



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

**SISTEMA PARA LA ELABORACIÓN DE PROCESO DE INGRESO Y CONTROL DE PAGOS
DE MUESTRAS DE LABORATORIO DE FORMA DIGITAL DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Dénilson Eduardo Argueta Higueros

Asesorado por el Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA PARA LA ELABORACIÓN DE PROCESO DE INGRESO Y CONTROL DE PAGOS
DE MUESTRAS DE LABORATORIO DE FORMA DIGITAL DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DÉNILSON EDUARDO ARGUETA HIGUEROS

ASESORADO POR EL ING. EVEREST DARWIN MEDINILLA RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente |
| VOCAL V | Br. Fernando José Paz González |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADORA | Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla |
| EXAMINADOR | Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Alfredo Azurdia Morales |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

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 PARA LA ELABORACIÓN DE PROCESO DE INGRESO Y CONTROL DE PAGOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO DE FORMA DIGITAL DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA 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 3 de agosto de 2020.

Dénilson Eduardo Argueta Higueros

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por guiarme, cuidarme, por permitirme cumplir mis metas y por todas sus bendiciones.
- Mis padres** Ruth Maribel Higueros Godínez y Henry Eduardo Argueta Pantaleón. Por su apoyo incondicional, su cariño; por la oportunidad que me dieron de estudiar y su sacrificio para que pudiera cumplir esta meta.
- Mis hermanas** Gery Pamela y Emily Lucía Argueta Higueros, por su apoyo, por alegrarme los días y por su cariño en todo momento.
- Mi familia** Por todo su apoyo, por sus palabras de motivación y cariño.
- Mis amigos** Por los buenos momentos compartidos, por su apoyo y ayuda a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser mi segunda casa y darme educación de calidad. |
| Facultad de Ingeniería | Por darme la oportunidad de estudiar y formarme como profesional. |
| Ing. Everest Medinilla | Por compartirme su valioso conocimiento, su paciencia y apoyo en la etapa final de mi carrera. |
| Mis amigos | Elmer Real, Christian Real, Miguel Ruano, William López, Susel Retana, Diego Osorio, Roberto Cux y demás. Por su apoyo académico en los diferentes cursos en los que compartimos. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN..... | XI |
| OBJETIVOS..... | XIII |
| INTRODUCCIÓN | XV |
| | |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. Antecedentes de la empresa | 1 |
| 1.1.1. Reseña histórica | 1 |
| 1.1.2. Misión | 2 |
| 1.1.3. Visión..... | 2 |
| 1.1.4. Servicios que realiza..... | 2 |
| 1.2. Descripción de las necesidades | 3 |
| 1.3. Priorización de las necesidades | 3 |
| | |
| 2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL | 5 |
| 2.1. Descripción del proyecto | 5 |
| 2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto | 5 |
| 2.3. Presentación de la solución al proyecto | 6 |
| 2.3.1. Nuevo proceso..... | 6 |
| 2.3.2. Nuevo proceso cliente | 10 |
| 2.3.2.1. Formulario general..... | 10 |
| 2.3.2.2. Elegir laboratorio..... | 10 |
| 2.3.2.3. Llenar formulario según laboratorio | 10 |

| | | | |
|--------|----------|--|----|
| | 2.3.2.4. | Verificar exámenes y generar boleta | 11 |
| | 2.3.2.5. | Pago de exámenes en bancos | 11 |
| 2.3.3. | | Nuevo proceso del personal de laboratorio | 11 |
| | 2.3.3.1. | Recibir muestras | 12 |
| | 2.3.3.2. | Ingresar resultados..... | 12 |
| | 2.3.3.3. | Firmar resultados | 12 |
| | 2.3.3.4. | Ver resultados históricos | 13 |
| 2.3.4. | | Módulos de acceso público | 13 |
| | 2.3.4.1. | Ver precios y exámenes | 13 |
| | 2.3.4.2. | Ver plantillas..... | 14 |
| 2.3.5. | | Módulos generales | 14 |
| | 2.3.5.1. | Ingreso al sistema | 14 |
| | 2.3.5.2. | Actualizar datos del usuario | 14 |
| 2.3.6. | | Módulos de administración..... | 15 |
| | 2.3.6.1. | Administración de usuarios | 15 |
| | 2.3.6.2. | Administración de laboratorios | 15 |
| | 2.3.6.3. | Administración de roles | 15 |
| | 2.3.6.4. | Roles precargados | 16 |
| | 2.3.6.5. | Ver bitácora..... | 16 |
| 2.3.7. | | Módulos de personal de laboratorio | 16 |
| | 2.3.7.1. | Etapas de formularios | 16 |
| | 2.3.7.2. | Módulo para administrar formularios | 17 |
| | 2.3.7.3. | Administrar firma | 17 |
| | 2.3.7.4. | Administrar categorías y exámenes | 17 |
| | 2.3.7.5. | Administrar mensajes en el correo | 18 |
| 2.3.8. | | Módulos del cliente..... | 18 |
| | 2.3.8.1. | Confirmar exámenes | 18 |
| | 2.3.8.2. | Ver boletas de pago generadas | 18 |
| 2.3.9. | | Matriz de decisión para elección de servidor web ... | 19 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.3.10. | Matriz de decisión para elegir cómo realizar las consultas en la base de datos | 20 |
| 2.3.11. | Arquitectura de <i>software</i> de la solución | 21 |
| 2.4. | Costos del proyecto..... | 22 |
| 2.5. | Beneficios del proyecto..... | 22 |
| 3. | FASE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE | 25 |
| 3.1. | Capacitación propuesta..... | 25 |
| 3.2. | Material Elaborado | 25 |
| 3.2.1. | Manual técnico..... | 25 |
| 3.2.1.1. | <i>Script</i> de la base de datos | 25 |
| 3.2.1.2. | Parametrización del sistema..... | 26 |
| 3.2.1.3. | Comunicación con SIIF..... | 26 |
| 3.2.2. | Videos para clientes | 26 |
| 3.2.3. | Videos para administración..... | 26 |
| 3.2.4. | Videos para el personal de laboratorio | 27 |
| | CONCLUSIONES | 29 |
| | RECOMENDACIONES..... | 31 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 33 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Diagrama del nuevo proceso para solicitar exámenes..... | 7 |
| 2. | Matriz de decisión Apache vs. Nginx..... | 19 |
| 3. | Matriz de decisión de consultas en la base de datos | 20 |
| 4. | Diagrama de conectividad..... | 21 |

TABLAS

| | | |
|----|--------------------------|----|
| I. | Costos del proyecto..... | 22 |
|----|--------------------------|----|

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--|
| Q | Moneda nacional de Guatemala (quetzales) |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------|--|
| Aplicación Web | Es una aplicación o herramienta que puede ser accedido por la mayoría de los dispositivos móviles o de escritorio que tienen entrada a Internet. |
| Base de datos | Almacén de datos relacionados con diferentes modos de organización; permite manipularlos fácilmente y mostrarlos de diversas formas. |
| Digitalización | Es el proceso por el cual se transforma el modelo de negocio de una organización. |
| Laravel | Es un <i>framework</i> para aplicaciones web con sintaxis expresiva y elegante. |
| LARRSA | Laboratorio de Referencia Regional de Sanidad Animal. |
| PDF | (Portable document format), por su sigla en inglés para: formato de documento portátil. |
| PHP | Lenguaje para el desarrollo web. |
| SIIF | Sistema Integrado de Información Financiera. |

Software

Programas o un conjunto de programas que permiten realizar diferentes tareas en un sistema computacional.

Xlsx

Formato para documentos de Excel.

RESUMEN

Actualmente, la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala presta el servicio de exámenes médicos a animales. Los laboratorios que ofrecen estos servicios llevan el control de los pagos, solicitudes de ingreso y resultados en papel y en archivos de Excel. Además, los pagos se realizan en Tesorería de la Facultad, que se encuentra en el edificio M6 de la Ciudad Universitaria.

Después de una auditoría interna, se determinó que era necesario un sistema para el control de los laboratorios. Por esta razón, se estará implementando una aplicación web que digitalizará el proceso de solicitud de exámenes de laboratorio, desde la solicitud de exámenes hasta la entrega de resultados. Esto facilitará el proceso de solicitud y, además, se podrá llevar un mejor control de los pagos, ya que estos quedarán registrados en el sistema.

Esta aplicación web notifica a los clientes, por medio de un correo electrónico, cuando los resultados de los exámenes solicitados hayan sido cargados al sistema, solo si el usuario que solicita los exámenes así lo desea.

OBJETIVOS

General

Llevar el registro unificado y automatizado del proceso de ingreso, el pago y el resultado final de las muestras para analizar que ingresan a los Laboratorios de Bromatología, Parasitología, Salud Pública, LARRSA, Patología y Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Estandarizar el proceso de ingreso para realizar exámenes en los seis laboratorios que posee la Facultad de Veterinaria por medio de un formulario en línea, el cual generará una boleta de pago.
2. Llevar el control y registro de forma digital de los reportes financieros, estadísticas de resultados de los exámenes de laboratorio y pagos de pruebas de laboratorio realizadas en los seis laboratorios de la Facultad de Veterinaria.
3. Notificar por medio de un correo electrónico cuando los exámenes de laboratorio estén finalizados y listos para ser entregados al interesado.

INTRODUCCIÓN

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, existen varios laboratorios que realizan exámenes de diagnóstico a animales. El público en general puede ir a esta facultad a solicitar exámenes que le hayan sido solicitados por un médico veterinario. Además, en muchos exámenes es necesario el uso de equipo y sustancias que llegan a tener un costo muy elevado para empresas y para el público en general. Es por eso que la Universidad de San Carlos de Guatemala junto con la Facultad de Veterinaria han realizado gastos para la compra de equipo y reactivos que permitan realizar exámenes médicos a los animales, a un precio accesible al público en general.

Actualmente, estos laboratorios llevan el registro de las pruebas que se realizan en papel o en Excel; y esto ha provocado que, con el tiempo, no se tenga un buen control y fácil acceso a la información que se genera al realizar exámenes.

Por lo tanto, la anterior deficiencia condujo a la Facultad de Veterinaria a tomar la decisión de digitalizar estos procesos, y así poder brindar un servicio eficaz y llevar un mejor control de la información, ya que al tenerla de forma digital, es más sencilla la generación de reportes, y tener acceso a los datos históricos que se han generado.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia inició su trabajo en el año 1957.

1.1.1. Reseña histórica

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia empezó su función en el año 1957, cuando el Consejo Superior Universitario acordó crearla adscrita, en los primeros años, a la Facultad de Ciencias Médicas.

El 13 de septiembre de 1962, por acuerdo del Consejo Superior Universitario Centroamericano, la Facultad fue elevada a la categoría de Centro Regional de Estudios de Medicina Veterinaria y Zootecnia para Centroamérica.

La aprobación de la diversificación de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, para la creación de las Escuelas de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, fue confirmada por el Consejo Superior Universitario de la USAC el 11 de enero de 1969.

El 27 de septiembre de 1974 la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia fue trasladada al Campus Universitario junto con el Hospital Médico Veterinario.

En noviembre de 1999, el nuevo plan de estudios fue aprobado por el Consejo Superior Universitario, y el 30 de enero de 2001 fueron aprobados los p nsu m de estudios.

1.1.2. Mis n

“Formar profesionales integrales y competentes en la Medicina Veterinaria y la Zootecnia, acorde con las nuevas tendencias, así como generar y difundir ciencia en el contexto de la salud y producción animal considerando el ambiente, el bienestar animal y la seguridad alimentaria en beneficio del ser humano.”¹

1.1.3. Visión

“Ser la institución de educación superior acreditada, de referencia centroamericana en los ámbitos de la Medicina Veterinaria y la Zootecnia, a través de la mejora continua en la docencia, investigación, extensión, servicio y difusión de la ciencia.”²

1.1.4. Servicios que realiza

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ofrece clínicas especializadas para mascotas, ya sean perros, gatos o animales exóticos. En el Hospital Veterinario se prestan servicios de análisis de laboratorio, cirugía, ecografía, radiografía, consulta externa y anestesia.

Además, algunos de los laboratorios que posee la Facultad brindan el servicio de exámenes de parasitología, microbiología, salud pública y realizan necropsias a diferentes animales.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *Misión y Visión*.
<http://portal.fmvz.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2019/12/Infograf%C3%ADa-Escuela-de-Medicina-Veterinaria.pdf>.

² *Ibíd.*

1.2. Descripción de las necesidades

Por medio de una auditoría interna, se determinó que los laboratorios necesitaban un software que lleve el control de la gestión de los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Adicional, era necesario tener información con qué contrastar el pago y los exámenes realizados. También era apropiado generar boletas de pago directamente del SIIF, y poder pagarlas en los bancos afiliados de la Universidad, ya que se estaban manejando recibos 101-c. Al manejar la forma de pago con recibos, los encargados de tesorería tenían que manejar efectivo y debían realizar un informe diario de los ingresos. Con la nueva forma de pago, se tendrá un ahorro de tiempo y recursos.

1.3. Priorización de las necesidades

A continuación, se muestra la lista de las necesidades que eran necesarias resolver. Se ordenaron de la más importante a la menos importante.

- Creación de un *software* para controlar la gestión de los laboratorios de Veterinaria.
- Control de los exámenes que realiza cada laboratorio, para que el cliente pueda solicitar los exámenes que desea desde una aplicación web.
- Conexión con el SIIF para poder generar las boletas de pago, y así sustituir a los recibos 101-c que se han estado manejado durante años.
- Generación de órdenes de pago. para que el usuario pueda pagar en cualquier banco afiliado a la USAC.

- Creación de un servicio para poder verificar los pagos realizados.
- Realización de reportes con la información ingresada en la aplicación web.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la digitalización en el proceso de solicitud de exámenes de laboratorio en la Facultad de Veterinaria. El proyecto cubre desde la solicitud del cliente al laboratorio en donde manifiesta querer realizar exámenes, hasta la entrega de los resultados. Por medio de esta aplicación web, el usuario puede solicitar exámenes de laboratorio desde Internet; y obtendrá los resultados por medio de correo electrónico, cuando el cliente así lo solicite.

2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto

Previo al inicio del desarrollo del proyecto, se visitó a cada uno de los laboratorios involucrados de la Facultad de Veterinaria, para conocer los procesos internos que manejaba, desde el momento en el que el cliente solicitaba exámenes, hasta la entrega de sus resultados. Se consultó a varios trabajadores del mismo laboratorio, para poder entender el proceso desde diferentes perspectivas. La mayoría de los laboratorios compartieron diversa información de su laboratorio, entre la que se menciona: formularios de ingreso, lista de precios, lista de descuentos y otros. También se consultó con la persona encargada de tesorería la forma en la que se efectuaban los pagos, para poder entender cómo se manejaba el dinero al momento de que los clientes pagaran los exámenes. Debido a que los procesos de pago cambiarían, se consultó la forma en la que se debían de procesar los pagos y cómo realizar la conexión con el SIIF. Esta información se consultó a un trabajador de procesamiento de datos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.3. Presentación de la solución al proyecto

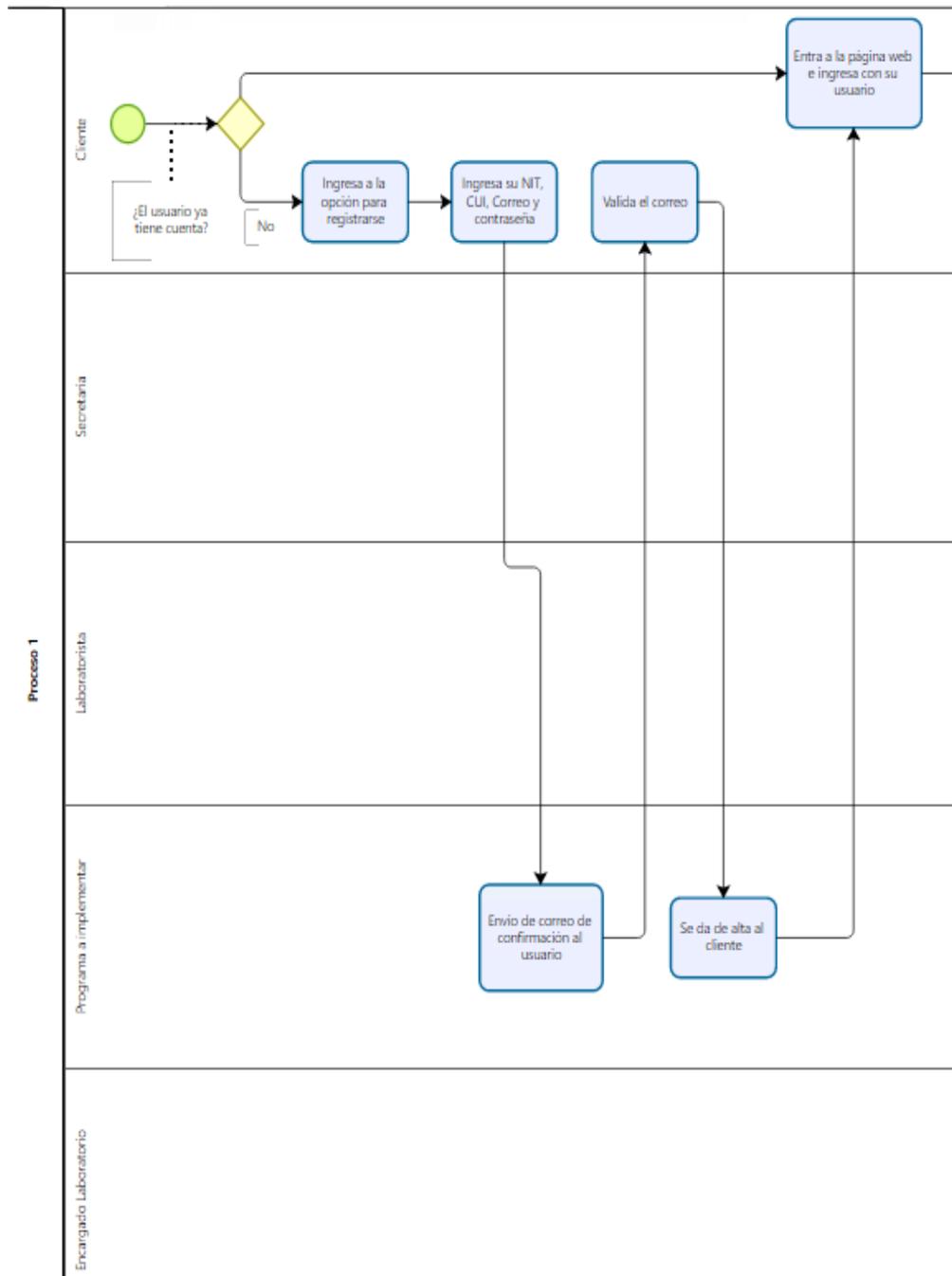
Se expone lo siguiente para la solución del proyecto:

2.3.1. Nuevo proceso

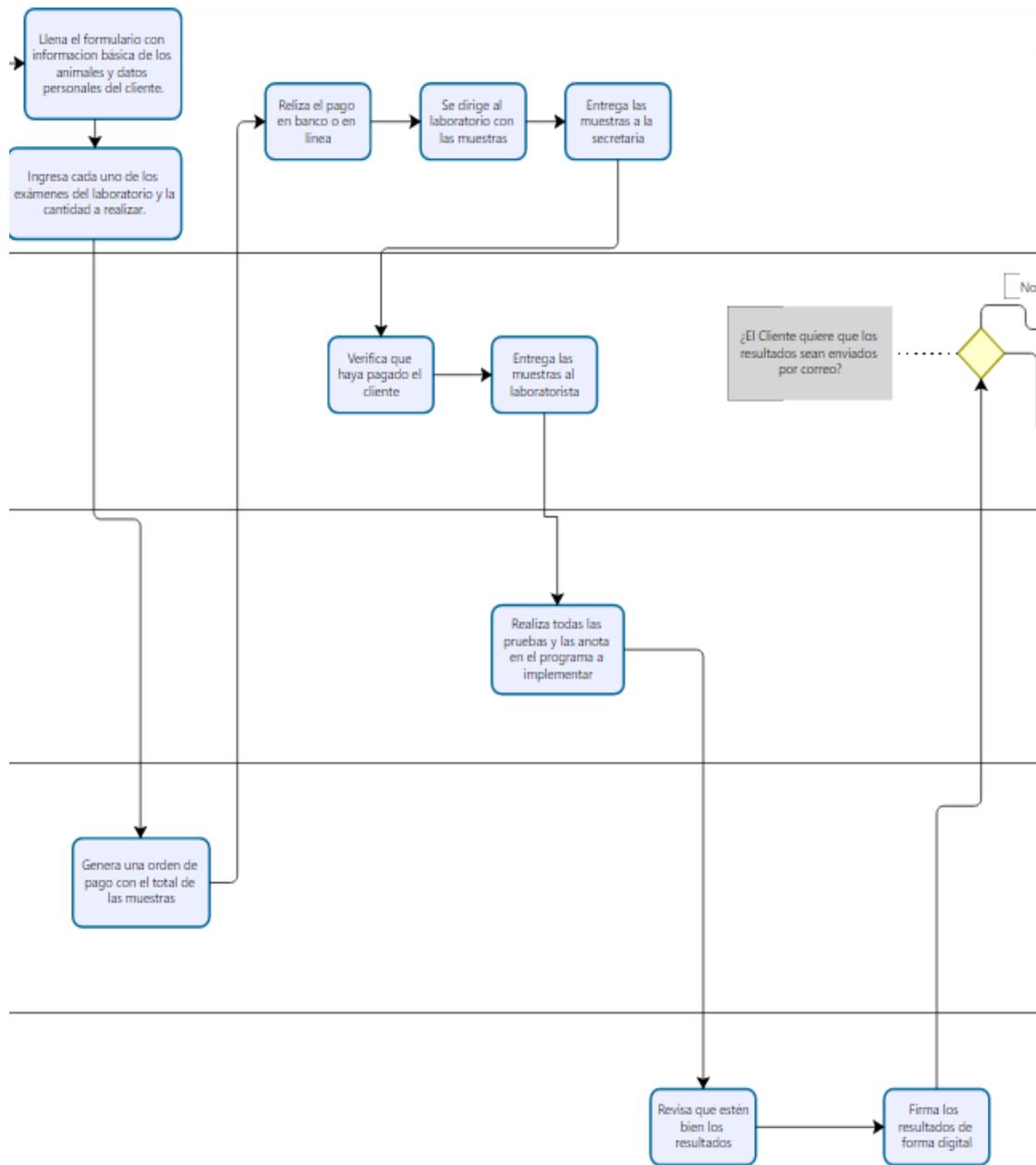
Algunas etapas del proceso de solicitud de exámenes cambiaron, debido a que se utilizará un sistema web. El cliente es el encargado de ingresar la información que se le solicite en cada examen, e ingresar la cantidad de exámenes que desea solicitar. El proceso de pago cambió para el cliente, ya que ahora no lo debe realizar en la Tesorería de la Facultad de Veterinaria, sino que el pago ahora debe realizarse en alguno de los bancos afiliados a la USAC.

En la siguiente figura, se puede observar el diagrama del nuevo proceso para poder solicitar exámenes en los laboratorios de la Facultad de Veterinaria, y también se especifica qué usuario es el encargado de realizar las acciones en las diferentes etapas del proceso.

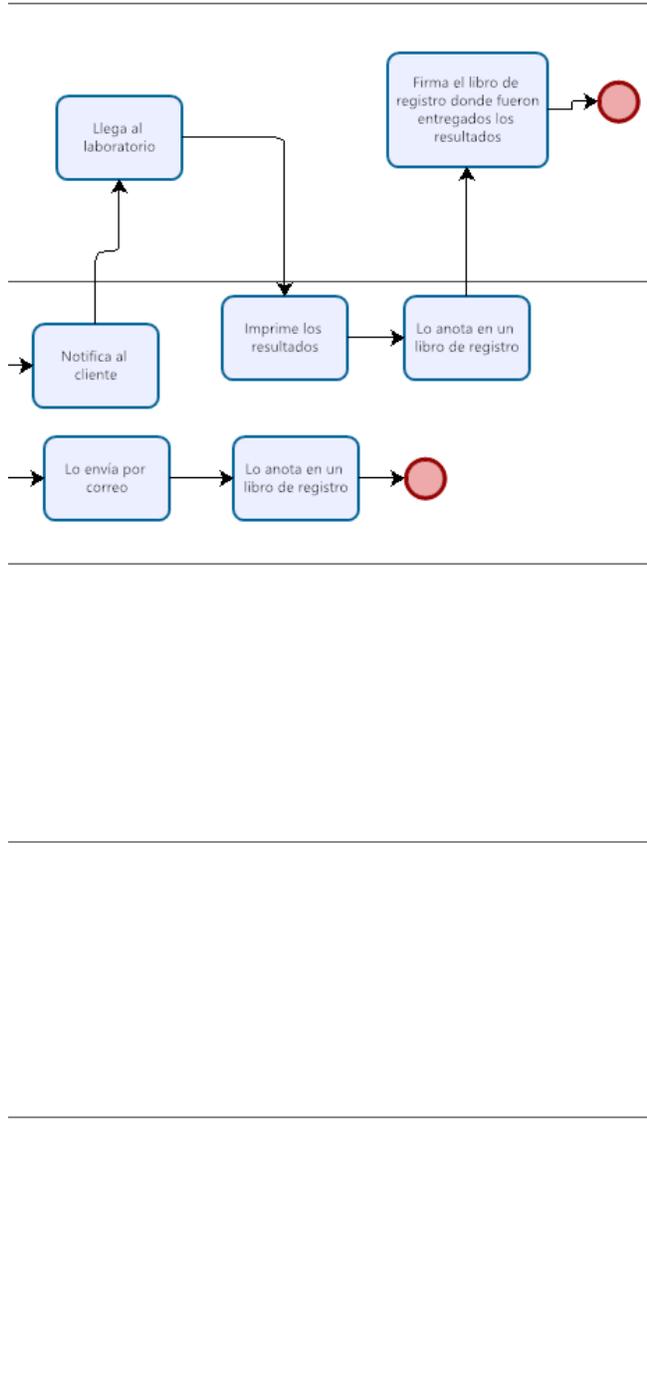
Figura 1. Diagrama del nuevo proceso para solicitar exámenes



Continuación de la figura 1.



Continuación de la figura 1.



Fuente: elaboración propia, empleado Bizagi.

2.3.2. Nuevo proceso cliente

Los nuevos elementos en el proceso del cliente para solicitar análisis son:

2.3.2.1. Formulario general

Todo cliente que quiera solicitar exámenes debe llenar un formulario general. Este contiene información general del cliente: nombre de la finca granja o clínica, departamento, municipio, teléfono y correo del cliente. Todos los laboratorios utilizan el mismo formulario general. Estas preguntas se obtuvieron al analizar los formularios de ingreso de todos los laboratorios, y se obtuvieron las preguntas que tenían en común.

2.3.2.2. Elegir laboratorio

Luego de llenar el formulario general, deben elegir en cuál laboratorio quieren realizar su examen. Se muestra una lista de laboratorios que están disponibles, y el usuario selecciona uno.

2.3.2.3. Llenar formulario según laboratorio

Después de elegir el laboratorio y haber llenado el formulario general, se deberá llenar la información del formulario específico del laboratorio seleccionado. Estos formularios son diferentes para cada laboratorio, ya que cada laboratorio necesita información específica para poder realizar sus exámenes. Al momento de llenar la información de cada animal, el cliente selecciona los exámenes que le quiere realizar.

2.3.2.4. Verificar exámenes y generar boleta

Una vez que el cliente llene la información de los animales y que le asigne los exámenes que le quiere realizar, al cliente se le despliega en la pantalla la lista de exámenes seleccionados para su verificación y confirmación. En esta verificación de exámenes, se le muestra un resumen de los exámenes solicitados, el precio de cada examen y el precio total de todos los exámenes. Al cliente se le muestra una opción para que pueda seguir agregando o quitando exámenes. Si el cliente ya verificó que todos los exámenes están correctos, los confirma y con esto genera una boleta de pago con el precio total.

2.3.2.5. Pago de exámenes en bancos

Una vez generada la boleta de pago, el cliente tiene un máximo de siete días para poder pagar la boleta en cualquiera de los bancos afiliados a la USAC. Para pagar, el cliente puede imprimir la boleta de pago e ir a una de las agencias de los bancos afiliados para realizarlo, o puede efectuarlo desde la banca virtual de los bancos afiliados.

2.3.3. Nuevo proceso del personal de laboratorio

El proceso del personal de laboratorio también sufrió algunos cambios, ya que ahora, la mayor parte del proceso, se realizará en la aplicación web que se desarrolló. Es importante mencionar que cada usuario tiene un rol asignado dentro del sistema, y cada rol tiene asignados permisos de acceso a los diferentes módulos que puede acceder. Cada usuario tiene permisos dentro del sistema, según su puesto de trabajo, por lo que no todos los usuarios pueden acceder a los mismos módulos. A continuación, se explica el nuevo proceso que

se maneja del lado del personal del laboratorio, después de que el cliente haya solicitado exámenes y los haya pagado.

2.3.3.1. Recibir muestras

La primera etapa es recibir las muestras del cliente. Es importante mencionar que el sistema tiene comunicación con el SIIF, por lo tanto, desde el sistema de control de laboratorios, se verifica que el cliente haya pagado sus exámenes. Las muestras solo pueden ser recibidas si se tiene la confirmación de pago desde el SIIF. Una vez que el pago haya sido verificado, se procede a recibir las muestras y la solicitud continúa a la siguiente etapa.

2.3.3.2. Ingresar resultados

Luego de verificar que la solicitud de exámenes está en la etapa de ingreso de resultados, el personal del laboratorio tendrá acceso a los formularios específicos de cada animal y a los datos generales del cliente, al seleccionar el botón de “ingresar”. Además, se le muestra un apartado en donde el personal ingresa los resultados de los exámenes asignados a cada animal. Los resultados manejados en el sistema son: positivo/negativo, número o un diagnóstico como texto. El personal de laboratorio también puede agregar observaciones adicionales a cada animal, por si lo necesita, para poder ampliar los resultados obtenidos de los análisis de los animales.

2.3.3.3. Firmar resultados

Una vez los resultados hayan sido ingresados, pasarán a la etapa de firmar resultados. En esta etapa, el personal tiene las opciones de: ver, descargar, firmar y rechazar. Si el usuario presiona sobre ver, se le muestra en el navegador

la página con el PDF generado con los resultados de los exámenes solicitados por el cliente. Si presiona sobre descargar, se descarga un PDF con los resultados de los exámenes solicitados. Si selecciona rechazar, la solicitud de exámenes regresa a la etapa de ingreso de resultados, para que los resultados ingresados puedan ser modificados. Y si presiona firmar, se finaliza el proceso de solicitud. Si el cliente solicitó que quería recibir sus exámenes por correo, se le envían a su correo electrónico registrado.

2.3.3.4. Ver resultados históricos

El personal de laboratorio puede ver los resultados históricos entre un rango de fechas. El usuario selecciona la fecha inicio y la fecha de fin, y el sistema realiza la consulta de todos los exámenes que se han realizado en ese rango de fechas. El usuario puede ver y descargar los resultados en un PDF.

2.3.4. Módulos de acceso público

Existen dos módulos en los cuales no es necesario que el usuario inicie sesión, ya que puede hacer las siguientes consultas:

2.3.4.1. Ver precios y exámenes

Los usuarios que ingresen al sistema pueden ver los exámenes que se realizan en cada laboratorio y el precio que tiene cada uno de ellos. Además, en este módulo pueden ver información adicional de cada análisis; por ejemplo: si hay un mínimo de pago que se debe solicitar por cada examen; también se pueden ver los descuentos que se manejan para los distintos exámenes.

2.3.4.2. Ver plantillas

El otro módulo al que puede ingresar cualquier usuario es el de las plantillas. En este módulo, se pueden descargar las plantillas de Excel de los laboratorios que permiten realizar una carga masiva de la información de los animales. Estas plantillas permiten a los usuarios ver la estructura de los archivos para realizar la carga masiva, y así facilitar el proceso de carga.

2.3.5. Módulos generales

Los módulos que son accesibles para todos los usuarios son:

2.3.5.1. Ingreso al sistema

Todo usuario que quiere acceder a los módulos que no son públicos tiene que iniciar sesión en el sistema. Para acceder al sistema, debe ingresar el correo registrado y la contraseña que tiene asignada. Si las credenciales del usuario son válidas y no se encuentra deshabilitado, podrá ingresar al sistema y se le mostrará el menú con las operaciones que puede realizar, según el rol asignado al usuario.

2.3.5.2. Actualizar datos del usuario

Una vez que el usuario haya iniciado sesión, podrá modificar algunos campos de su cuenta. Los campos que puede modificar en cualquier momento son: Nombre y contraseña.

2.3.6. Módulos de administración

Los módulos que son accesibles para los usuarios que pueden administrar el sistema son:

2.3.6.1. Administración de usuarios

En este módulo, el administrador puede visualizar a todos los usuarios que se encuentren registrados en el sistema. Puede realizar filtros de los usuarios según los siguientes campos: nombre, laboratorio al que pertenece, el rol asignado o si el usuario está activo o no. El administrador puede deshabilitar la cuenta de cualquier usuario registrado y, al deshabilitar la cuenta de un usuario, no se le permitirá el ingreso al sistema. El usuario administrador puede agregar usuarios y asignarles un rol, laboratorio, nombre o correo.

2.3.6.2. Administración de laboratorios

Los usuarios con el rol administrador serán los únicos con los permisos para poder administrar los laboratorios. Los administradores pueden agregar un nuevo laboratorio al sistema, pueden modificar el nombre de los laboratorios existentes o bien eliminar uno de los laboratorios que están activos.

2.3.6.3. Administración de roles

En este módulo, se pueden crear roles, modificar el nombre del rol o eliminar los activos. Desde este módulo, también se le asignan los permisos que va a tener cada rol en el sistema.

2.3.6.4. Roles precargados

Al momento de configurar el sistema, se cargan los siguientes roles: administrador, cliente, recepcionista, doctor y coordinador de laboratorio.

2.3.6.5. Ver bitácora

En este módulo, se observan las acciones realizadas en el sistema dentro de un rango de fechas. Se muestra la fecha en la que se realizó la acción, quién la realizó y una pequeña descripción de la acción.

2.3.7. Módulos de personal de laboratorio

El personal de laboratorio tiene acceso a los siguientes módulos:

2.3.7.1. Etapas de formularios

En las etapas del proceso, es posible filtrar los resultados por número de boleta de pago, nombre del cliente o correo del cliente. Las etapas que existen son las siguientes:

- **Recibir muestras:** es en esta en donde el personal de laboratorio recibe las muestras del cliente, solo si el pago de los exámenes ya fue procesado en alguno de los bancos afiliados.
- **Ingresar resultados:** una vez se reciben las muestras, se procede a ingresar los resultados en esta etapa. Cuando los resultados son ingresados, pasan a la siguiente etapa.
- **Firmar resultados:** se verifican los resultados de los exámenes y si todo está bien, estos son firmados.

- Resultados históricos: una vez que los resultados fueron firmados, se pueden consultar desde esta fase. Esta es la última etapa en la que pasan todos los formularios.

2.3.7.2. Módulo para administrar formularios

Ya que cada laboratorio maneja diferentes formularios para que los clientes soliciten exámenes, se creó este módulo para que los encargados de cada laboratorio puedan editar estos formularios. El personal de laboratorio puede crear, modificar o eliminar formularios para su laboratorio. Además, en cada uno puede crear, modificar o eliminar preguntas. Este formulario con preguntas será mostrado al momento en que un cliente solicite exámenes de este laboratorio.

2.3.7.3. Administrar firma

El propósito de este módulo es que los usuarios que tengan la función de firmar resultados puedan crear o actualizar su firma. Deben subir un archivo con formato de imagen para poder registrar su firma; una vez registrada, los usuarios pueden modificarla en cualquier momento. Esta firma es la que se mostrará al momento de firmar los resultados de su laboratorio.

2.3.7.4. Administrar categorías y exámenes

Los usuarios del personal de laboratorio que poseen los permisos necesarios podrán administrar las categorías y exámenes de su laboratorio. Para las categorías, se podrán crear, modificar o eliminar categorías. A cada categoría, le puede asignar los exámenes que le corresponden. Por cada examen, se podrán crear, modificar o eliminar los mismos.

También, en la administración de exámenes, los usuarios pueden actualizar el precio de un análisis, programar la actualización de un precio, crear descuentos y asignar un mínimo de exámenes que se debe de solicitar de la misma prueba.

2.3.7.5. Administrar mensajes en el correo

En cada laboratorio, se puede actualizar ciertos mensajes que aparecen en el informe de resultados. Se puede modificar el título y el cuerpo de estos informes para que, al momento de ser enviados al cliente, tenga el mensaje personalizado de cada laboratorio.

2.3.8. Módulos del cliente

Los módulos que son accesibles para los clientes son:

2.3.8.1. Confirmar exámenes

Una vez que el cliente tenga exámenes en su carrito de compras, él puede verificar los exámenes y confirmarlos para poder generar su boleta de pago.

2.3.8.2. Ver boletas de pago generadas

El cliente, desde su usuario, puede ver las boletas de pago que ha ido generando. Puede ver el estado de las boletas y volver a descargarlas si así lo selecciona.

2.3.9. Matriz de decisión para elección de servidor web

Para poder decidir sobre qué servidor web usar entre Apache y NGINX, se realizó una investigación. Por medio de una matriz de decisión, se logró concluir cuál de las dos opciones era la mejor para este proyecto.

A continuación, se presenta una figura para poder ver los aspectos en los cuales fueron evaluados.

Figura 2. Matriz de decisión Apache vs. NGINX

| | Puntuación máxima | Apache | NGINX |
|---|----------------------|-----------|-------------|
| Estructura ligera y arquitectura más rápida | 50 | 30 | 45 |
| Rendimiento | 15 | 9 | 13,5 |
| Cantidad de solicitudes procesadas | 5 | 3 | 5 |
| Seguridad | 15 | 12 | 13,5 |
| Menor consumo de recursos | 5 | 3 | 4 |
| Facilidad de realizar las configuraciones | 5 | 4,5 | 3,5 |
| Soporte del sistema operativo | 5 | 4,5 | 3 |
| Total | 100 | 66 | 87,5 |

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizar la comparación entre Apache y NGINX, apache tuvo una puntuación de 66 sobre 100, mientras NGINX tuvo una puntuación de 87,5 sobre 100. El aspecto que tuvo más valor para evaluarlas fue que tuviera una estructura ligera y que su arquitectura fuera más rápida, esto debido a la cantidad de

usuarios que utilizarán el sitio. Por lo tanto, se eligió usar NGINX como servidor web.

2.3.10. Matriz de decisión para elegir cómo realizar las consultas en la base de datos

Se consultaron diferentes sitios web, en donde se realizaban pruebas para probar el rendimiento entre usar Eloquent, Query Builder y SQL puro; y en todas las páginas consultadas se llegó a la misma conclusión. En la siguiente figura se puede observar los aspectos que se evaluaron y la puntuación que tuvo cada una de estas.

Figura 3. Matriz de decisión de consultas en la base de datos

| | Puntuación máxima | SQL Puro | Query Builder | Eloquent |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|---------------|-----------|
| Velocidad | 50 | 50 | 45 | 25 |
| Seguridad | 30 | 6 | 27 | 27 |
| Manejo de eventos | 5 | 0 | 0 | 4,5 |
| Facilidad para realizar consultas | 5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 |
| Integración con componentes laravel | 10 | 5 | 5 | 10 |
| Total | 100 | 64,5 | 80,5 | 71 |

Fuente: elaboración propia.

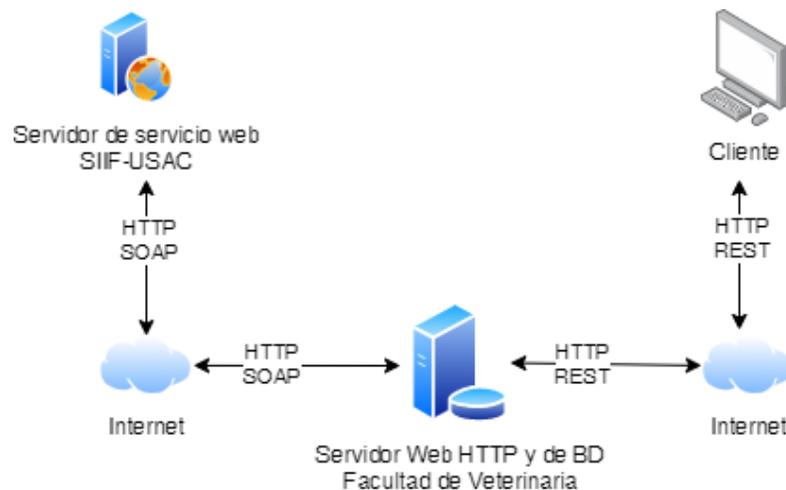
Al realizar la comparación entre SQL puro, Query Builder y Eloquent, se tomó la decisión de elegir Query Builder para realizar las consultas en la base de datos. Entre las 3 opciones, Query Builder tiene un equilibrio entre velocidad y seguridad y esos fueron los factores más importantes para poder elegir la forma en la que se iban a realizar las consultas en la base de datos.

2.3.11. Arquitectura de *software* de la solución

El sistema para el control de laboratorios está publicado en NGINX. Fue desarrollado en php; se usó el *framework* Laravel. El servidor de la base de datos se encuentra instalado en el mismo servidor que la aplicación, debido a la disponibilidad de recursos de la Facultad de Veterinaria. Aunque el método apropiado para tener la aplicación, es tener una aplicación en un servidor diferente al servidor de la base de datos.

Para la comunicación con el SIIF se instaló la librería SoapClient con la cual se realizaron consumos de SOAP desde REST. También se desarrolló un servidor SOAP para que el SIIF pueda consumirlo y así mandar las confirmaciones de pago.

Figura 4. Diagrama de conectividad



Fuente: elaboración propia, empleado draw.io.

2.4. Costos del proyecto

En la siguiente tabla se puede observar el detalle de los costos del proyecto.

Tabla I. **Costos del proyecto**

| Recursos | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
|--|------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Desarrollador | 6 meses (4 horas) | Q10 000,00 | Q60 000,00 |
| Energía eléctrica e Internet | 6 meses | Q1 000,00 | Q6 000,00 |
| Computadora portátil Lenovo con procesador i7 con 12GBDDR4 y 1 TB de disco duro. | 1 | Q8 849,00 | Q8 849,00 |
| Asesoramiento | 10 meses (1 vez a la semana) | Q1 000,00/sesión (Q4 000,00/mes) | Q40 000,00 |
| Asesoramiento de FMVZ | 10 meses | Q4 000,00/mes | Q40 000,00 |
| Mobiliario y equipo | 1 | Q1 700,00 | Q1 700,00 |
| Local y mantenimiento | 6 meses | Q1 500,00 | Q9 000,00 |
| Licenciamiento de software | 1 | Q90 000,00 | Q90 000,00 |

Total Q 255 549,00

Fuente: elaboración propia.

2.5. Beneficios del proyecto

- Tener una plataforma para llevar información esencial de los laboratorios de forma digital.
- Eliminar recibos, esto previene que los recibos se pierdan y evita sanciones para la Facultad.
- Disminuir el uso de papel.

- Efectuar los pagos de los exámenes desde la banca virtual del cliente.
- Eliminar el uso de efectivo en Tesorería.
- Ahorrar tiempo para el colaborador del laboratorio, porque no será necesario la realización del informe diario.
- Mejorar el control de las gestiones del laboratorio.
- Notificar al cliente de forma inmediata, cuando sus resultados estén listos, y el usuario selecciones que sí quiere recibir la notificación.

3. FASE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

3.1. Capacitación propuesta

Se realizaron múltiples reuniones con el personal de los laboratorios de la Facultad de Veterinaria, para que comprendieran el nuevo proceso que se implementó en los laboratorios y la forma en la que debían usar el sistema, para poder dar un buen servicio a los clientes de los laboratorios.

3.2. Material Elaborado

El material elaborado que se le compartió a la Facultad de Veterinaria fue el siguiente:

3.2.1. Manual técnico

El manual elaborado para la Facultad de Veterinaria contiene lo siguiente:

3.2.1.1. *Script* de la base de datos

Dentro del código fuente entregado a la facultad, se encuentra la carpeta *scripts*; dentro de la carpeta se encuentran algunos archivos en donde están los *scripts*, para poder crear las tablas y los procedimientos almacenados que fueron usados para este proyecto. También se puede encontrar el script para insertar los registros en la base de datos, con la información de los laboratorios como: exámenes, categorías, formularios y demás.

3.2.1.2. Parametrización del sistema

La parametrización de los laboratorios se realizó en el archivo Globales, que se encuentra en la carpeta “config” del proyecto. En este archivo, se configuró el tipo de vista que tiene cada laboratorio: si en el laboratorio se va a mostrar el nombre corto del examen, si el laboratorio permite realizar carga masiva, y otros.

3.2.1.3. Comunicación con SIIF

Para la generación de las boletas de pago y la comprobación de los pagos, se utiliza un servicio externo con el SIIF. Cada vez que se necesita generar una boleta de pago, el sistema automáticamente la solicita al SIIF; este le responde con la información necesaria, para que el cliente pueda pagar en los bancos afiliados a la USAC. Una vez que los pagos son procesados por el SIIF, y este envía la confirmación de pago al sistema de control de laboratorios, estos pueden recibir las muestras.

3.2.2. Videos para clientes

Se realizó una serie de videos en donde se explica los pasos que debe realizar el cliente, para poder solicitar exámenes en los laboratorios de la Facultad de Veterinaria.

3.2.3. Videos para administración

En estos videos, se explica la administración de usuarios, roles, permisos y laboratorios.

3.2.4. Videos para el personal de laboratorio

Se realizó una serie de videos para el personal de laboratorio, en donde se explica el proceso para utilizar la aplicación, cómo deben configurar los exámenes, los formularios y mensajes de los informes.

CONCLUSIONES

1. Se llevó el registro unificado del proceso de ingreso, el pago y el resultado final de las muestras analizadas por los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Se estandarizó el proceso de ingreso para realizar exámenes de laboratorio, por medio de un formulario en línea.
3. Se registró en el sistema los reportes financieros, los resultados de los exámenes de laboratorio y los pagos de las pruebas de laboratorio.
4. Se notificó a los clientes, por medio de un correo electrónico, cuando los resultados de sus análisis fueron cargados al sistema.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar, a futuro, los campos que son más usados, para poder filtrar los exámenes de los clientes, según las necesidades que se presenten.
2. Designar a una persona responsable que tenga el rol de administrador del sistema.
3. Obtener retroalimentación del sistema por parte del usuario final, para evaluar e implementar mejoras.
4. Dar mantenimiento y realizar copias de seguridad, de forma periódica, de la base de datos.
5. Separar el servidor de aplicaciones del servidor de la base de datos.
6. Tener un sitio de contingencia de la base de datos y del servidor de aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bootstrap. *Flatly*. [en línea]. <<https://bootswatch.com/flatly/>>. [Consulta: 31 de enero de 2021].
2. CSS tutorial. *W3schools*. [en línea]. <<https://www.w3schools.com/css/>>. [Consulta: 31 de enero de 2021].
3. Laravel. *Installations*. [en línea]. <<https://laravel.com/docs/7.x>>. [Consulta: 31 de enero de 2021].
4. NGINX. *Hosting Solution*. [en línea]. <<https://www.nginx.com/>>. [Consulta: 31 de enero de 2021].
5. PostgreSQL. *Data Access Components*. [en línea]. <<https://www.postgresql.org/>>. [Consulta: 31 de enero de 2021].
6. Uso de jQuery. *JavaScript* [en línea]. <<https://jquery.com/>>. [Consulta: 31 de enero de 2021].

