
<b>Convocatoria a la que participa</b> DIGI	<b>Tipo de investigación</b> Desarrollo Experimental
<b>-Otra (especifique convocatoria)</b> [Empty field]	<b>Monto solicitado</b> 20000
<b>Programa de investigación donde participa</b> Salud - Seguridad alimentaria y nutricional	<b>Monto contraparte</b> 20000
<b>-Otro (especifique programa de investigación)</b> [Empty field]	<b>Monto total</b> 40000

At the bottom right of the form is a green button labeled 'Siguiente >'.

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.4.2. Seguimiento

El investigador llevará el seguimiento de la solicitud de propuesta ingresada, así como las acciones que deberá realizar según las indicaciones u observaciones hechas por parte del personal administrativo (figura 6).

Figura 6. Seguimiento de propuesta de investigación

Seguimiento de propuesta de investigación						
<a href="#">← Regresar</a>						
<p><b>Referencia</b> VIIQB.2017.101</p> <p><b>Título propuesta</b> Contaminación del lago de Atitlan</p> <p><b>Documentos iniciales</b> Aval de Dirección de Escuela, Propuesta de investigación, Ficha presupuestaria, Planilla de personal</p> <p><b>Documentos finales</b> Carta o contrato de financiamiento</p>						
#	Ingreso/Revisión	Comentarios	Comentarios sobre revisión	Documento	Estado	Acción
1	13-03-2017 13-03-2017		para finalizar el proceso, adjunte el contrato de financiamiento	<a href="#">aval-direccion.png</a> <a href="#">Fichapresupuestaria.docx</a> <a href="#">Planilla.docx</a> <a href="#">Propuesta-14F.pdf</a>	Pendiente de Financiamiento	
2	18-03-2017 18-03-2017			<a href="#">Carta-financiamiento.pdf</a>	AVALADO	

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.4.3. Editar propuesta

El investigador podrá actualizar la información ingresada de la solicitud de aval de propuesta de investigación.

#### 2.3.7.4.4. Visualizar detalle

Se mostrará el detalle completo de la información asociada a la solicitud de aval de propuesta que esté ingresada en el sistema.

#### 2.3.7.4.5. Adjuntar archivo

El investigador adjuntará el documento o documentos según las observaciones de revisión indicadas por el administrador.

### 2.3.7.5. Avaluos de proyecto en ejecución

Se muestra a los investigadores la lista de propuestas que ya fueron avaladas. El investigador tendrá las opciones para solicitar un nuevo aval de proyecto en ejecución y dar seguimiento a los avales mientras estén en revisión, como se observa en la siguiente figura:

Figura 7. Proyecto en ejecución



Referencia	Habilitado	Proyecto	Solicitud	
VVIQB.2017.101	18-03-2017	Contaminación del lago de Atitlan	<input type="button" value="Aval"/>	<input type="button" value="Seguimiento"/>

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.5.1. Solicitud de aval

Permite al investigador llenar una solicitud con la información asociada a un proyecto habilitado. Al enviar dicha solicitud, esta entrará en el proceso de seguimiento hasta que sea avalada.

#### 2.3.7.5.2. Seguimiento

El investigador llevará el seguimiento de la solicitud de aval de proyecto en ejecución ingresada, así como las acciones que deberá realizar según las indicaciones u observaciones hechas por parte del personal administrativo (figura 8).

Figura 8. Seguimiento de proyecto en ejecución

Seguimiento de proyecto en ejecución						
< Regresar						
Referencia : VIIQB.2017.101   Contaminación del lago de Atitlan						
Documentos :						
a Informe mensual		d Solicitud de compra		g Firma de contratos		
b Informe trimestral		e Solicitud de transferencia		h Compra de equipo		
c Planilla de incentivos		f Solicitud de prórroga		i Otros		
#	Ingreso/ Revisión	Firmas / Comentarios	Comentarios sobre revisión	Documentos	Estado	Acción
1	19-03-2017	Total Firmas: 3		[ a, c, d ] <a href="#">documento 1.pdf</a> <a href="#">especificaciones.docx</a> <a href="#">planilla.xlsx</a>	Pendiente revisión	
2	20-03-2017	Total Firmas: 1		[ h ] <a href="#">Nombre de tarea.docx</a>	Pendiente ingresar detalle de compra	

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.5.3. Adjuntar archivo

El investigador adjuntará el documento o documentos según las observaciones de revisión indicadas por el administrador.

### 2.3.7.5.4. Compra de equipo

Al seleccionar la opción “Compra de equipo” en la solicitud y luego de ser enviada, se habilitará la opción para el ingreso del detalle de equipo. Deberá ingresar la información requerida para continuar con el proceso de revisión; de lo contrario, estará bloqueada al igual que el ingreso de nuevas solicitudes.

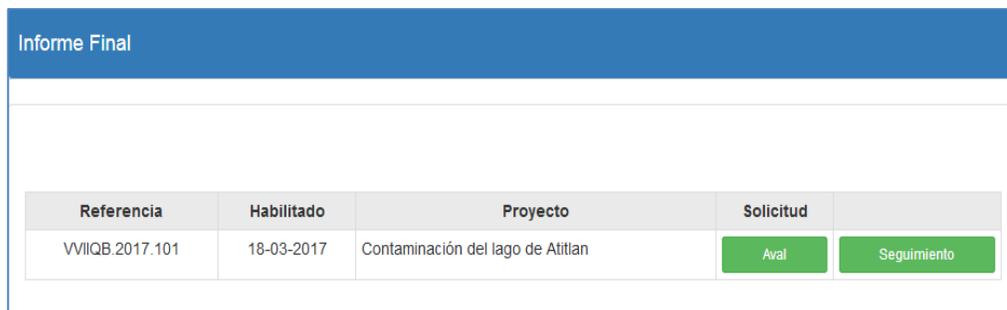
### 2.3.7.5.5. Detalle de equipo

El investigador visualizará el detalle asociado a la compra del equipo que haya utilizado en el desarrollo de su investigación.

### 2.3.7.6. Avaless de informe final

Se muestra a los investigadores la lista de propuestas que ya fueron avaladas. El investigador tendrá las opciones para solicitar un nuevo aval de informe final de proyecto y darle seguimiento mientras esté en revisión, como se observa en la siguiente figura:

Figura 9. Informe final



Referencia	Habilitado	Proyecto	Solicitud
VIIQB.2017.101	18-03-2017	Contaminación del lago de Atitlán	<input type="button" value="Aval"/> <input type="button" value="Seguimiento"/>

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.6.1. Solicitud de aval

Permite al investigador llenar una solicitud con la información asociada a un proyecto habilitado. Al enviar dicha solicitud, esta entrará en el proceso de seguimiento hasta que sea avalada (figura 10).

Figura 10. **Solicitud de aval de informe final**

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.6.2. Seguimiento

El investigador llevará el seguimiento de la solicitud ingresada de aval de informe final, así como las acciones que deberá realizar según las indicaciones u observaciones hechas por parte del personal administrativo, como se observa en la siguiente figura:

Figura 11. **Seguimiento de informe final**

#	Ingreso/ Revisión	Comentarios	Comentarios sobre revisión	Documentos	Estado	Acción
1	20-03-2017			<a href="#">documento 1.pdf</a> <a href="#">planilla.xls</a>	Pendiente revisión	

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.7. Gestión de propuestas

Se lista el conjunto de solicitudes de propuestas para ser gestionadas por el personal administrativo. Asimismo, el administrador cuenta con las opciones para visualizar el detalle de cada una por medio de filtros de búsqueda, la bitácora de cambios que ha sufrido la solicitud por parte del investigador, el seguimiento del proceso de revisión y exportación de propuestas, como se observa en la siguiente figura:

Figura 12. Gestión de propuestas de investigación

Referencia	Ingreso	Avalado	Investigador	Título	Estado	
VIIQB.2017.102	19-03-2017			Evaluación de la cadena productiva para aprovechamiento de los residuos sólidos del eje de la inflorescencia de la piña	Ingresado	seguimiento 1 🔍 📄
VIIQB.2017.101	13-03-2017	18-03-2017		Contaminación del lago de Atitlan	Avalado	seguimiento 🔍 📄

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.7.1. Visualizar detalle

Se mostrará el detalle completo de la información asociada a la solicitud de aval de propuesta que fue ingresada en el sistema.

#### **2.3.7.7.2. Bitácora**

Muestra el historial de cambios y fecha en el que fueron hechos. Se destaca el título de cada campo que haya sufrido alguna actualización.

#### **2.3.7.7.3. Seguimiento**

Se lista los detalles de las propuestas ingresadas y según el estado en que esté, el administrador realiza la revisión inicial y final correspondiente.

#### **2.3.7.7.4. Revisión inicial**

El administrador verifica los documentos asociados a la solicitud y revisa la información ingresada. Si es correcta, procede a aprobarla y solicita al investigador que envíe la información final. En caso contrario, se indica las correcciones que debe realizar. El estado de la solicitud cambia a “revisado”.

#### **2.3.7.7.5. Revisión final**

El administrador verifica el documento final ingresado. Si la información es correcta procede a avalar la propuesta y el estado cambia a “avalado”. En caso contrario, indica las correcciones que debe realizar y el estado de la solicitud cambia a “documento de financiamiento revisado”.

#### **2.3.7.7.6. Exportación**

Se exporta la lista de propuestas ingresadas en el sistema en un archivo de Excel. Estas se pueden filtrar por campos de selección o ingreso (figura 13).

Figura 13. Exportación de propuestas

**Exportar Propuestas de Investigación**
< Regresar

<b>Fecha inicial</b>	<b>Fecha final</b>	<b>Convocatoria</b>	<b>Departamento</b>	<b>Estado</b>
<input type="text" value="20-03-2016"/>	<input type="text" value="20-03-2017"/>	-- Seleccionar --	- Seleccionar -	- Seleccionar -
<b>Escuela / Centro</b>	<b>Vinc. Otro Sector</b>	<b>Programa</b>	<b>Palabra Clave</b>	
- Seleccionar -	- Seleccionar -	- Seleccionar -	Título, Investigador, Municipio, Localidad	

Mostrando 1-2 de 2 elementos.

Todo
Exportar

Institución	Título de la propuesta de investigación	Fecha de inicio y finalización	Convocatoria	Programa donde participa	Línea de selección	Escuela	Departamento
	Evaluación de la cadena productiva para aprovechamiento de los residuos sólidos del eje de la inflorescencia de la piña	19-03-2017 al 01-03-2018	DIGI	Biodiversidad	Línea selección II	Escuela de Nutrición	Guatemala
	Contaminación del lago de Atilán ->	13-03-2017 al 27-03-2017	CONCYT	Agua	línea seleccion 123	Escuela de Química Biológica	Sacatepequez

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.8. Gestión de proyecto en ejecución

Se lista únicamente el conjunto de propuestas que fueron avaladas previamente y que cuentan con solicitudes de aval asociadas a proyectos en ejecución. El administrador cuenta con unos indicadores que notifican el ingreso de nuevas solicitudes y las que tienen pendiente el ingreso del detalle de compra de equipo. También cuenta con las opciones para visualizar un conjunto de ellas por medio de filtros de búsqueda y el seguimiento que se realiza en el proceso de revisión (figura 14).

Figura 14. Gestión de proyecto en ejecución

Gestión de Proyecto en ejecución

---

Fecha inicial

Fecha final

Palabra Clave

Buscar Limpiar

---

Referencia	Habilitado	Proyecto		
VVIQB.2017.101	18-03-2017	Contaminación del lago de Atitlán ->	<a href="#">Seguimiento</a>	<span style="color: red; font-weight: bold;">1</span>

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.8.1. Seguimiento

Se lista los detalles de las solicitudes de aval ingresadas. Según el estado en que estén, el administrador realiza las acciones de revisión correspondiente, como se observa en la siguiente figura:

Figura 15. Seguimiento de proyecto en ejecución

Seguimiento de proyecto en ejecución
< Regresar

---

Referencia VVIQB.2017.101 | Contaminación del lago de Atitlán ->

Documentos :

a Informe mensual	d Solicitud de compra	g Firma de contratos
b Informe trimestral	e Solicitud de transferencia	h Compra de equipo
c Planilla de incentivos	f Solicitud de prórroga	i Otros

#	Ingreso / Revisión	Firmas / Comentarios	Comentarios sobre revisión	Documentos	Estado	Acción
1	19-03-2017	Total Firmas: 3		[ a, c, d ] documento 1.pdf especificaciones.docx planilla.xls	Pendiente revisión	
2	20-03-2017	Total Firmas: 1		[ h ] Nombre de tarea.docx	Pendiente ingresar detalle de compra	

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.8.2. Revisión

El administrador verifica los documentos asociados a la solicitud y revisa la información ingresada. Si es correcta, se procede a avalar. En caso contrario, se indica las correcciones que debe realizar y el estado de la solicitud cambia a “revisado”.

### 2.3.7.9. Gestión de informe final

Se lista únicamente el conjunto de propuestas que fueron avaladas previamente y son las que cuentan con solicitudes de aval asociadas a informes finales. El administrador cuenta con un indicador que notifica el ingreso de nuevas solicitudes; también hay opciones para visualizar un conjunto de ellas por medio de filtros de búsqueda y el seguimiento durante el proceso de revisión, como se observa en la siguiente figura:

Figura 16. Gestión de informe final

The screenshot shows a web interface titled "Gestión de Informe Final". It features a search bar with three input fields: "Fecha inicial" (set to 20-03-2016), "Fecha final" (set to 20-03-2017), and "Palabra Clave" (with placeholder text "Referencia, Título ..."). There are "Buscar" and "Limpiar" buttons. Below the search bar is a table with the following data:

Referencia	Habilitado	Proyecto		
VVIIQB.2017.101	18-03-2017	Contaminación del lago de Atitlán ->	Seguimiento	1

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.9.1. Seguimiento

Se lista los detalles de las solicitudes de aval ingresadas y según el estado en que estén, el administrador realiza la revisión correspondiente, como se observa en la siguiente figura:

Figura 17. Seguimiento de informe final

#	Ingreso/Revisión	Comentarios	Documentos	Comentarios sobre revisión	Estado	Acción
1	20-03-2017		<a href="#">documento 1.pdf</a> <a href="#">planilla.xls</a>		Pendiente revisión	

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.9.2. Revisión

El administrador verifica los documentos asociados a la solicitud y revisa la información ingresada. Si la información es correcta, procede a avalar. En caso contrario, indica las correcciones que debe realizar y el estado de la solicitud cambia a “revisado”.

### 2.3.7.10. Inventario

Muestra al investigador la lista de equipos que ha ingresado en el sistema.

### 2.3.7.11. Inventario general

Muestra al administrador la lista completa de equipos ingresados. También puede seleccionar un conjunto de equipos por medio de filtros de búsqueda.

### 2.3.7.12. Préstamo de vehículo

Se lista los préstamos realizados por un investigador. Cuenta con las opciones de visualizar los vehículos disponibles, solicitar un préstamo de vehículo y visualizar el detalle de la solicitud, como se observa en la siguiente figura:

Figura 18. Solicitudes de préstamo de vehículo

Vehículo	Proyecto	Fecha préstamo	Fecha solicitud   revisión	Comentarios	Estado	
Pickup Toyota	VMIQB.2017.101	10-03-2017 al 13-03-2017	20-03-2017		Ingresado	Detalle

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.12.1. Solicitar préstamo

Permite al investigador llenar una solicitud de préstamo por medio de un formulario. En este se detallan las fechas reservadas, fechas pendientes de aprobación y las de servicio mecánico. Durante tales fechas no se podrá hacer una solicitud (figura 19).

Figura 19. **Solicitud de préstamo de vehículo**

The screenshot shows a web form titled "Solicitud de préstamo de vehículo" with a green header. A note at the top states: "Nota: debe poseer contrato 011 con la USAC para realizar la solicitud." and there is a link to "Descargar instructivo de uso". The form is divided into two columns. The left column contains: "Proyecto de investigación asociado" (dropdown menu), "Tipo vehículo" (dropdown menu), "Fecha inicial" (calendar icon and input field), "Fecha final" (calendar icon and input field), "Actividades a realizar" (text area), "Localidades a visitar" (text area), and "Acompañantes" (input field with "opcional..." text). The right column is titled "Fechas reservadas" and lists three entries: "Vehículo: Toyota" with dates "12-02-2017 al 15-02-2017 (Servicio mecánico)", "Vehículo: Pickup Toyota" with dates "04-03-2017 al 08-03-2017 (Servicio mecánico)", and "10-03-2017 al 13-03-2017 (Pendiente de aprobación)". A "< Regresar" button is in the top right corner.

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.12.2. Vehículos disponibles

Se detalla las características de los vehículos disponibles en la institución, como color, tipo, kilometraje, imagen del vehículo, entre otros.

### 2.3.7.12.3. Detalle

Muestra el detalle de la solicitud de préstamo realizada, así como la fecha de revisión y aprobación o no de la misma.

### 2.3.7.13. Gestión de préstamo

Se lista las solicitudes de préstamos de vehículo. El administrador cuenta con las opciones de visualizar los vehículos disponibles, las fechas reservadas, el detalle y actualización del préstamo, aprobación o no aprobación y cancelación de la solicitud, como se observa en la siguiente figura:

Figura 20. Gestión de préstamo de vehículos

Referencia	Vehículo	Fecha préstamo	Fecha solicitud   revisión	Comentarios	Estado	
VVIIQB.2017.101	Pickup Toyota	10-03-2017 al 13-03-2017	20-03-2017		INGRESADO	<a href="#">Detalle</a> <a href="#">Aprobación</a> <a href="#">Cancelar</a>

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

#### 2.3.7.13.1. Fechas reservadas

Se lista las fechas que se encuentran reservadas, fechas pendientes de aprobación y las de servicio mecánico.

#### 2.3.7.13.2. Detalle y actualizar

Permite al administrador visualizar el detalle de la solicitud y el ingreso de la información, tanto como de la entrega del vehículo, como de la devolución.

### 2.3.7.13.3. Aprobación

El administrador tendrá la posibilidad de aprobar la solicitud o negarla, agregando una descripción o comentario de aprobación o no.

### 2.3.7.13.4. Cancelar

En ocasiones se necesitará cancelar el préstamo debido a circunstancias no previstas, por lo que este o la reservación ya no se ejecutan. El vehículo quedará nuevamente disponible para futuros préstamos.

### 2.3.7.14. Servicios a vehículo

Se lista los servicios ingresados por el administrador. Cuenta con las opciones de ingresar un nuevo servicio, visualizar las fechas reservadas y el detalle del servicio, así como actualizar el detalle del servicio, como se observa en la siguiente figura:

Figura 21. Servicios a vehículo

Vehículo	Tipo servicio	F. ingreso	F. salida	Kilometraje	Estado	
Pickup Toyota	Otro	04-03-2017	08-03-2017 (fecha cumplida)	100	Activo	<a href="#">Detalle</a> <a href="#">Actualizar estado</a>
Toyota	Menor	12-02-2017	15-02-2017 (fecha cumplida)	1001	Activo	<a href="#">Detalle</a> <a href="#">Actualizar estado</a>

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.15. Catálogo de vehículo

Se lista los vehículos que posee la institución. El administrador cuenta con las opciones de ingresar un nuevo vehículo, visualizar el detalle, editar el detalle y visualizar los servicios efectuados o que están por realizar a un vehículo en particular, como se observa en la siguiente figura:

Figura 22. Catálogo de vehículos

Vehículo	Kilometraje	No. Placa	Activo	
Toyota	25400	123-asd	Si	<a href="#">Detalle</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Servicios</a>
Pickup Toyota	2001	abc-123	Si	<a href="#">Detalle</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Servicios</a>

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.16. Constancias

Se muestran al investigador la lista de solicitudes hechas en distintas fechas. El investigador tendrá la opción de ingresar una constancia.

### 2.3.7.17. Gestión de constancia

Se muestra al investigador el listado de solicitudes realizadas por los investigadores. Cuenta con las opciones de filtrar un conjunto de solicitudes por medio de campos de búsqueda y la aprobación o no de la solicitud (figura 23).

Figura 23. **Gestión de solicitud de constancias**

Gestión de solicitud de constancias								
Fecha inicial		20-03-2016	Fecha final		20-03-2017	Buscar	Limpiar	
Referencia	Ref. Opc.	Tipo constancia	Comentarios	Ingreso   revisión	Comentarios revisión	Usuario	Estado	
---	otro proyecto	Investigador de proyecto CONCYT		11-02-2017 11-02-2017		201012	Aprobado	Aprobación
---		Investigador de proyecto CONCYT	no tengo proyecto registrado	11-02-2017		201012	INGRESADO	Aprobación
---		Investigador de proyecto DIGI		10-02-2017		201012	INGRESADO	Aprobación
---	otro		12345asdf	10-02-2017		201012	INGRESADO	Aprobación
		Coordinador de Unidad de Investigación	12345	10-02-2017 10-02-2017	ok	201012	No aprobado	Aprobación

Fuente: elaboración propia, empleando *framework* Yii 2.

### 2.3.7.18. Consultas

Por medio de un formulario de consultas se tendrá la opción de solicitar cualquier tipo información relacionada con el Instituto.

## 2.4. Costos del proyecto

A continuación se detallan los costos que tuvo el proyecto tomando en cuenta el recurso humano y material.

Tabla I. **Recurso humano – costos**

Descripción	Cantidad	Tiempo - Mes	Costo Unitario	Subtotal
Analista	1	1	Q 7 500,00	Q 7 500,00
Desarrollador	1	5	Q 5 000,00	Q 25 000,00
Pruebas	1	1	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Capacitación	1	1	Q 2 000,00	Q 2 000,00
Total				Q 37 500,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Hardware – depreciación**

Descripción	Porcentaje semestral	Costo actual	Subtotal
Computadora	10%	Q 4 000,00	Q 400,00
Impresora	10%	Q 500,00	Q 50,00
Total			Q 450,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total del proyecto asciende a una cantidad de: **Q 37 950,00**

## **2.5. Beneficios del proyecto**

A continuación se listan los beneficios más significativos del proyecto:

- Se provee de una herramienta web donde se integran varios de los procesos de seguimiento a proyectos de investigación.
- Se optimiza el proceso de ingreso y aprobación de distintos tipos de solicitud.
- Se reduce el tiempo de revisión y en consecuencia el tiempo de respuesta de notificación al investigador es menor.
- Facilita el acceso a la información de proyectos de investigación.
- Facilita llevar el seguimiento del desarrollo de cada proyecto de investigación de una manera organizada.
- Acceso a los servicios que provee el sistema desde cualquier ubicación por medio de una conexión a internet.
- Facilita la generación de reportes de los proyectos de investigación.
- Administración de la información de vehículos, servicios y préstamos de una manera organizada y de fácil acceso.



### **3. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

En esta fase el personal del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia es capacitado para el uso de los módulos del sistema. Además se crea material de apoyo como los son manuales de usuario.

#### **3.1. Capacitación**

La capacitación de los usuarios del personal administrativo se realizará mediante manuales y presentaciones físicas que permitirán entender el funcionamiento del sistema.

##### **3.1.1. Objetivo**

Lograr que los usuarios puedan familiarizarse con un nuevo sistema y realizar de forma satisfactoria los procesos que provee la aplicación.

##### **3.1.2. Acciones y medios**

###### **3.1.2.1. Manuales de usuario**

El material elaborado que servirá de apoyo a los usuarios, son los manuales de usuario. Son guías que definen los pasos a seguir para realizar cualquier proceso dentro del sistema, cuentan con imágenes descriptivas del sistema para que entienda de mejor manera y el aprendizaje sea mayor.

### **3.1.2.2. Capacitación presencial**

La capacitación presencial permitirá que el usuario interactúe con el sistema y pierda el temor de utilizarlo. Además tendrá el apoyo técnico al realizar las pruebas correspondientes y la libertad de exponer sus preguntas para ser resueltas en el momento. Dicha capacitación se realizará de acuerdo al módulo o sección que se esté trabajando, por ejemplo:

Para el módulo de usuarios, se realiza una solicitud de registro mostrando los pasos que realiza el sistema para generar un usuario y contraseña. Por último, la habilitación de dicho usuario que ingresó la solicitud de registro.

Para el módulo de avales, se crea una solicitud y se inicia con el proceso de seguimiento hasta que se avale.

Para el módulo de vehículos, se realiza el ingreso de un vehículo y un préstamo asociado a dicho vehículo. Se ingresa el detalle de la devolución y se actualiza el estado del vehículo para que esté disponible nuevamente.

Para el módulo de inventario, realizamos una solicitud de proyecto en ejecución y marcamos la opción de 'compra de equipo'. Esto nos habilitará una opción para ingresar el detalle de la compra de equipo. Una vez ingresado el detalle, se podrá visualizar el equipo en la opción de inventario.

## CONCLUSIONES

6. El sistema que se desarrolló para el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas ha sido de gran aceptación por la integración de varios procesos en una herramienta de fácil acceso.
7. La automatización de procesos manuales analizados, ha optimizado el tiempo de las actividades del personal administrativo.
8. Se logró desarrollar una aplicación en línea, permitiendo de esta manera realizar los procesos que provee el sistema de forma no presencial.
9. Este sistema sirve como base para una futura versión, de acuerdo a las necesidades que puedan presentarse más adelante.



## RECOMENDACIONES

1. Familiarizarse con el sistema le ayudará a realizar las actividades en el orden específico definido en cada proceso.
2. Seguir las indicaciones descritas en los manuales, permitirá dar un buen uso al sistema.
3. Si se tiene la necesidad de realizar algún cambio o agregar una nueva funcionalidad en el sistema, es necesario que cuente con personas con el conocimiento suficiente en el desarrollo de software.
4. Es una buena práctica realizar *backups* de la base de datos frecuentemente, con el fin de tener un respaldo ante cualquier eventualidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aplicación web. [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Aplicación\\_web](https://es.wikipedia.org/wiki/Aplicación_web)>. [Consulta: 5 de febrero 2017].
2. Framework web para el desarrollo ágil de aplicaciones [en línea]. <<https://www.acens.com/wp-content/images/2014/03/frameworks-white-paper-acens-.pdf>>. [Consulta: 10 de marzo de 2017].
3. Modelo–vista–controlador. [en línea]. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo-vista-controlador>>. [Consulta: 10 de marzo de 2017].
4. Navegador web [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Navegador\\_web](https://es.wikipedia.org/wiki/Navegador_web)> [Consulta: 5 de febrero 2017].
5. Qué es *Scrum* [en línea]. <<https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>>. [Consulta: 5 de marzo de 2017].
6. Sistema de Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. [en línea]. <<http://www.iiqb.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2015/11/FOLLETO-SISTEMA-DE-INVESTIGACIÓN-IIQB.pdf>>. [Consulta: 4 de marzo 2017].
7. *The Definitive Guide to Yii 2.0*. [en línea]. <<http://www.yiiframework.com/doc-2.0/guide-index.html>>. [Consulta: 5 de marzo de 2017].

