



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

**SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA
LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO,
DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC**

Juan Marcos Chacón Aguilar

Asesorado por el Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar

Guatemala, mayo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA
LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO,
DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN MARCOS CHACÓN AGUILAR

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ARNALDO MÉNDEZ AGUILAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, MAYO 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
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla
EXAMINADORA	Inga. Susan Verónica Gudiel Herrera
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 DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 9 de marzo de 2016.

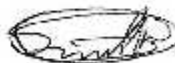
Juan Marcos Chacón Aguilar

Guatemala 19 de Noviembre de 2016

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto:
Directora Unidad de E.P.S.
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniera:

Por este medio hago constar que el alumno **Juan Marcos Chacón Aguilar** quien se identifica con el número de carnet: **200412335** de la facultad de **ingeniería** de la carrera de **Ciencias y Sistemas** ha presentado para su revisión el 100% del informe final relacionado a su EPS titulado: "*SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC*" Y luego de las respectivas correcciones, yo como ingeniero asesor firmo y sello la presente.



Sergio Arnaldo Méndez Aguilar
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegado No. 18958

(f).

Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar
Ingeniero Asesor



Guatemala, 28 de noviembre de 2016.
Ref.EPS.DOC.806.11.16.

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

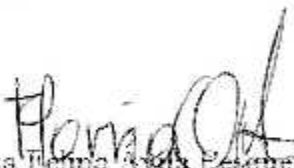
Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Juan Marcos Chacón Aguilar carné No. 200412335 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirlo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Floriza Tempa Asís Escobedo de M...
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



DEAPDM/KA



Guatemala, 28 de noviembre de 2016.
Ref.EPS.D.502.11.16.

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

Estimado Ingeniero Pérez Turk:

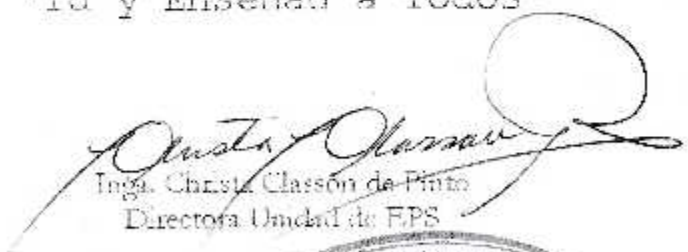
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC**, que fue desarrollado por el estudiante universitario Juan Marcos Chacón Aguilar carné No. 200412335, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar 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 suscribirlo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCsP/ra





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

Guatemala, 25 de Enero de 2017

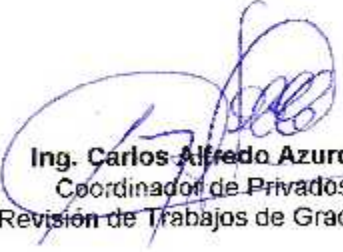
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **JUAN MARCOS CHACÓN AGUILAR** carné **200412335**, titulado: **"SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC"** 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 DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC"**, realizado por el estudiante **JUAN MARCOS CHACÓN AGUILAR** aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"


Ing. Mario Antonio Pérez Türk
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 18 de mayo de 2017

Universidad de San Carlos
de Guatemala

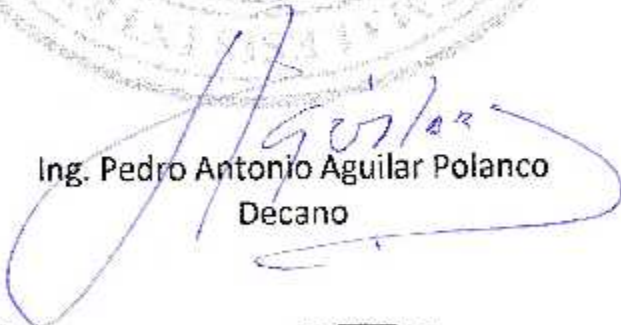


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 234.2017

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 DE ADMINISTRACIÓN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO CLÍNICO PARA LA UNIDAD DE SALUD DE LA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO, DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA, USAC**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Marcos Chacón Aguilar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** El Creador de todo, que en su infinita misericordia y amor me permite la vida, salud, tiempo, el intelecto y todos los recursos para alcanzar esta meta
- Mis padres** Víctor Raúl Chacón Aguilar y Sandra Nineth Aguilar Monterroso, por ser mi motor, mi inspiración y mi ejemplo. Definitivamente no alcanzaría esta meta si no fuera por ustedes.
- Mi familia** Vicky, Laura, Víctor, Elena, José, Gaby, Emma y Mateo, primos, tíos y al resto de mi familia; por compartir conmigo cada momento, por ser pacientes y comprenderme siempre cuando no tuve todo el tiempo para compartir con ustedes.
- Mi mejor amiga y compañera** Karlita Bernal, por siempre apoyarme y aun darme ese empujón que necesitaba, cuando me sentía muy cansado para seguir.

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	2
1.1.2. Misión	3
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Servicios que realiza.....	3
1.2. Descripción de las necesidades	4
1.3. Priorización de las necesidades	5
1.4. Antecedentes otros sistemas de información	6
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1. Descripción del proyecto	9
2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto	10
2.2.1. Servidor	10
2.2.2. Fuentes de datos en servidor	10
2.2.3. Estado de la red en la Unidad de Salud	11
2.2.4. Diagnóstico FODA del proyecto.....	11
2.2.4.1. Fortalezas.....	11

	2.2.4.2.	Debilidades.....	11
	2.2.4.3.	Oportunidades.....	12
	2.2.4.4.	Amenazas	12
	2.2.5.	Opciones de administradores de bases de datos....	12
	2.2.6.	Opciones de arquitecturas.....	13
	2.2.7.	Opciones de lenguajes de programación	14
	2.2.8.	Opciones de para implementar MVC utilizando java.....	14
2.3.		Presentación de la solución del proyecto.....	14
	2.3.1.	Administrador de base de datos.....	14
	2.3.2.	Arquitectura del sistema.....	15
	2.3.3.	Lenguaje de programación.....	15
	2.3.4.	Implementación de MVC	15
	2.3.5.	Organización de la información.....	15
	2.3.6.	Utilización de información disponible	16
	2.3.7.	Otros pacientes del laboratorio.....	16
	2.3.8.	Maquetación web	17
2.4.		Casos de uso	20
	2.4.1.	Diagrama de casos de uso.....	20
	2.4.2.	Especificación de casos de uso	21
2.5.		Diagrama general de arquitectura utilizada.....	39
2.6.		Diagrama de despliegue	40
2.7.		Costos del proyecto.....	41
2.8.		Beneficios económicos directos de la implementación de la solución.....	42
	2.8.1.	Eliminación de gasto en fotocopias	42
	2.8.2.	No es necesario repetir pruebas	42
	2.8.3.	Eleva productividad de médicos.....	43
	2.8.4.	Disminuye el tiempo para crear informe diario	44

2.9.	Tiempo estimado para retorno de la inversión.....	45
3.	FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	47
3.1.	Proceso de capacitación.....	47
3.1.1.	Capacitación presencial a asesor en cada entrega de avances	47
3.1.2.	Capacitación presencial al administrador del sistema	49
3.1.3.	Capacitación presencial al equipo de Unidad de Salud	49
3.1.4.	Aseguramiento de disponibilidad de manual de usuario.....	50
3.2.	Desarrollo de manual técnico del sistema	51
	CONCLUSIONES	53
	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	57
	APÉNDICES	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Buscar de paciente.....	17
2.	Expediente de laboratorio del paciente	18
3.	Ingreso de laboratorio	19
4.	Diagrama general de casos de uso.....	20
5.	Implementación caso de uso: “buscar paciente”	22
6.	Implementación caso de uso: “consultar expediente de laboratorio” ...	24
7.	Implementación caso de uso: “agregar laboratorio”	26
8.	Implementación caso de uso: “consultar laboratorio”	28
9.	Implementación del caso de uso: “editar laboratorio”	30
10.	Implementación de caso de uso: “imprimir laboratorio”	32
11.	Implementación caso de uso: “eliminar laboratorio”	34
12.	Implementación caso de uso: “agregar paciente”	36
13.	Implementación caso de uso: “agregar usuario”	38
14.	Diagrama modelo-vista-controlador	39
15.	Diagrama de despliegue	40
16.	Estimación de costos de producción del proyecto	41
17.	Primera minuta avances con asesor	48
18.	Sumario de minutas de avance entregados.....	48
19.	Capacitación unidad de Salud.....	49
20.	Capacitación unidad de salud	50
21.	Acceso directo a descarga de manual de usuario.....	51

TABLAS

I.	Especificación de caso de uso: buscar paciente.....	21
II.	Especificación de caso de uso: consultar expediente laboratorio.....	23
III.	Especificación de caso de uso: agregar laboratorio.....	25
IV.	Especificación de caso de uso: consultar laboratorio	27
V.	Especificación de caso de uso: editar laboratorio.....	29
VI.	Especificación de caso de uso: imprimir laboratorio	31
VII.	Especificación de caso de uso: eliminar laboratorio	33
VIII.	Especificación de caso de uso: agregar paciente.....	35
IX.	Especificación de caso de uso: agregar usuario.....	37
X.	Beneficios monetarios directos por la implementación del proyecto.....	45

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Metro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
mg	Miligramos
ml	Mililitros
mm	Milímetros

GLOSARIO

Arquitectura cliente-servidor	Modelo de aplicación en la cual hay un participante que provee un servicio o función (servidor) y existe otro set de uno o varios participantes que consumen ese servicio (Clientes).
Modelo-vista-controlador	Patrón de arquitectura de software compuesto de tres partes: modelo (estructura de objetos conceptuales utilizados), vista (parte visual, como páginas) y controlador (el flujo entre las vistas).
<i>Framework</i>	Literalmente traducido del inglés significa “marco de trabajo” y consiste de un conjunto de herramientas y lineamientos prediseñados para facilitar la implementación de cierta o ciertas tecnologías.
JavaScript	Lenguaje de programación orientado a la presentación del usuario.
Caso de uso	Conjunto de diagramas y especificaciones que tiene como fin representar una funcionalidad en un proyecto de software.

RESUMEN

El Departamento de Laboratorio de la Unidad de Salud de la División de Bienestar Estudiantil Universitario, Dirección General de Docencia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, plantea que tiene la necesidad de gestionar de una mejor manera sus resultados de laboratorio.

Inicialmente, los resultados se registran por medio de fotocopias las que se llenan de manera manual y de estos resultados solo queda un libro de registros con un consolidado de lo realizado, pero no existe un registro para cada laboratorio realizado, como tampoco existe un histórico de laboratorio por cada paciente atendido. Lo anterior dificulta la socialización de la información con otras partes interesadas, por ejemplo con médicos de la unidad de salud.

Este trabajo presenta la solución que se dio a estas necesidades, proyecto en el que se implementó un sistema para el manejo digital de los resultados de laboratorio, el cual aporta información de laboratorio y del paciente y un módulo para la impresión de los resultados.

Adicionalmente, se creó un módulo de seguridad que gestiona distintos perfiles de usuarios de modo que la información presentada también sea enfocada a las necesidades de cada usuario del sistema.

OBJETIVOS

General

Que el personal médico la Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala pueda mejorar significativamente su forma de administrar los registros de laboratorio de los pacientes, esto específicamente para el área de Laboratorio en la ciudad universitaria de la zona 12 de la ciudad capital de Guatemala.

Específicos

1. Crear un ambiente controlado con base en permisos para la manipulación de laboratorios.
2. Formar el expediente de laboratorio para los pacientes.
3. Implementar un módulo que gestione la impresión de los exámenes de laboratorio.
 - a. Dar soporte al ingreso, cambios y eliminación de los siguientes exámenes de laboratorio: hematología, heces fecales, orina, glucosa pre-prandial, glucosa post-prandial, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, embarazo, VIH y hematológicos.

INTRODUCCIÓN

Cada día la tecnología juega un papel más importante en la salud. Se crean nuevas máquinas capaces de mediciones más exactas, nuevos software que hacen más estables, o que agrega más funcionalidades a dichas máquinas. La tecnología ha colaborado con la salud en formas que no son tan obvias, por ejemplo, la facilidad para compartir información importante sobre una nueva enfermedad, la estimación de patrones de comportamiento sobre cierto virus, entre otras muchas formas.

Este trabajo presenta una de las formas en que la tecnología puede ayudar a la salud. El proyecto plasmado en este documento es la respuesta a varias necesidades y deficiencias encontradas en la administración de resultados de laboratorio de la Unidad de Salud de la USAC.

Se busca proveer de una herramienta no solo para el área de laboratorio, sino también para médicos de otras oficinas de la unidad, que ahora tendrán acceso inmediato a los resultados de laboratorio de sus pacientes, así como también al historial de resultados de los mismos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

En esta sección se busca comprender el contexto de la institución que solicita el proyecto, entender las necesidades y priorizarlas, para guiar el desarrollo de este proyecto.

1.1. Antecedentes de la empresa

“En el año de 1952 la asociación estudiantil Juventud Médica, propone al Consejo Superior Universitario llevar un registro médico de los estudiantes universitarios, sin embargo, no se le prestó interés a la propuesta.

Nuevamente en 1954 la Facultad de Medicina a través del decano, propone la integración de una comisión para la creación del servicio médico a estudiantes universitarios, al final del año, la comisión concluye que es impostergable la creación del servicio de Bienestar Estudiantil, iniciándose con evaluaciones médicas y psicológicas a estudiantes que ingresaron en 1955.

En los siguientes tres años, luego de recomendaciones surgidas de congresos universitarios centroamericanos y latinoamericanos, la Facultad de Medicina nuevamente presenta al Consejo Superior Universitario su preocupación por la salud del estudiante.

El 10 de octubre de 1959, el Consejo Superior Universitario, según punto DECIMO CUARTO, del Acta 703, creó el Departamento de Bienestar Estudiantil, Sección de Orientación y Selección Profesional. El 30 de julio de

1975 en el Punto CUARTO, inciso 4.4.7 del Acta 16-7 del mismo Organismo, fue aprobado el Reglamento de dicho Departamento.”¹

1.1.1. Reseña histórica

“La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada el 31 de enero de 1676. En 1945 con la Constitución Política de Guatemala, quedó declarada y definida la autonomía universitaria.

El 10 de noviembre de 1971, por Acuerdo de Rectoría No. 7,735 fue creada la Unidad de Salud como parte del Departamento de Bienestar Estudiantil, autorizada por el Consejo Superior Universitario en el Punto TERCERO, inciso 3.1 del Acta Número 1130 de fecha 13 de noviembre de 1971.

El 25 de agosto de 1981, por Acuerdo de Rectoría No. 699-81, se le da a este Departamento la categoría de División de Bienestar Estudiantil Universitario, conformada por la Sección Socioeconómica, Sección de Orientación Vocacional y Unidad de Salud.

El 7 de julio de 1999, se integra la División de Bienestar Estudiantil Universitario a la estructura orgánica de la Dirección General de Docencia, según Punto SEGUNDO del Acta No. 21-99 del Consejo Superior Universitario.”²

¹ *Historia Unidad de Salud USAC* <http://saludusac.blogspot.com/> Consulta: junio, 2016

² *Ibíd.*

1.1.2. Misión

“Ser la dependencia líder, experta, confiable multiprofesional e interdisciplinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de la cual emanen las directrices en cuanto a la educación, promoción y prevención de la salud integral del estudiante universitario, que le hagan partícipe de las responsabilidades de adquirir conocimientos necesarios para llevar un estilo de vida sano que se traduzca en un mejor rendimiento académico y cuyos programas se realicen bajo una supervisión directa que permita la calidad y cubran las necesidades de salud.”³

1.1.3. Visión

“Detectar y contribuir a la recuperación de la salud del estudiante universitario, cumpliendo a la responsabilidad de preservar y mantener sana a la población estudiantil, basado en la creación y coordinación de programas confiables y efectivos que contribuyan a la prevención y promoción de la salud integral del estudiante.”⁴

1.1.4. Servicios que realiza

“Se realizan diferentes servicios que se pueden catalogar de la siguiente forma:

- Consulta externa: básicamente incluye la atención médica, en nutrición y también trabajo físico por medio de aeróbicos para estudiantes y trabajadores.

³ Historia Unidad de Salud USAC <http://saludusac.blogspot.com/> Consulta: junio, 2016

⁴ *Ibíd.*

- Área médica: incluye el examen de salud, para alumnos de primer ingreso y los programas de prevención e intervención en vida saludable.
- Área laboratorio: incluye laboratorios clínicos y microbiológicos.
- Área odontológica: se enfoca en el área odontológica, urgencias.
- Área psicológica: busca prestar servicios propios del área, tanto para alumnos como para trabajadores.”⁵

1.2. Descripción de las necesidades

La necesidad está ligada específicamente al área de laboratorio. Ellos desean mejorar la manera en que gestionan los resultados de sus laboratorios en los siguientes aspectos:

- Guardar de manera digital los resultados de laboratorio.
- Consultar resultados anteriores de laboratorio.
- Imprimir resultados anteriores de laboratorio.
- Que la solución permita el uso concurrente de la misma.
- Modificar anteriores resultados de laboratorio, en caso de cometer errores.
- Eliminar resultados de laboratorio de ser necesario.
- Socializar información por medio de la red de la que dispone la unidad de salud.
- Restringir las acciones que puede realizar cada tipo diferente de usuario, por ejemplo: solo el personal de laboratorio puede ingresar laboratorios

⁵ Sitio oficial Unidad de Salud USAC <http://saludusac.blogspot.com/2011/07/bienvenido-la-guia-informativa-de-la.html> Consulta: junio, 2011

nuevos, mientras los médicos no, pero ellos deben poder consultar esos laboratorios ingresados.

- Utilizar, en la medida de lo posible, el servidor del que ya dispone la unidad de salud.
- Lograr que los formatos de impresión coincidan con carta, media carta, o un cuarto de página carta.
- Estandarizar el diseño de impresión.
- Incluir los valores de referencia del laboratorio en los diseños de impresión.
- Tener la capacidad de consultar los pacientes registrados en la consulta externa
- Tener la capacidad de agregar nuevos pacientes.
- Tener un tipo de laboratorio que no se asocie a ningún paciente, para el caso específico de prueba de VIH.

1.3. Priorización de las necesidades

Para darle solución a este problema, se agruparon las necesidades mencionadas por el área de laboratorio, de modo que estas guíen al tipo de solución que se necesita. Se muestran las necesidades ordenadas donde la primera es la de mayor prioridad y la última la menor.

- Guardar de manera digital los resultados de laboratorio.
- Permitir el uso concurrente de la solución.
- Socializar información por medio de la red de la que dispone la unidad de salud
- Restringir las acciones que puede realizar cada tipo diferente de usuario, por ejemplo: solo el personal de laboratorio puede ingresar laboratorios

nuevos, mientras los doctores no, pero ellos deben poder consultar esos laboratorios ingresados.

- Consultar información de los pacientes registrados en la consulta externa.
- Agregar nuevos pacientes.
- Consultar resultados de laboratorios anteriores.
- Imprimir resultados anteriores de laboratorio.
- Modificar resultados anteriores de laboratorio en caso de cometer errores.
- Eliminar resultados de laboratorio de ser necesario.
- Estandarizar los formatos de impresión de coincidan con carta, media carta, o un cuarto de página carta.
- Estandarizar el diseño de impresión.
- Incluir los valores de referencia del laboratorio en los diseños de impresión.
- Tener un tipo de laboratorio que no se asocie a ningún paciente, para el caso específico de prueba de VIH.

1.4. Antecedentes otros sistemas de información

Durante las entrevistas de toma de requerimientos, se identificó la existencia de un sistema de información anterior, el mismo se consideró como un fracaso para el personal de la unidad de salud.

A pesar de haber sido instalado, el sistema no fue utilizado.

Entre los factores de fracaso que se obtuvieron por medio de las entrevistas se encuentran:

- No proporcionaba edición para los laboratorios ingresados.

- No proporcionaba método de autenticación para utilizar el sistema.
- No proporcionaba niveles de privilegios sobre las funciones del sistema.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

En el siguiente capítulo se muestra el camino que se tomó para llegar a la solución de las necesidades recopiladas y priorizadas

2.1. Descripción del proyecto

Básicamente el área de laboratorio de la Unidad de Salud USAC, tiene un problema de gestión de información, utilizando un método manual, que consiste en escribir a mano, en una hoja, los resultados de laboratorio. Esta forma de manipulación de los resultados implica que no se cuenta con un respaldo histórico de los mismos, por lo que si el paciente perdía el resultado de laboratorio o no aparecía en su expediente, debería efectuarse nuevamente una copia del mismo, duplicando el trabajo.

Es por ello que se busca crear un sistema de administración de información, de modo que no solo se digitalicen los resultados de laboratorio, sino que también puedan relacionarse a los pacientes, creando un expediente de laboratorios, de modo que esté disponible la información actual del paciente, así como su historial de laboratorios realizados.

El sistema implementará el modelo cliente-servidor de modo que pueda instalarse en el servidor de la unidad de salud, aprovechar la infraestructura de red que ya se encuentra funcional y de esta forma se busca que los resultados de laboratorio puedan consultarse por los médicos de la unidad de salud, siempre y cuando la persona esté registrada en el sistema y su tipo de usuario le permita realizar la acción deseada, de modo que también para fines locales,

disminuirá el consumo de papel y copias para trasladar resultados de laboratorio dentro de la unidad de salud.

2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto

La siguiente sección presenta los aspectos considerados para llegar a la conclusión que solucione el problema.

2.2.1. Servidor

Como un punto importante considerado dentro del análisis se considera el uso del servidor que funciona en la Unidad de Salud, donde se espera que sea instalado el sistema para gestión de resultados de laboratorio. Equipo servidor:

- Hardware:
 - Procesador servidor
 - Intel Xeon E5405 2.00 GHz.
 - Memoria RAM servidor 2 GB
- Software:
 - Fedora 7 (GNU/LINUX) (sistema operativo)
 - Mysql (Gestor de base de datos)
 - Tomcat 7 (Servidor de Deployment)
 - Java JDK 1.7 (Oracle)

2.2.2. Fuentes de datos en servidor

Se identificó dentro de las aplicaciones que están instaladas adentro del servidor. Existe la base de datos principal de la unidad de salud, donde se

almacenan los datos de estudiantes que luego pasan al área de laboratorio y a los que se les realizan exámenes de laboratorio.

2.2.3. Estado de la red en la Unidad de Salud

También se verificó la correcta conectividad de red desde la oficina del área de laboratorio hacia el servidor, obteniendo resultados adecuados para la implementación del sistema por medio de la red. Específicamente en el área de laboratorio se cuenta con conectividad de red solamente para un equipo, aunque existe la infraestructura para conectar más.

2.2.4. Diagnóstico FODA del proyecto

Análisis de factores tanto internos como externos que pueden influir en el desarrollo del proyecto.

2.2.4.1. Fortalezas

- Buena comunicación con la empresa, por medio de representante
- Servidor funcionando la entidad
- Red de transmisión de datos que si funciona
- Ya hay una base de datos organizada de los pacientes
- Personal acostumbrado a trabajar con sistemas web

2.2.4.2. Debilidades

- Servidor relativamente antiguo
- Hay personal rotatorio, debido a practicantes en el laboratorio

2.2.4.3. Oportunidades

- Otros sistemas que dentro de la unidad que podrían convertirse en referencia para el nuevo sistema
- Posibilidad de aprovechar conocimiento y experiencia de estudiante realizando EPS en la misma unidad

2.2.4.4. Amenazas

- Posible cambio de personal
- Posibles cierres de la universidad
- Otros sistemas utilizan el servidor, lo que puede afectar su rendimiento.
- Antecedente de sistema que resultó en fracaso, no lo usan actualmente.

2.2.5. Opciones de administradores de bases de datos

Se buscaron opciones de manejadores de Bases de datos, un parámetro importante fue el costo del administrador, ya que se busca evitar costos en licencias de parte de la entidad beneficiada.

- Postgres: versión gratuita, consumo adecuado de recursos, nivel de documentación adecuado, no instalado en el servidor.
- Oracle express: versión gratuita de Oracle, consumo alto de recursos, buen nivel de documentación, no instalado en el servidor.
- Mysql: versión gratuita, consumo adecuado de recursos, nivel alto de documentación, ya instalado en el servidor.

2.2.6. Opciones de arquitecturas

Opciones consideradas para convertirse en la arquitectura utilizada en la solución del proyecto.

- Arquitectura de una capa: en esta arquitectura todos los componentes de la arquitectura están presentes en la misma aplicación. (presentación, lógica del negocio, capa de datos). Este caso no puede aplicarse, para el proyecto, ya que uno de los requerimientos es poder darle uso al servidor presente.
- Arquitectura de dos capas: cuando los componentes elementales de la arquitectura se encuentran separados en al menos dos capas es decir en dos aplicaciones, normalmente presentación, el modelo del negocio y el acceso a datos, los realiza la otra capa. Es aplicable para el proyecto, el acceso a datos puede comprometerse, debido a que está presente en la misma capa de lógica del negocio
- Arquitectura de tres capas: el sistema consta de al menos tres capas, que normalmente se distribuyen de la siguiente forma: interfaz con el usuario, lógica del negocio y acceso a datos. Es aplicable al proyecto, tener separada la lógica de negocios y acceso a datos, tiende a ser más segura. Tener el acceso a datos por separado, le permite a la aplicación mejor capacidad ante el cambio de un manejador de base de datos, aumenta la complejidad.
- Arquitectura de N capas: sistema en que cuenta con más de tres capas. Es aplicable al proyecto, puede proveer mayor seguridad, el nivel de complejidad se hace mucho mayor.

2.2.7. Opciones de lenguajes de programación

- .NET: bastante documentado, facilidad de uso, regularmente familiar con el lenguaje, no está en uso en el servidor.
- Java: bastante documentado, complejidad media de uso, familiar con el lenguaje, ya en uso en el servidor.
- PHP: medianamente documentado, facilidad de uso, regularmente familiar con el lenguaje, no está en uso en el servidor.

2.2.8. Opciones de para implementar MVC utilizando java

- No utilizar ningún *Framework*: pueden implementarse, alta inversión en trabajo, altamente configurable, sin experiencia.
- MVC de *spring*: el trabajo se reduce considerablemente, posee *spring security* para roles y permisos, configurable, experiencia.

2.3. Presentación de la solución del proyecto

Según la investigación del inciso anterior para la solución del proyecto se realizará utilizando las siguientes herramientas:

2.3.1. Administrador de base de datos

Se concluyó que se seguiría utilizando mysql, que como principal ventaja, ya está funcionando en el servidor, para no consumir más recursos, además de estar ampliamente documentado.

2.3.2. Arquitectura del sistema

Para este proyecto se decidió utilizar una arquitectura de tres capas, implementando el patrón de programación MVC porque se considera que se obtiene un buen balance entre complejidad, seguridad y documentación.

2.3.3. Lenguaje de programación

Se tomó la decisión de utilizar el lenguaje de programación java, ya que puede tener un poco mayor dificultad en su implementación, es más familiar para el desarrollador y otro aspecto que se consideró importante, es que ya se encuentra una aplicación de este tipo funcionando en el servidor, por lo que no es necesario agregar soporte a otro lenguaje en el servidor

2.3.4. Implementación de MVC

Se utilizará MVC de Spring, ya que implementa la arquitectura deseada, se reduce el tiempo de desarrollo y como desarrollador se está familiarizado con el Framework y posee paquetes para la seguridad.

2.3.5. Organización de la información

En conjunto con el equipo de laboratorio de la unidad de salud, se realizó un análisis sobre la forma más conveniente de organizar los resultados de laboratorio. Se llegó a la conclusión de que la forma más conveniente de administrar la información para todos los implicados sería crear un expediente de laboratorio, asociado al paciente, de modo que al consultar el expediente de laboratorio de un paciente, instantáneamente se tendrá acceso a todo su historial de resultados de laboratorio.

2.3.6. Utilización de información disponible

Como se mencionó en la sección 2.2.2. de este informe, existen en el servidor otros sistemas instalados, incluido uno que contiene la información de los alumnos que realizarán las pruebas en la unidad de salud, por ello se realizó una solicitud de acceso para la tabla de pacientes, con la cual se recibió autorización y permisos exclusivamente de consulta sobre dicha tabla. Con ello se logró evitar tener que crear manualmente el expediente de laboratorio para todos los alumnos registrados en esta fuente de información

2.3.7. Otros pacientes del laboratorio

Adicionalmente, a los alumnos de la Universidad existen otros pacientes que reciben servicios del área de laboratorio. Para estos tipos de pacientes el sistema implementa una creación de expediente de laboratorio, de modo que también puedan ser ingresados al sistema y tengan su propio expediente de laboratorio, que es utilizado por otras unidades del área de salud, por ejemplo la consulta externa, quien envía muchos pacientes a realizar pruebas de laboratorio. Entre los pacientes que no son alumnos figuran:

- Empleados de la Universidad: estas personas gozan con el beneficio de la consulta en las diferentes áreas de servicio que presta la unidad de salud
- Expendedores de alimentos: se realizan exámenes especializados como certificaciones de salud, para empleados que trabajan en puestos de comida dentro de la Universidad.

2.3.8. Maquetación web

Según la primera toma de requerimientos, se realizó el primer esquema del diseño web que tendrían las páginas y se muestra a continuación:

Figura 1. **Buscar de paciente**

SAREL Unidad de Salud USAC

Buscar persona

Nombre: Edad: Sexo:
ID: Tipo Paciente:

BUSCAR EXPEDIENTE

Resultados

Nombre	Edad	Sexo	ID	Tipo Paciente	
Juan Marcos Chacón	31 Años	Hombre	111 55555 222	ESTUDIANTE	Ver expediente
Daniela Jazmín Teyes	18 Años	Mujer	222 77777 111	TRABAJADORA	Ver expediente
Karla Bernal	23 Años	Mujer	232 12345 323	ESTUDIANTE	Ver expediente

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Expediente de laboratorio del paciente

SAREL Unidad de Salud USAC

Expediente laboratorio

Nombre: Juan Marcos Chacón Aguilar **Edad:** 31 años **Sexo:** hombre
ID: 1111 55555 444 **Tipo paciente:** estudiante

[AGREGAR LABORATORIO](#)

No.	Fecha	Tipo laboratorio	Responsable				
1	04-01-2016	Colesterol	Lic. Martha Campos	Ver	Imprimir		
1	04-01-2016	Glucosa	Lic. Martha Campos	Ver	Imprimir	Editar	
2	05-01-2016	Examen multifásico	Edna Estrada	Ver	Imprimir	Editar	Eliminar

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Ingreso de laboratorio

SAREL Unidad de Salud USAC

Glucosa

Nombre: Juan Marcos Chacón Aguilar **Fecha:** 05-01-2016 **Registro:** -generado-
ID: 1111 55555 444 **Tipo paciente:** estudiante **Sexo:** hombre

Datos:

Glucosa pre-prandial: (mg/dl) **Referencia:** 75 – 115 mg/dl

Glucosa post-prandial: (mg/dl)

Químico biólogo: ▼

Fuente: elaboración propia.

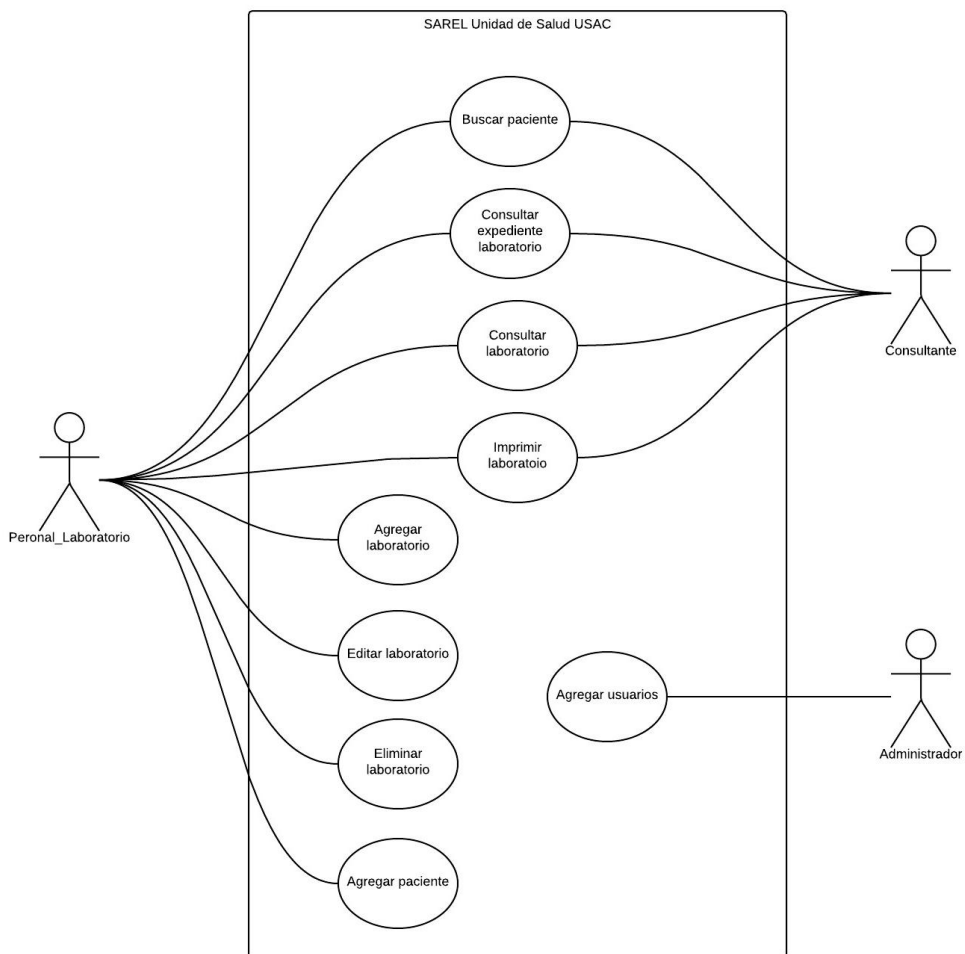
2.4. Casos de uso

Utilizando el conjunto de documentos de definición de casos de uso, se presenta la solución a la problemática.

2.4.1. Diagrama de casos de uso

El diagrama general de casos de uso, muestra las funcionalidades básicas del sistema.

Figura 4. Diagrama general de casos de uso



Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Especificación de casos de uso

En esta parte se presenta la especificación para los casos de uso descritos en el diagrama general de casos de uso.

Tabla I. **Especificación de caso de uso: buscar paciente**

ID – CU:	01-0001		
Nombre CU:	Buscar paciente		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	abril 2016
Actores:	Consultante, personal laboratorio, administrador		
Descripción:	Representa la funcionalidad en donde se buscará una persona, para ya sea consultar su historial de laboratorio, o para agregar nuevos resultados de laboratorio		
Disparador	Seleccionar en el menú principal “buscar paciente”		
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad		
Postcondiciones:	Consultar expediente de laboratorio		
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ingresa uno o varios criterios para la búsqueda 2. Se presiona el botón “buscar expediente” 3. El sistema retorna un listado de personas que cumplan con los criterios de búsqueda ingresados por el usuario. 		
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 No se ingresa ningún criterio de búsqueda 1.2 El sistema retorna un mensaje “Debe ingresar un criterio de búsqueda valido” 3.1 No se encuentra coincidencias. El sistema retorna el mensaje “no se encontraron personas con base a la información ingresada...” 		
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos		
Inclusiones:			
Prioridad:	Alta		
Frecuencia de uso:	Alta		
Reglas de negocio:	Es preferible buscar por el código de la persona		
Requisitos especiales:			
Asunciones:	El paciente ya ha sido ingresado a la base de datos de la unidad de salud		
Notas:			

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Implementación caso de uso: “buscar paciente”

The screenshot shows a web browser window with the URL `usalud.usac.edu.gt/sarel/buscarPaciente?nombre=juan+marcos&apellido=&carne=`. The page title is "Listado de Pacientes". The header includes the USAC logo and the text "Sistema de Administracion de Resultados de Laboratorio - SAREL". Navigation links include "Pagina de Inicio", "Buscar Paciente", "Crear Usuario", "Pruebas VIH", and "Cerrar Sesión". The user is logged in as "juanmarcos".

The main content area is titled "Listado de Pacientes" and contains a search form with the following fields:

- Nombre(s):
- Apellido(s):
- Numero de Registro:
- Buscar button
- [Crear Expediente Laboratorio](#)

Below the search form is a table titled "Resultados:" with the following data:

id Paciente	Nombre	Apellido	Carne	Fecha Nacimiento	Ver Perfil
10017	JUAN MARCOS	MATIAS ARCHILA	201215789	1993-04-27	Consultar
18762	JUAN MARCOS	CUX SANIC	201232223	1991-06-18	Consultar
52984	Juan Marcos	Aceituno Ortiz	201407432	1994-08-13	Consultar

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Especificación de caso de uso: consultar expediente laboratorio**

ID – CU:	01-0002		
Nombre CU:	Consultar expediente laboratorio		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	

Actores:	Consultante, personal laboratorio, administrador
Descripción:	Despliega el expediente de laboratorio de un paciente
Disparador	Hacer clic en “ver expediente” en la búsqueda de paciente
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Haber realizado “buscar paciente”
Postcondiciones:	Agregar laboratorio a persona Imprimir resultado laboratorio Eliminar resultado laboratorio
Flujo normal:	1. El sistema busca entre los pacientes con expediente de laboratorio 2. El sistema despliega el expediente de laboratorio del paciente
Flujo alternativo:	1.1. No se encuentra el expediente de laboratorio 1.2. El sistema le crea un expediente de laboratorio. 1.3. El sistema despliega el expediente de laboratorio del paciente.
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	
Requisitos especiales:	
Asunciones:	El paciente fue encontrado en “búsqueda paciente”
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Implementación caso de uso: “consultar expediente de laboratorio”

The screenshot shows a web browser window with the URL `usalud.usac.edu.gt/sarel/verExpedienteLaboratorio?idPaciente=10017&&carne=201215789`. The page title is "Expediente de Laboratorio". The header includes the USAC logo and the text "Sistema de Administracion de Resultados de Laboratorio - SAREL". Navigation links include "Pagina de Inicio", "Buscar Paciente", "Crear Usuario", "Pruebas VIH", and "Cerrar Sesión". The user is logged in as "juanmarcos".

The main content area displays the patient's information:

Expediente de Laboratorio

JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA
 CARNE: 201215789 FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
 EMAIL: j.m._rojo-15_fcb-19@hotmail.es SEXO: HOMBRE

Actions: [Modificar Expediente Laboratorio](#), [Eliminar Expediente Laboratorio](#)

Buttons: [Agregar Nuevo](#) (dropdown menu showing "Perfil Lipidico")

Tipo de Laboratorio	Responsable	Fecha	Consultar	Editar	Eliminar	Imprimir
Acido Urico	quimico.prueba	2016-08-08	Consultar	Editar	Eliminar	Imprimir

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Especificación de caso de uso: agregar laboratorio

ID – CU:	01-0003		
Nombre CU:	Agregar laboratorio		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	abril 2016

Actores:	Personal laboratorio, administrador
Descripción:	A partir del menú desplegable de tipos de resultados de laboratorio, despliega el formulario de ingreso del tipo seleccionado de resultado de laboratorio.
Disparador	Hacer clic en “agregar laboratorio” en el expediente de laboratorio de un paciente
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo normal:	1. El usuario ingresa la información específica del laboratorio 2. El usuario hace clic en “guardar” 3. El sistema despliega un mensaje confirmando el guardado del laboratorio.
Flujo alternativo:	1.1. El usuario hace clic en “regresar a expediente de laboratorio” 1.2. No se guarda nada de lo ingresado 1.3. El sistema muestra el expediente de laboratorio del paciente 2.1. El usuario hace clic en “guardar”, pero falta información, o alguna información está incorrecta 2.2. El sistema muestra un mensaje sobre el campo obligatorio sin llenar, o con información errada
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	Actualmente solo se permite el ingreso de resultados a los laboratoristas y administradores
Requisitos especiales:	
Asunciones:	El paciente fue encontrado en “búsqueda paciente”
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Implementación caso de uso: “agregar laboratorio”

The screenshot shows a web browser window with the URL `usalud.usac.edu.gt/sarel/agregarACIDO_URICO?idExpediente=1`. The page header includes the USAC logo and the title "Sistema de Administracion de REsultados de Laboratorio - SAREL". Navigation links include "Pagina de Inicio", "Buscar Paciente", "Crear Usuario", "Pruebas VIH", and "Cerrar Sesión". The user is logged in as "juanmarcos".

The main form is titled "Acido Urico" and contains the following fields and information:

- NOMBRE:** JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA
- SEXO:** HOMBRE
- MOVIL:** 49146326
- CODIGO REGISTRO:** 201215789
- EMAIL:** j.m._rojo-15_fcb-19@hotmail.es
- FECHA NACIMIENTO:** 1993-04-27
- TELEFONO:** 49146326
- [Regresar Expediente](#)
- Fecha de Laboratorio (dd/MM/yyyy):**
- Acido Urico:** mg/dl - Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl
Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl
- Quimico Biologo:**
-

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Especificación de caso de uso: consultar laboratorio**

ID – CU:	01-0004		
Nombre CU:	Consultar laboratorio		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	abril 2016

Actores:	Consultante, personal laboratorio, administrador
Descripción:	A partir del historial de laboratorios realizados al paciente, para uno específico el usuario selecciona “editar” Entonces el sistema permite visualizar la información de un laboratorio ya ingresado
Disparador	Hacer clic en “consultar laboratorio” en el resultado de un laboratorio en el expediente de laboratorio de un paciente
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo normal:	1. El Sistema muestra la información ingresada sobre el Laboratorio en referencia 2. El usuario hace clic en “regresar a expediente de laboratorio”
Flujo alternativo:	
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	
Requisitos especiales:	
Asunciones:	El paciente fue encontrado en “búsqueda paciente”
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Implementación caso de uso: “consultar laboratorio”

The screenshot shows a web browser window with the URL `usalud.usac.edu.gt/sarel/consultarACIDO_URICO?idACIDO_URICO=1`. The page header includes the USAC logo and the title "Sistema de Administración de Resultados de Laboratorio - SAREL". Navigation links include "Pagina de Inicio", "Buscar Paciente", "Crear Usuario", "Pruebas VIH", and "Cerrar Sesión". The user is logged in as "juanmarcos".

The main content area is titled "Acido Urico" and displays the following patient information:

NOMBRE: JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA	SEXO: HOMBRE	MOVIL: 49146326
CODIGO REGISTRO: 201215789	EMAIL: j.m._rojo-15_fcb-19@hotmail.es	FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
TELEFONO: 49146326		Regresar Expediente

Below the patient information, there is a form for entering laboratory data:

Fecha de Laboratorio (dd/MM/yyyy):

Acido Urico: mg/dl - Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl
Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl

Quimico Biologo:

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Especificación de caso de uso: editar laboratorio**

ID – CU:	01-0005		
Nombre CU:	Editar laboratorio		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	abril 2016

Actores:	Personal del laboratorio, administrador
Descripción:	A partir del historial de laboratorios realizados al paciente, para uno específico, el usuario selecciona “editar”
Disparador	Hacer clic en “editar” en el resultado de un laboratorio en el expediente de laboratorio de un paciente
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema carga en el formulario el laboratorio guardada con anterioridad 2. El usuario ingresa o modifica la información deseada 3. El usuario hace clic en “guardar” 4. El sistema despliega un mensaje confirmando el guardado del laboratorio
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 2.1. El usuario hace clic en “regresar a expediente de laboratorio” 2.2. No se guarda nada de lo modificado 2.3. El sistema muestra el expediente de laboratorio del paciente 3.1. El usuario hace clic en “guardar”, pero falta información, o alguna información está incorrecta 3.2. El sistema muestra un mensaje sobre el campo obligatorio sin llenar, o con información errada
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	Actualmente solo se permite el ingreso de resultados a los laboratoristas y administradores
Requisitos especiales:	
Asunciones:	El paciente fue encontrado en “búsqueda paciente”
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Implementación del caso de uso: “editar laboratorio”

The screenshot shows a web browser window with the URL `usalud.usac.edu.gt/sarel/editarACIDO_URICO?idACIDO_URICO=1`. The page header includes the USAC logo and the title "Sistema de Administración de Resultados de Laboratorio - SAREL". Navigation links include "Pagina de Inicio", "Buscar Paciente", "Crear Usuario", "Pruebas VIH", and "Cerrar Sesión". The user is logged in as "juanmarcos".

The main content area is titled "Acido Urico" and displays the following information:

- NOMBRE:** JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA
- SEXO:** HOMBRE
- MOVIL:** 49146326
- CODIGO REGISTRO:** 201215789
- EMAIL:** j.m._rojo-15_fcb-19@hotmail.es
- FECHA NACIMIENTO:** 1993-04-27
- TELEFONO:** 49146326

There is a link labeled "Regresar Expediente".

The "Fecha de Laboratorio (dd/MM/yyyy)" field contains the value "08/08/2016".

The "Acido Urico" field contains the value "5.6" with the unit "mg/dl". Reference ranges are shown: "Referencia:Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl" and "Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl".

The "Quimico Biologo" dropdown menu is set to "quimico.prueba".

An "Actualizar" button is located at the bottom of the form.

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Especificación de caso de uso: imprimir laboratorio**

ID – CU:	01-0006		
Nombre CU:	Imprimir laboratorio		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	Diciembre 2015	Fecha última actualización:	Mayo 2016

Actores:	Consultante, personal laboratorio, administrador
Descripción:	A partir del historial de laboratorios realizados al paciente, para uno específico el usuario selecciona “imprimir”
Disparador	Hacer clic en “imprimir” en el resultado de un laboratorio en el expediente de laboratorio de un paciente
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo normal:	1. El sistema genera una versión digital del laboratorio en formato PDF. 2. El sistema prepara como descarga el archivo para su uso por el usuario.
Flujo alternativo:	1.1. El sistema muestra un mensaje de error “no se pudo generar el archivo del laboratorio”
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	
Requisitos especiales:	
Asunciones:	El paciente fue encontrado en “búsqueda paciente”
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Implementación de caso de uso: “imprimir laboratorio”



Universidad de San Carlos De Guatemala
Dirección General de Docencia
División de Bienestar Estudiantil
Unidad de Salud
Laboratorio



PRUEBA DE EMBARAZO

NOMBRE: DUARTE PATRICIA PINTO GARCIA	FECHA: 15/05/2016	REGISTRO: 199916455
--------------------------------------	-------------------	---------------------

Resultado: **POSITIVO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Astrid Nicté Robles Giron'.



QUÍMICO BIÓLOGO: ASTRID NICTÉ ROBLES GIRON

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Especificación de caso de uso: eliminar laboratorio**

ID – CU:	01-0007		
Nombre CU:	Eliminar laboratorio		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	

Actores:	Personal laboratorio, administrador
Descripción:	A partir del historial de laboratorios realizados al paciente, para uno específico el usuario selecciona “eliminar”
Disparador	Hacer clic en “eliminar” en el resultado de un laboratorio en el expediente de laboratorio de un paciente
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo normal:	1. El sistema cambia el estado del laboratorio a “ELIMINADO” 2. El sistema muestra un mensaje, “el laboratorio ha sido eliminado correctamente”
Flujo alternativo:	1.1. El sistema muestra un mensaje de error “no se pudo eliminar el laboratorio solicitado”
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	Actualmente solo se permite el ingreso de resultados a los laboratoristas y administradores
Requisitos especiales:	
Asunciones:	El paciente fue encontrado en “búsqueda paciente”
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Implementación caso de uso: “eliminar laboratorio”



Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Especificación de caso de uso: agregar paciente

ID – CU:	01-0008		
Nombre CU:	Agregar Paciente		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	junio 2016

Actores:	Personal laboratorio, administrador
Descripción:	Permite agregar pacientes no registrados al sistema
Disparador	Hacer clic en “nuevo paciente” desde el menú principal del sistema
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa la información específica del nuevo paciente 2. El usuario hace clic en “guardar” 3. El sistema despliega un mensaje confirmando el guardado del paciente nuevo
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. El usuario hace clic en el botón “cancelar” 1.2. No se guarda nada de lo ingresado 1.3. El sistema regresa a la página de inicio 2.1. El usuario hace clic en “guardar”, pero falta información, o alguna información está incorrecta 2.2. El sistema muestra un mensaje sobre el campo obligatorio sin llenar, o con información errada
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	Actualmente solo se permite el ingreso de resultados a los laboratoristas y administradores
Requisitos especiales:	
Asunciones:	
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Implementación caso de uso: “agregar paciente”

The screenshot shows a web browser window with the URL `usalud.usac.edu.gt/sarel/agregarEXPEDIENTE_LABORATORIO`. The page header includes the USAC logo and the title "Sistema de Administración de Resultados de Laboratorio - SAREL". Navigation links include "Página de Inicio", "Buscar Paciente", "Crear Usuario", "Pruebas VIH", and "Cerrar Sesión". The user is logged in as "juanmarcos".

The main content area is titled "Expediente Laboratorio" and contains a form with the following fields and labels:

- NOMBRE:** (Label)
- SEXO:** (Label)
- MOVIL:** (Label)
- CODIGO REGISTRO:** (Label)
- EMAIL:** (Label)
- FECHA NACIMIENTO:** (Label)
- TELEFONO:** (Label)
- [Regresar Expediente](#) (Link)

The form fields are:

- Nombres:
- Apellidos:
- Fecha de Nacimiento (yyyy-mm-dd):
- Número de Registro:
- Dirección:
- Telefono:
- Movil:
- eMail:
- Sexo:

A "Crear" button is located at the bottom left of the form.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Especificación de caso de uso: agregar usuario**

ID – CU:	01-0009		
Nombre CU:	Agregar Usuario		
Creado por:	Juan Marcos Chacón	Actualizado por:	Juan Marcos Chacón
Fecha de creación:	diciembre 2015	Fecha última actualización:	julio 2016

Actores:	Administrador
Descripción:	Permite agregar usuarios nuevos al sistema
Disparador	Hacer clic en “nuevo usuario” desde el menú principal del sistema
Precondiciones:	Haber iniciado sesión con credenciales válidas en el sistema Tener los permisos para acceder a esta funcionalidad Estar en el expediente de laboratorio de un paciente
Postcondiciones:	
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa la información específica del nuevo usuario 2. El usuario hace clic en “guardar” 3. El sistema despliega un mensaje confirmando el guardado del usuario
Flujo Alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. El usuario hace clic en el botón “cancelar” 1.2. No se guarda nada de lo ingresado 1.3. El sistema regresa a la página de inicio 2.1. El usuario hace clic en “guardar”, pero falta información, o alguna información está incorrecta 2.2. El sistema muestra un mensaje sobre el campo obligatorio sin llenar, o con información errada
Excepciones:	No está disponible el acceso a la base de datos
Inclusiones:	
Prioridad:	Alta
Frecuencia de uso:	Alta
Reglas de negocio:	Actualmente solo se permite el ingreso de resultados a los administradores
Requisitos especiales:	
Asunciones:	
Notas:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Implementación caso de uso: “agregar usuario”

Formulario de creación de nuevo usuario

Nombre(s):

Apellido(s):

Nombre de Usuario:

Contraseña:

Email:

Nombre Imagen:

Firma:

Roles:

ADMINISTRADOR
CONSULTOR
LABORATORISTA

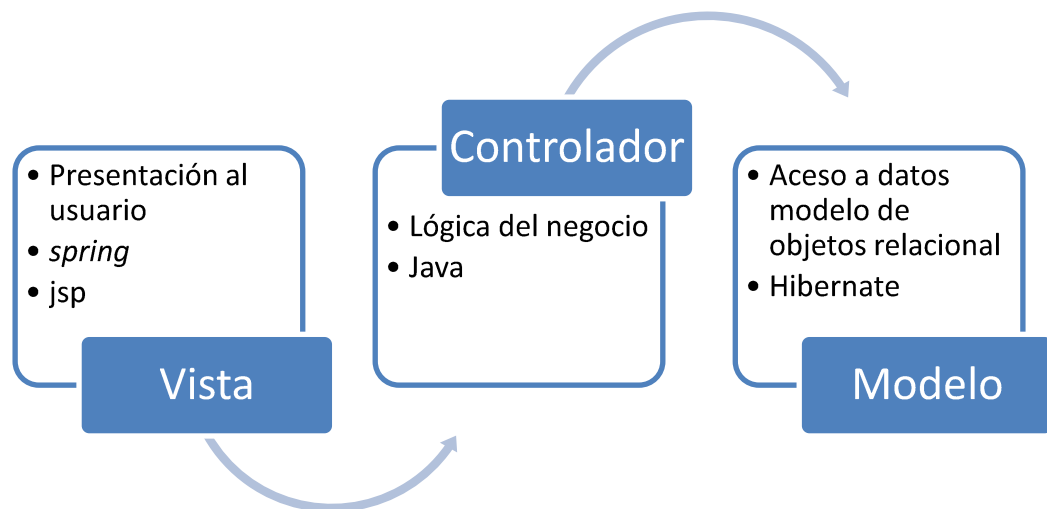
Crear o Cancelar

Fuente: elaboración propia.

2.5. Diagrama general de arquitectura utilizada

El siguiente diagrama muestra cómo funciona el modelo de arquitectura implementado, en este caso Modelo Vista Controlador. La vista es la parte de interacción con el usuario, en el controlador está el modelo del negocio, es decir, la programación de los procesos creados y, por último, el modelo constituye el mapeo entre la base de datos y el sistema, proveyendo para el sistema un medio transparente para interactuar con la información almacenada en la base de datos.

Figura 14. Diagrama modelo-vista-controlador

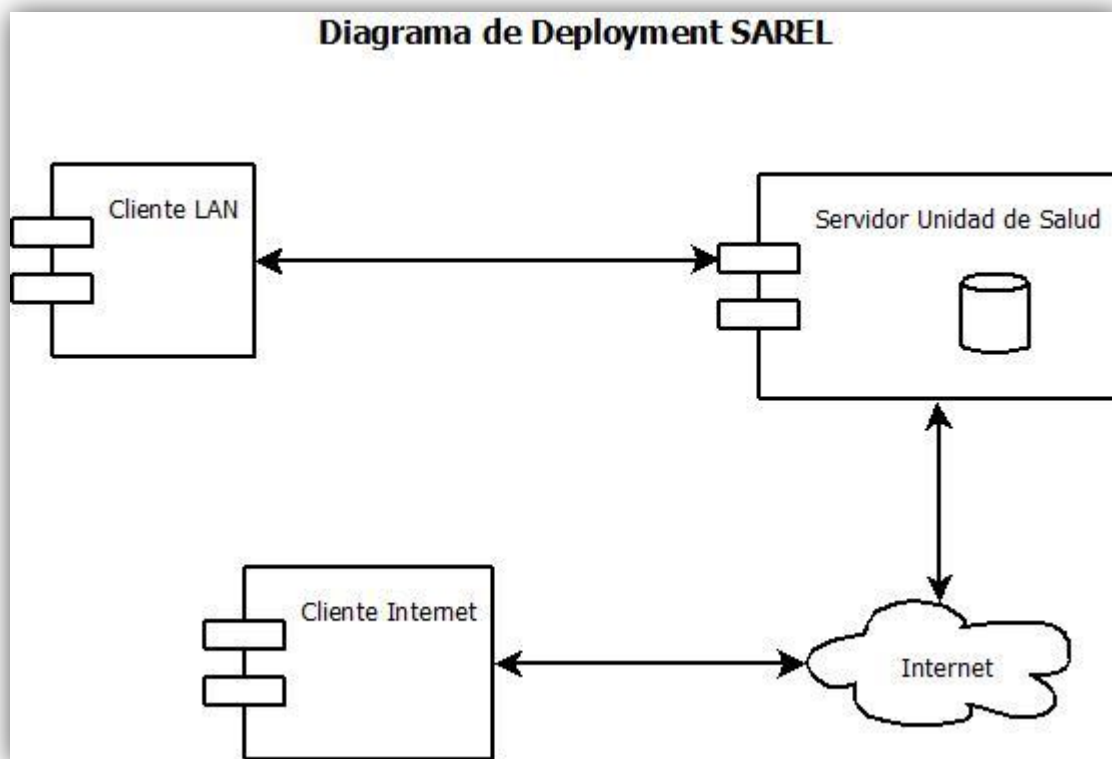


Fuente: elaboración propia.

2.6. Diagrama de despliegue

En el siguiente diagrama se muestran los componentes necesarios para que el sistema funcione adecuadamente. Como puede apreciarse en este diagrama, la aplicación y la base de datos se ejecutan en el servidor de la unidad de salud y los clientes pueden conectarse, ya sea por la red local, o bien por medio de internet.

Figura 15. Diagrama de despliegue



Fuente: elaboración propia.

2.7. Costos del proyecto

Se realizó una estimación de los costos implicados en la realización del proyecto, esto sin incluir las ganancias que perseguiría una empresa externa. Como parámetros para realizar estos cálculos se utilizó como referencia el sueldo de una analista, desarrollador de sistemas que gana Q9 500,00, también el sueldo de un empleado de soporte de sistemas que gana Q6 500,00. Esto considerando que ambos sueldos son pagados mensualmente en una jornada de 8 horas. Y con una estimación de 23,83 días hábiles por mes. Según estos cálculos el proyecto costaría un total de: Q29 360,00 para producirse. Tomando como base los cálculos anteriores se presenta la siguiente tabla:

Figura 16. **Estimación de costos de producción del proyecto**

Recursos	Cantidad	Costo unitario	Subtotal
Licencia MySQL	1	Q0,00	Q0,00
Licencia Eclipse IDE	1	Q0,00	Q0,00
Licencia Java JDK	1	Q0,00	Q0,00
Infraestructura de red	1	Q110,00	Q110,00
Equipo computo usuarios	0	Q0,00	Q0,00
Licencia iReport	1	Q0,00	Q0,00
Servidor	0	Q0,00	Q0,00
Licencia Maven	1	Q0,00	Q0,00
Licencia servidor aplicaciones	1	Q0,00	Q0,00
Hora de Trabajo análisis, desarrollo, infraestructura.	550	Q50,00	Q27 500,00
Hora de Capacitación y Soporte	50	Q35,00	Q1 750,00
Total:			Q29 360,00

Fuente: elaboración propia.

2.8. Beneficios económicos directos de la implementación de la solución

Como resultado de la implementación del sistema, se obtuvo beneficios económicos, a continuación se listan algunos de los mismos. Las estimaciones que se muestran a continuación se obtuvieron con base a entrevista con la asesora de parte de la entidad beneficiada, licenciada Martha Campos.

2.8.1. Eliminación de gasto en fotocopias

Trimestralmente se fotocopiaban los formularios para escribir los resultados de las doce pruebas de laboratorio, esto de la siguiente forma:

- 8 formularios se imprimen 100 copias
- 4 formularios se imprimen 200 copias

Entonces, se fotocopía un total de 1 600 fotocopias por trimestre, para un total anual de 6 400; a un costo de 25 centavos cada fotocopia, se obtiene un total de Q1 600,00 anuales.

2.8.2. No es necesario repetir pruebas

También desaparece el costo asociado a tener que repetir pruebas por las siguientes razones:

- Pérdida del resultado por parte del paciente, este es el caso cuando el paciente pierde el resultado y por no poseerse una copia, es necesario realizar nuevamente la prueba. Según estimación del personal de laboratorio esto sucede 2 por cada 100 pruebas que realizan, es decir,

un 2 % de las pruebas que realizan. Con la consulta en el sistema, este costo desaparece.

- Error humano por parte del personal de laboratorio, aquí aparecen los resultados que se extravían antes de entregar a los pacientes, el error al confundir los resultados al ser entregados, entre otros, se estima que este error es de un 3 %, al sistema tener la capacidad de edición y eliminación de resultados, ya no es necesario volver a realizar las pruebas.

En promedio semanalmente se realizan 60 laboratorios, es por ello que al sumar las dos razones anteriores se tiene un total de 5 % de los resultados, los cuales tendrán error, con lo que se estima que a la semana es necesario volver a realizar tres pruebas. En un año, aproximadamente, se repetía un total de 156 pruebas que ya no tendrán que repetirse.

Repetir cada prueba toma en promedio 10 minutos, por lo que tomará 1 560 minutos en el año para repetir estas pruebas. En promedio, un empleado de laboratorio gana Q8 000,00 mensuales laborando en promedio 20 días hábiles de ocho horas por lo que gana Q400 por hora. Entonces, 1 560 minutos = 26 horas = 3,25 días * Q400 = Q1 300,00 anuales ahorrados

2.8.3. Eleva productividad de médicos

Con la reducción del tiempo para hacer llegar los resultados de laboratorio y para que los mismos sean consultados, se estimó por parte del personal de laboratorio, que los médicos de la unidad de salud se ahorran en promedio cinco minutos con cada paciente que necesito exámenes de laboratorio. Entre el tiempo que el paciente va por sus resultados y se adhieren a su expediente.

En promedio los médicos de la unidad de salud también ganan Q8 000,00 mensuales laborando en promedio 20 días hábiles de ocho horas, por lo que ganan Q400 por hora. Si en total el área de laboratorio atiende 20 pacientes a la semana, que luego van a consulta con los otros médicos de la unidad de salud, entonces se ahorran a la semana 100 minutos, por lo que en un año se ahorrarán (52 semanas) 5 200 minutos, que son 86 667 horas es decir que es igual a 10,83 días entre todos los médicos. Esto al multiplicarlo por los Q400 da un total de Q4 333,33 anuales.

2.8.4. Disminuye el tiempo para crear informe diario

Al final del día el personal de laboratorio de la unidad de salud genera un sumario de las pruebas de laboratorio realizadas en el día. Este proceso le toma a una persona en promedio entre 30 y 40 minutos, pero con la aplicación del sistema este tiempo se reduce a entre 5 y 10 minutos, ahorrándose en promedio 30 minutos diarios. Por ello, cada semana se ahorrarán unos 150 minutos en esta tarea, lo que se refleja en un total de 7 800 minutos al año, que son 130 horas laborales, es decir, un total de 16,25 días al año. Si considera nuevamente que el costo de una hora laboral para un profesional en esta área es de Q400 por hora, entonces, el ahorro anual en esta tarea es igual a Q6 500,00.

Tabla X. **Beneficios monetarios directos por la implementación del proyecto**

Concepto	Ahorro Anual
Eliminación de gasto en fotocopias	Q1 600,00
No es necesario repetir pruebas	Q1 300,00
Eleva productividad de médicos	Q4 333,33
Disminuye el tiempo para crear informe diario	Q6 500,00
Total:	Q13 733,33

Fuente: elaboración propia.

Al considerar los cálculos anteriores se puede dar un aproximado mensual de retorno de inversión de: Q13 733,33 anuales = Q1 145,45 mensuales (12 meses).

2.9. Tiempo estimado para retorno de la inversión

Los costos del proyecto fueron donados en su totalidad, pero si los costos del proyecto hubieran tenido que ser pagados por la institución (Q29 360,00) se desea calcular cuánto tiempo se necesitaría para recuperar esa cantidad.

Costo total del proyecto / ahorro mensual = meses para cubrir el costo

Q29 360,00 / Q1 145,45 mensuales = 25,65 meses para cubrir el costo

26 meses ahorrando Q1 145,45 = Q29 781,70

3. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Esta parte del proyecto describe el proceso para transmitir la forma de uso del sistema a los usuarios del mismo.

3.1. Proceso de capacitación

El proceso de capacitación se separó en diferentes estrategias de modo que fuera más efectiva.

3.1.1. Capacitación presencial a asesor en cada entrega de avances

El proyecto fue presentado en distintas entregas, entregas que se hicieron con base a funcionalidades del sistema completadas, de modo que hubo cinco entregas parciales del proyecto y en cada una se capacitaba al asesor y se obtenía retroalimentación para mejorar funciones cuando esto aplicara.

Estas se reflejan en las minutas de entrega, donde en cada entrega se escribió el porcentaje de avance en cada función; también está la constancia de parte de unidad de EPS, por medio de la hoja de control, donde se registró cada entrega de minuta de avance.

Figura 17. **Primera minuta avances con asesor**

DEPARTAMENTO DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

f) Laboratorios de consulta externa	0%
g) Laboratorio, Glucosa Pre - Post	0%
h) Informe Resultados Glucosa	0%
i) Laboratorio de Colesterol	0%
j) Laboratorio Triglicéridos	0%
k) Informe Resultados Glucosa, Triglicéridos	85%
l) Laboratorio Acido Úrico	0%
m) Laboratorio Prueba Serológicas	0%
n) Laboratorio Prueba de embarazo	0%
o) Laboratorio Prueba de VIH	0%


 Vo. Bó. Asesor Proyecto
 Lic. Martha Campos




 Juan Marcos Chacón Aguilar
 Carné 200412335

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Sumario de minutas de avance entregados**

2

D. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

1. Del anteproyecto
 Fecha de presentación al asesor-supervisor: _____
 Fecha de aprobación de aprobación EPS: _____
 Nombre del revisor asignado por la Escuela: _____
 Nombre del Director de la Unidad de EPS: _____
 Nombre del Director de Escuela: _____

2. De los informes parciales

Primer informe. Fecha: 30 de Marzo de 2016
 Observaciones: _____

Segundo informe. Fecha: 27 de Abril de 2016
 Observaciones: _____

Tercer informe. Fecha: 25 de Mayo de 2016
 Observaciones: _____

Cuarto informe. Fecha: 13 de Julio de 2016
 Observaciones: _____

Quinto informe. Fecha: 10 de Agosto de 2016

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Capacitación presencial al administrador del sistema

Se impartió una capacitación específica al usuario administrador del sistema, sobre funciones a las que solo el o los administradores tendrán acceso.

3.1.3. Capacitación presencial al equipo de Unidad de Salud

Se impartió una capacitación grupal al equipo de unidad de salud que hará uso de la aplicación. Realizando la presentación con referencia en el manual de usuario desarrollado para los usuarios.

Figura 19. Capacitación unidad de Salud



Fuente: 3er nivel, edificio Bienestar Estudiantil, ciudad universitaria, zona 12 Guatemala, Guatemala.

Figura 20. Capacitación unidad de salud



Fuente: 3er nivel, edificio Bienestar Estudiantil, ciudad universitaria, zona 12 Guatemala, Guatemala.

3.1.4. Aseguramiento de disponibilidad de manual de usuario

Para asegurarse de que siempre exista un medio de retroalimentación de la utilización del sistema, se creó un acceso directo para descarga del manual de usuario en el menú principal del sistema. Esto para todos los usuarios registrados. Dicho manual se adjunta en el apéndice.

Figura 21. Acceso directo a descarga de manual de usuario



Fuente: elaboración propia

3.2. Desarrollo de manual técnico del sistema

Se trabajó en el desarrollo de un manual técnico del sistema, donde se explican aspectos de arquitectura e implementación del sistema, de modo que si la entidad beneficiada desea ampliar funcionalidad al sistema, o modificar la funcionalidad existente, haga una referencia, de tal modo que realizar cambios al sistema sea mucho más accesible. Dicho manual se adjunta en el área de apéndice.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación de este sistema se logró el registro histórico de resultados de laboratorio, por medio del expediente personal de laboratorio, lo que facilita la consulta de todos los interesados.
2. Al implementar este sistema se logró mejorar la velocidad a la que se comparten los resultados de laboratorio, esto para personas en el edificio de la unidad de salud y para personas a nivel global por medio de la internet.
3. Por medio de la implementación de este sistema se logró mejorar la seguridad previa respecto de quienes tienen acceso a la información.
4. Por medio de la implementación de este sistema se logró estandarizar el formato de impresión de resultados de laboratorio y es más fácil mantener la uniformidad en reportes nuevos que se soliciten en un futuro.
5. Gracias a la implementación de este sistema se logrará un ahorro anual de, aproximadamente, Q13 735,00 y Q1 145,45 mensual.
6. Se benefició a la institución con un sistema de valor de producción de casi Q30 000,00

RECOMENDACIONES

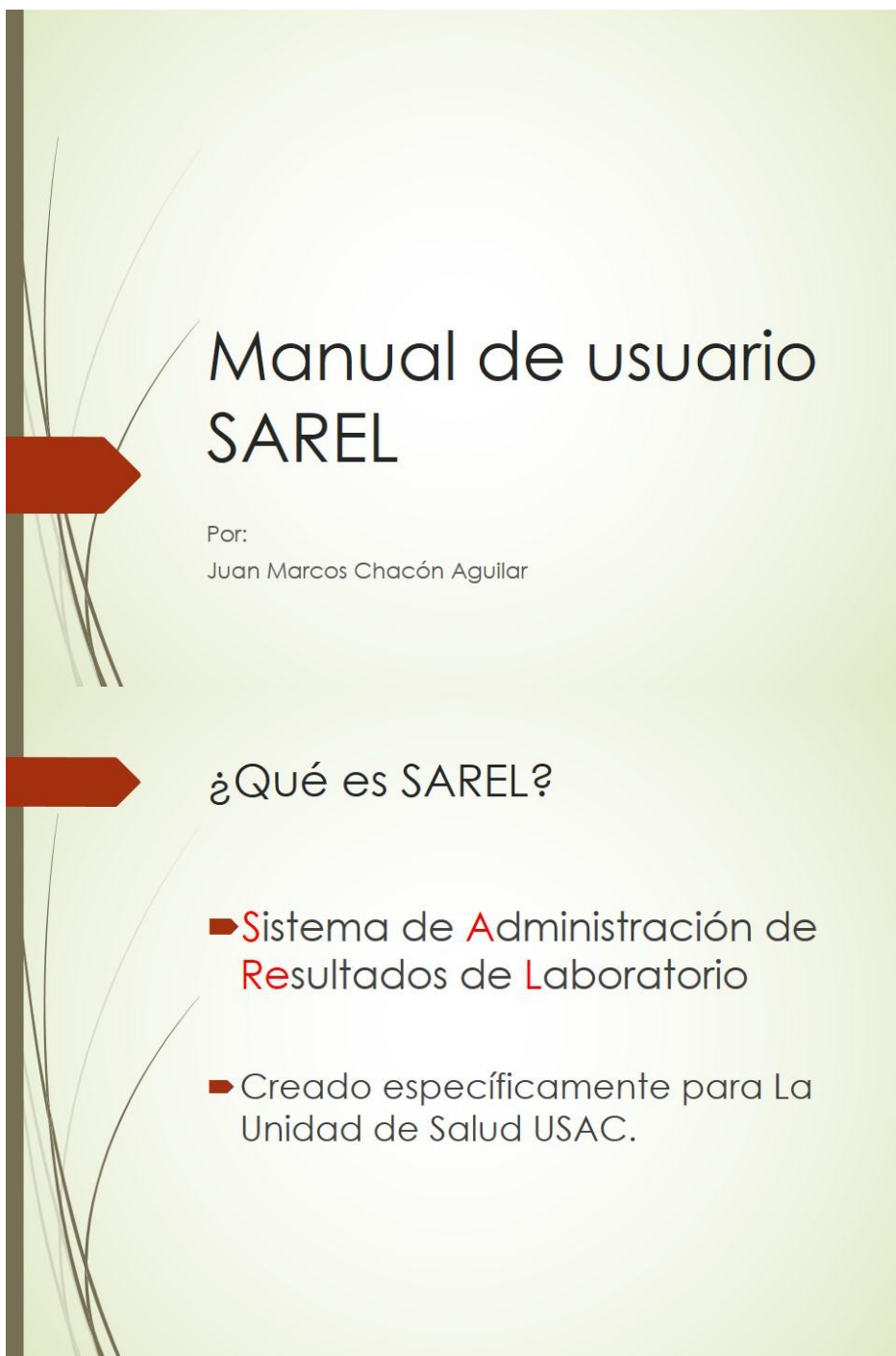
1. Darle continuidad al proyecto desarrollado, de modo que pueda implementarse la generación de estadísticas y consolidados de información, que simplifiquen aun más el trabajo de los miembros del equipo de laboratorio de la unidad de salud.
2. La actualización del servidor de la unidad de salud, a uno con mejores prestaciones en los aspectos de recursos disponibles, ya que se prevé que los recursos no serán suficientes, tomando en cuenta que la unidad de salud tiene proyectada la implementación de nuevas aplicaciones para otras áreas de dicha unidad.
3. La contratación o capacitación del personal encargado del servidor, de modo que el perfil y aptitudes del encargado permita mejorar la gestión del servidor de la unidad.
4. Mejorar la gestión sobre aplicaciones instaladas en el servidor, porque se pudo observar la presencia de software instalado pero en desuso, así como aplicaciones de otros proyectos que tampoco se están utilizando por los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. BAUER, Christian. KING, Gavin. GREGORY, Gary. *Java Persistence with java*. 2da ed. Estados Unidos de Norteamérica: Manning, 2015, 59 p.
2. WALLS, Craig. *Spring*. 4ta ed. España: Anaya Multimedia/Manning, 2015. 156 p
3. WINCH, Robert. *Spring Security 3.1*. Estados Unidos de Norteamérica: PACKT, 2012. 37 p.

APÉNDICES

Apéndice 1 Manual de usuario





¿Cuál es el objetivo de SAREL?

- Mejorar la gestión de resultados de laboratorio
 - Histórico de Información
 - Socialización de la información
 - Acceso remoto



¿Quién utiliza SAREL?

- Personal de la unidad de salud que utiliza los resultados de laboratorio
 - Personal de laboratorio
 - Médicos
 - Orientadores (VIH)
- Personal externo con respectiva autorización

Continuación del apéndice 1.

¿Quién utiliza SAREL?

- Tipos de usuarios de acuerdo con las funciones que realizan:
 - Personas que crean resultados de laboratorio
 - Personas que consultan los resultados
 - Administrador del sistema

Acceso al sistema

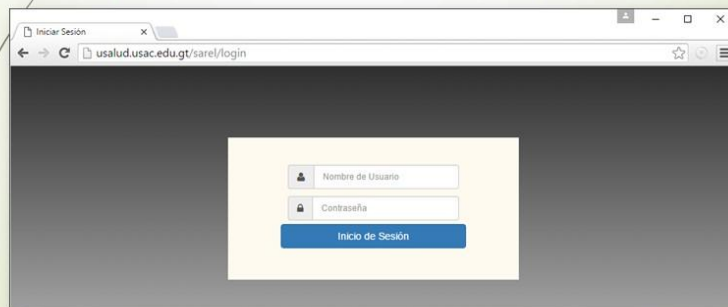
- Ingresar dirección página (o bien ip) del servidor de salud, al final agregar "sarel/"
- SAREL Mostrará su página de bienvenida



Continuación del apéndice 1.

Ingreso a SAREL

- En la página principal de SAREL hacer clic en "Iniciar Sesión"
- Ingresar usuario y contraseña
- Clic "inicio de sesión"



Pantalla inicio

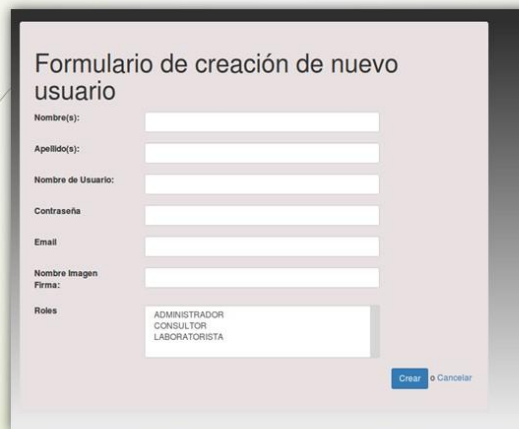
- Similar a la pantalla de acceso pero muestra los menús de funciones de acuerdo con su acceso, y nuestro nombre de usuario



Continuación del apéndice 1.

Nuevos usuarios

- Esta función está disponible solo para los usuarios "administradores"



Formulario de creación de nuevo usuario

Nombre(s):

Apellido(s):

Nombre de Usuario:

Contraseña:

Email:

Nombre Imagen:

Firma:

Roles:

ADMINISTRADOR
CONSULTOR
LABORATORISTA

Crear Cancelar

Resultados de laboratorio

- Para organizar de mejor manera los resultados de laboratorio se asocian al expediente de laboratorio para paciente
- Para crear, consultar, o imprimir resultados de laboratorio, es necesario buscar primero el expediente de laboratorio del paciente a quien corresponde el laboratorio

Continuación del apéndice 1.

Buscar paciente

- ▶ En el menú superior, hacer clic en “buscar paciente”
- ▶ Ingresar datos conocidos paciente, clic en “buscar”
 - ▶ (Número de registro, puede ser carnet, o código empleado)
- ▶ Para ver el expediente de laboratorio del paciente hacer clic en “Consultar”

The screenshot shows the 'Listado de Pacientes' search interface. At the top, there is a navigation bar with 'Página de Inicio', 'Buscar Paciente', 'Crear Usuario', 'Pruebas VH', and 'Cerrar Sesión'. The user is logged in as 'Usuario: juanmarcos'. Below the navigation bar, there is a search form with the following fields: 'Nombre(s):' (filled with 'Juan marcos'), 'Apellidos(s):', and 'Número de Registro:'. A 'Buscar' button is located below the search fields. To the right of the search fields, there is a link 'Crear Expediente Laboratorio'. Below the search form, there is a table with the following data:

Id Paciente	Nombre	Apellido	Carne	Fecha Nacimiento	Ver Perfil
10017	JUAN MARCOS	MATIAS ARCHILA	201215789	1993-04-27	Consultar
18762	JUAN MARCOS	CUX SANIC	201232223	1991-06-18	Consultar
52984	Juan Marcos	Aceltuno Ortiz	201407432	1994-06-13	Consultar

Expediente de Laboratorio

- ▶ Luego de encontrar al paciente y hacer clic en “consultar” el sistema muestra el expediente de laboratorio del paciente
- ▶ En esta sección aparece todo el historial de laboratorio del paciente así como un resumen de su información.

The screenshot shows the 'Expediente de Laboratorio' patient profile. At the top, there is a navigation bar with 'Página de Inicio', 'Buscar Paciente', 'Crear Usuario', 'Pruebas VH', and 'Cerrar Sesión'. The user is logged in as 'Usuario: juanmarcos'. Below the navigation bar, there is a patient profile card for 'JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA'. The card displays the following information: 'CARNE: 201215789', 'FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27', and 'EMAIL: j.m._rojo-15_fcb-19@hotmail.es'. Below the profile card, there is a table with the following data:

Tipo de Laboratorio	Responsable	Fecha	Consultar	Editar	Eliminar	Imprimir
---------------------	-------------	-------	-----------	--------	----------	----------

Continuación del apéndice 1.

Agregar resultado laboratorio

- Esta función está disponible solo para el equipo de laboratorio
- Centramos nuestra atención en la sección donde aparece el botón "agregar nuevo"
- A su lado un menú desplegable, allí seleccionar el tipo de resultado que se desea agregar, y hacemos clic en el botón "agregar nuevo"

Expediente de Laboratorio

JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA
CARNÉ: 201215789 FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
EMAIL: j.m_rojo-15_fcb-19@hotmail.es SEXO: HOMBRE

Modificar Expediente Laboratorio
Eliminar Expediente Laboratorio

Agregar Nuevo Perfil Lipidico

Tipo de Laboratorio	Responsable	Fecha	Consultar	Editar	Eliminar	Imprimir
---------------------	-------------	-------	-----------	--------	----------	----------

Agregar ácido úrico

- Esta función está disponible solo para el equipo de laboratorio
- En este ejemplo ingresaremos el resultado de laboratorio para una prueba de ácido úrico
- Se ingresan los parámetros del examen, y se hace clic en "crear"
- Para cancelar hacer clic en "regresar expediente"

USAC Sistema de Administracion de Resultados de Laboratorio - SAREL
Pagina de Inicio - Buscar Paciente - Crear Usuario - Pruebas VNI - Cerrar Sesión Usuario: juanmarcos

Acido Úrico

NOMBRE: JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA SEXO: HOMBRE MOVIL: 49146326
CODIGO REGISTRO: 201215789 EMAIL: j.m_rojo-15_fcb-19@hotmail.es FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
TELEFONO: 49146326 Regresar Expediente

Fecha de Laboratorio (dd/MM/yyyy):

Acido Úrico: mg/dl - Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl
Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl

Químico Biólogo:

Continuación del apéndice 1.

Luego de crear...

- El sistema mostrará el expediente del paciente y ya podrá visualizarse el resultado recién creado



USAC **Sistema de Administración de Resultados de Laboratorio - SAREL**

Página de Inicio - Buscar Paciente - Crear Usuario - Pruebas VIH - Cerrar Sesión Usuario: juanmarcos

Expediente de Laboratorio

JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA
CARNE: 201215789 FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
EMAIL: j.m_rojo-15_fcb-19@hotmail.es SEXO: HOMBRE

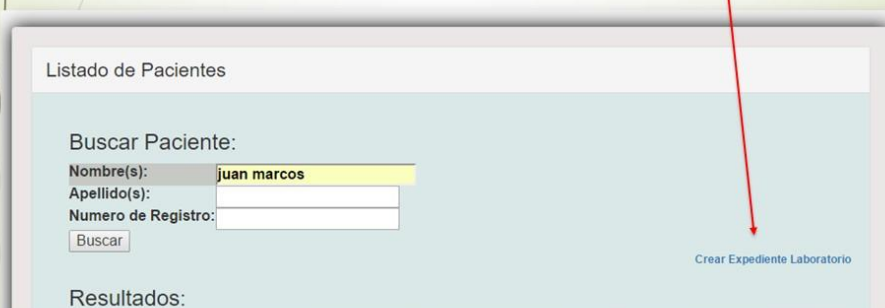
Modificar Expediente Laboratorio
Eliminar Expediente Laboratorio

Agregar Nuevo Perfil Lipídico

Tipo de Laboratorio	Responsable	Fecha	Consultar	Editar	Eliminar	Imprimir
Acido Urico	quimico prueba	2016-08-08	Consultar	Editar	Eliminar	Imprimir

¿Expediente de laboratorio no encontrado? crear paciente

- En el caso de querer registrar un expediente de laboratorio, y el usuario no aparece registrado se puede crear
- En la pantalla de búsqueda, hacer clic en "crear expediente"



Listado de Pacientes

Buscar Paciente:

Nombre(s):

Apellido(s):

Numero de Registro:

Resultados:

[Crear Expediente Laboratorio](#)

Continuación del apéndice 1.

¿Expediente de laboratorio no encontrado? crear paciente

- Esta función está disponible solo para el equipo de laboratorio
- Ingresar información solicitada, clic en Crear

The screenshot shows the 'Expediente Laboratorio' form in the SAREL system. The form is titled 'Expediente Laboratorio' and is part of the 'Sistema de Administración de REsultados de Laboratorio - SAREL'. It includes a navigation bar with links for 'Página de Inicio', 'Buscar Paciente', 'Crear Usuario', 'Pruebas VIH', and 'Cerrar Sesión'. The user is logged in as 'Usuario: juanmarcos'. The form fields are as follows:

NOMBRE:	SEXO:	MOVIL:
CODIGO REGISTRO:	EMAIL:	FECHA NACIMIENTO:
TELEFONO:		Regresar Expediente
Nombres:		
Apellidos:		
Fecha de Nacimiento (yyyy-mm-dd):		
Número de Registro:		
Dirección:		
Telefono:		
Movil:		
eMail:		
Sexo: <input type="text" value="Mujer"/>		
<input type="button" value="Crear"/>		

Modificar expediente de laboratorio

- Adicionalmente, en caso de querer modificar un expediente de laboratorio creado en el sistema.
- Los usuarios "administrador" pueden realizar esta acción.

The screenshot shows the 'Expediente de Laboratorio' form in the SAREL system, displaying patient details for 'JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA'. The form includes a navigation bar with links for 'Página de Inicio', 'Buscar Paciente', 'Crear Usuario', 'Pruebas VIH', and 'Cerrar Sesión'. The user is logged in as 'Usuario: juanmarcos'. The patient details are as follows:

JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA	
CARNE: 201215789	FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
EMAIL: j.m_rojo-15_fcb-19@hotmail.es	SEXO: HOMBRE

Below the patient details, there are two links: 'Modificar Expediente Laboratorio' and 'Eliminar Expediente Laboratorio'. A red arrow points to the 'Modificar Expediente Laboratorio' link. Below the links, there is a button 'Agregar Nuevo' and a dropdown menu 'Perfil Lipidico'. At the bottom of the form, there is a table with the following columns: 'Tipo de Laboratorio', 'Responsable', 'Fecha', 'Consultar', 'Editar', 'Eliminar', and 'Imprimir'.

Continuación del apéndice 1.

Consultar resultado

- 1. Buscar paciente
- 2. Clic en "consultar" para ver expediente de laboratorio del paciente
- 3. Al encontrar el resultado que desea verse, hacer clic en "consultar"
- 4. Se muestra el laboratorio, nada puede cambiarse

USAC Sistema de Administración de REsultados de Laboratorio - SAREL

Página de Inicio - Buscar Paciente - Crear Usuario - Pruebas Vih - Centro Sesión Usuario: juanmarcos

Acido Urico

NOMBRE: JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA SEXO: HOMBRE MOVIL: 49146326
CODIGO REGISTRO: 201215789 EMAIL: j.m_rojo-15_fcb-19@hotmail.es FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27
TELEFONO: 49146326 Registrar Expediente

Fecha de Laboratorio (dd/MM/yyyy): 08/08/2016

Acido Urico: 5.6 mg/dl - Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl
Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl

Químico Biólogo: quimico.prueba

Crear

Imprimir resultado

- 1. Buscar paciente
- 2. Clic en "consultar" para ver expediente de laboratorio del paciente
- 3. Al encontrar el resultado que desea verse, hacer clic en imprimir

USAC Universidad de San Carlos De Guatemala
Dirección General de Docencia
División de Bienestar Estudiantil Universitario
Unidad de Salud Laboratorio

ÁCIDO ÚRICO

NOMBRE: DUARTE PATRICIA PINTO GARCIA FECHA: 08/08/2016 REGISTRO: 199916455

Ácido Úrico: 4.7 mg/dl Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl
Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl

QUÍMICO BIÓLOGO: NOMBRE LAB APELLIDO LAB

Continuación del apéndice 1.

Editar resultado (personal laboratorio)

- 1. Buscar paciente
- 2. Clic en "consultar" para ver expediente de laboratorio del paciente
- 3. Al encontrar el resultado que desea verse, hacer clic en editar
- 4. Se muestra el laboratorio, al finalizar cambios, clic en Actualizar

The screenshot shows the 'Sistema de Administración de REsultados de Laboratorio - SAREL' interface. At the top, there are navigation links: 'Página de Inicio', 'Buscar Paciente', 'Crear Usuario', 'Pruebas VEH', and 'Cerrar Sesión'. The user is logged in as 'Usuario: juanmarcos'. The main content area is titled 'Acido Úrico' and displays patient information: NOMBRE: JUAN MARCOS MATIAS ARCHILA, SEXO: HOMBRE, MOVIL: 49146326, CODIGO REGISTRO: 201215789, EMAIL: j.m_rojo-15_fcb-19@hotmail.es, FECHA NACIMIENTO: 1993-04-27, and TELEFONO: 49146326. There is a 'Regresar Expediente' link. Below this, a date field shows 'Fecha de Laboratorio (dd/MM/yyyy): 08/08/2016'. The 'Acido Úrico' field contains the value '5.6' with units 'mg/dl' and a reference range: 'Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl' and 'Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl'. A dropdown menu for 'Químico Biólogo' is set to 'química.probea'. A 'Crear' button is visible at the bottom left.

Imprimir resultado

- 1. Buscar paciente
- 2. Clic en "consultar" para ver expediente de laboratorio del paciente
- 3. Al encontrar el resultado que desea verse, hacer clic en "imprimir"

The screenshot shows a printed document header for the 'Unidad de Salud Laboratorio' at the 'Universidad de San Carlos De Guatemala'. It includes the 'USAC' logo and the 'Unidad de Salud' logo. The title of the document is 'ÁCIDO ÚRICO'. Below the title, a table contains patient information: NOMBRE: DUARTE PATRICIA PINTO GARCIA, FECHA: 08/08/2016, and REGISTRO: 199916455. The main result is displayed as 'Ácido Úrico: 4.7 mg/dl' with a reference range: 'Referencia: Hombres 3.4 - 7.0 mg/dl' and 'Mujeres 2.4 - 5.7 mg/dl'. At the bottom, there is a field for 'QUÍMICO BIÓLOGO: NOMBRE LAB APELLIDO LAB'.

Continuación del apéndice 1.

Eliminar resultado (personal de laboratorio)

- 1. Buscar paciente
- 2. Clic en "consultar" para ver expediente de laboratorio del paciente
- 3. Al encontrar el resultado que desea verse, hacer clic en "eliminar"
- 4. El sistema regresa al expediente del paciente y muestra mensaje de confirmación de eliminación



Cerrar sesión

- El sistema le identifica por medio de su sesión
- En su menú superior hacer clic en "cerrar sesión"



Continuación del apéndice 1.



Es todo...

- ▶ Para dudas, consultas, o funciones no mencionadas
- ▶ juanmarcosu@gmail.com
- ▶ Desarrolla: Juan Marcos Chacón

Fuente: elaboración propia.



Manual técnico SAREL

Por:

Juan Marcos Chacón Aguilar



¿Qué es SAREL?

- Sistema de Administración de Resultados de Laboratorio
- Creado específicamente para La Unidad de Salud USAC
- Mejorar la gestión de resultados de laboratorio

Componentes SAREL

- Lenguaje de programación: Java
- Gestión de la configuración: Maven
- *Framework* Utilizado: Spring MVC
- Modelo: Hibernate
- Base de Datos: MySql
- Gestión del versiones: git
- IDE original de desarrollo: eclipse

Gestión de la configuración MAVEN

- Maven es un orquestador dentro de un sistema, su función principal es manejar la configuración del sistema. Con esto nos referimos a que lleva el control de que las versiones de cada una de las librerías y *frameworks* siempre sean las mismas. En el caso de una instalación nueva, se encarga de descargar las versiones correctas.
- Dicha configuración es visible y editable en el archivo: pom.xml en la raíz del proyecto.
- Otra función importante, es la creación de proyectos, se define un patrón de diseño y maven creará toda la estructura de carpetas y directorios necesarios.

Continuación del apéndice 2.

Arquitectura Spring MVC

- Se implementó MVC (modelo-vista-controlador)
 - El framework que se utilizó para implementar la arquitectura fue Spring 4.1.6



Modelo hibernate

- El modelo es la parte del sistema que abstrae las entidades del sistema, a modo de clases, que representen objetos, objetos que normalmente tienen la cualidad de ser mapeados a tablas en una base de datos, de esta manera el sistema interactúa con la base de datos, pero moviéndose dentro de su propio contexto, clases y objetos.
- En el proyecto esta parte se trabajó con Hibernate 5.1.3.

Continuación del apéndice 2.

Modelo MySql

- Del lado de la base de datos encontramos a MySql como administrador de Bases de datos.
- Para implementar el sistema es necesaria la creación de una base de datos, según el script localizado en: `"/Scripts/1_BaseDatos_Laboratorio_desde_Cero.sql"` en el repositorio del proyecto
- Adicionalmente se crea un usuario para poder acceder a la base de datos, esto se logra con el script: `"/Scripts/2_creacion_usuario_permisos.sql"`
- Si se desean cambiar las configuraciones de usuario o base de datos, se puede modificar el archivo: `"/src/main/resources/application.properties"` que contiene dicha configuración.

Vista JSP

- Tiene que ver con la forma de presentar la información al usuario, es lo que el usuario normalmente ve.
- Se busco mantener la simplicidad y no sobrecargar al servidor más de lo necesario, así que el proyecto implementa jsp puro, solamente enriquecido con el javascript necesario para implementar funciones sencillas en la interfaz con el usuario.
- Las vistas se encuentran en:
- `"/src/main/webapp/WEB-INF/views/"`

Continuación del apéndice 2.

Controlador AppController (

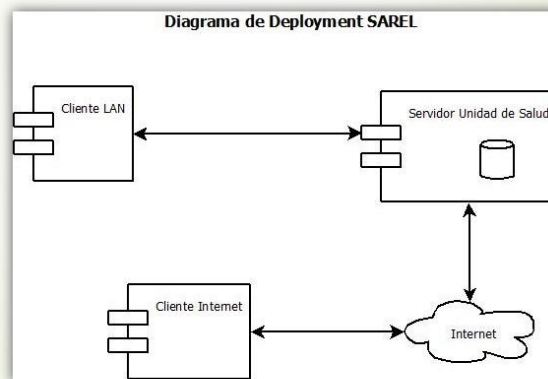
- `"/src/main/java/com/sarel/web/controller/AppController.java"`
- En esta página se encuentra el controlador de la aplicación en esta parte del sistema se encuentra todo el modelo de negocio, de modo que se administran las peticiones de recursos, (urls principalmente) y se encuentran las acciones de que hacer con ellas.

Implementación de seguridad (*Spring Security*)

- Para la seguridad en el sistema se implementó un complemento de *spring (Spring Security)* que a partir de los roles especificados en la tabla de perfiles de usuarios, realiza la verificación de quien tiene acceso para ingresar a cada url del sistema.
- Esta configuración puede encontrarse en:
- `"/src/main/java/com/sarel/web/configuration/SecurityConfiguration.java"`

Continuación del apéndice 2.

Diagrama de *Deployment* (Despliegue)



Levantar la aplicación desde cero

- Prerrequisitos:
- La aplicación fue diseñada para trabajar en conjunto con el sistema websalud, al grado de que SAREL pueda consultar pacientes registrados de websalud (sistema general de unidad de salud)
- Es por ello que es necesario que este presente la base de datos de websalud, o al menos una base de datos con este nombre y la tabla llamada paciente. Del mismo sistema.
- Si esta base de datos no está presente, primero ejecutar el script: `"/Scripts/webSalud_y_paciente.sql"`

Continuación del apéndice 2.

Crear base de datos y usuario:

- Ejecutar los *script* (en este orden):
 - `"/Scripts/1_BaseDatos_Laboratorio_desde_Cero.sql"` (Crea la base de datos)
 - `"/Scripts/2_creacion_usuario_permisos.sql"` (Crea el usuario del sistema para acceder a la base de datos creada y a "websalud.paciente")
- Estos *scripts* deben ejecutarse como root de la base de datos, o como un usuario con todos los permisos para crear bases de datos y usuarios

Compilación de código fuente:

- Por defecto, al compilar el código fuente del proyecto, maven lo empaquetará en un archivo ".war" en este caso "sarel.war" (maven 4)
- Para realizar la compilación es necesario tener instalado java (1.7)
- Vamos a la carpeta del proyecto y teniendo instalado maven 4 ejecutamos: `"mvn package -Dmaven.test.skip=true"`
- Como resultado obtenemos "sarel.war"

Continuación del apéndice 2.

Instalar la aplicación:

- Estaremos listos luego de tener las bases de datos accesibles, y una versión compilada de la aplicación ('sarel.war')
- Solo es necesario desplegar la aplicación en un servidor de aplicaciones como:
 - Glassfish 3 o superior
 - Tomcat 7 o superior
- Por defecto la aplicación será visible en:
"localhost:puertoServidorApps/sarel/"

Es todo...

- Para dudas, consultas, o funciones no mencionadas
- juanmarcosu@gmail.com
- Desarrolla: Juan Marcos Chacón

Fuente: elaboración propia.