

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**



SOFTWARE DE RECOMENDACIÓN MÉDICO  
BASADO EN MODELO DE DATOS ORIENTADO A GRAFOS CON NEO4J

Tesis presentada por el bachiller :

**Amézquita Llerena, Juan Francisco**

Para optar el título profesional de:

**Ingeniero de Sistemas**

**Asesora:**

**Ing. Rosas Paredes, Karina**

Arequipa - Perú

**2020**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS**

Arequipa, 03 de Julio del 2020

**Dictamen: 000171-C-EPIS-2020**

Visto el borrador de tesis del expediente 000171, presentado por:

**2007200351 - AMEZQUITA LLERENA JUAN FRANCISCO**

Titulado:

**SOFTWARE DE RECOMENDACIÓN MÉDICO BASADO EN MODELO DE DATOS ORIENTADO A  
GRAFOS CON NEO4J**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1564 - CORRALES DELGADO CARLO JOSE LUIS  
DICTAMINADOR**



**1568 - ROSAS PAREDES KARINA  
DICTAMINADOR**



## PRESENTACIÓN

Sr. Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Sres. Miembros del Jurado Dictaminador de la Tesis

De conformidad con las disposiciones de grados y títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, pongo a vuestra consideración el siguiente trabajo de desarrollo tecnológico: **“SOFTWARE DE RECOMENDACIÓN MÉDICO BASADO EN MODELO DE DATOS ORIENTADO A GRAFOS CON NEO4J”**, el mismo que de ser aprobado me permitirá optar por el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

AMÉZQUITA LLERENA JUAN FRANCISCO

## DEDICATORIA

*A Dios primeramente, a mi madre Blanca Llerena Medina por haberme dado la oportunidad de realizar el sueño de convertirme en ingeniero, porque nunca dejó de creer en mí, aún en los momentos más difíciles que nos tocó vivir, así como por su importante y constante apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida profesional y personal.*

*Este proyecto de tesis se lo dedico con todo mi cariño y amor a ella, proyectándonos hacia el futuro para hacer realidad cada uno de nuestros proyectos con los que soñamos día a día, decirte que eres y siempre serás mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.*

***Juan Francisco Amézquita Llerena***

## AGRADECIMIENTOS

*Gracias a Dios por permitirme la oportunidad de lograr mis objetivos, por ser el que ilumina mi camino día a día, a mi madre que nunca terminaré de retribuirle todo su amor y apoyo que siempre necesité para salir adelante.*

*Gracias a mi asesora, Ing. Karina Rosas Paredes, por la oportunidad de contar con su apoyo para la realización de este proyecto.*

*Gracias al Ing. Carlo Corrales Delgado, por todas las recomendaciones para la implementación de este proyecto de software.*

*Gracias al Ing. Fabricio Nuñez Gómez, por ser como un hermano mayor para mí, gracias por todo tu apoyo como profesional y amigo, y por estar conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida.*

*No ha sido nada fácil enfrentar los retos que esta gran carrera me depara hasta hoy, pero gracias a ustedes siento que son más simples de afrontar y conseguir todo lo que me propongo. Les agradezco, y les hago presente mi gran afecto, admiración y cariño para todos ustedes.*

*"He fallado una y otra vez en mi vida, es por eso que he conseguido el éxito."*

**Michael Jordan**



## Resumen

Actualmente, el sistema de salud de nuestro país afronta grandes dificultades, que se ven reflejadas en la calidad de atención de los pacientes en todo el territorio nacional. En la mayoría de casos se presentan en instituciones de salud públicas, como resultado de la ejecución de protocolos poco efectivos para la atención de pacientes, que retrasan la aplicación de procedimientos médicos, agravando la condición médica del paciente. Las tecnologías de información cumplen un papel fundamental dentro de las instituciones de salud, consolidándose como herramientas claves contemporáneas de ayuda al diagnóstico, capaces de proveer importantes recursos, como información valiosa, para una mejor toma de decisiones.

El presente trabajo de investigación de esta tesis, tiene como objetivo principal el desarrollo de un sistema de software de recomendación orientado a la medicina, capaz de predecir, sobre un rango específico de enfermedades, el posible padecimiento que el paciente objetivo pudiera estar presentando. El Sistema de recomendación médico o SRM, será utilizado como un instrumento de ayuda al diagnóstico, al proveer información específica sobre enfermedades, mediante un algoritmo para el análisis de código de sitios web médicos fidedignos, que optimiza el análisis de datos, para la construcción de recomendaciones sobre enfermedades y síntomas.

El SRM, conectará una base de datos orientada a grafos con el gestor de base de datos denominado Neo4j, el cuál gestiona información en grafos, obteniéndose así , un gran nivel de relación de datos, además de agregar versatilidad y flexibilidad al software.

**Palabras claves:** Sistema de software de recomendación, SRM, Neo4j, bases de datos orientadas a grafos.





## Abstract

Currently, the health system of our country faces big difficulties, which are reflected in the quality of patient care throughout the national territory. In most cases they happen in public health institutions, as a result of the execution of ineffective protocols for patient care, which delay the application of medical procedures, aggravating the patient's medical condition. Information technologies play a fundamental role within health institutions, consolidating themselves as contemporary key diagnostic aid tools, capable of providing important resources, such as valuable information, for better decision-making.

The main objective of the present research work of this thesis is to develop a recommendation software system oriented to medicine, capable of predicting, over a specific range of diseases, the possible illness that the target patient may be presenting. The Medical Recommendation System, or SRM, will be used as an aid to diagnosis, by providing specific information on diseases, using an algorithm for code analysis of reliable medical websites, which optimizes data analysis, for the construction of recommendations on diseases and symptoms. The SRM will connect a graph-oriented database with the database manager called Neo4j, which manages information in graphs, thus obtaining a high level of data relationship, in addition to adding versatility and flexibility to the software.

**Keywords: Recommendation software system, SRM, Neo4j, Graph database.**

# Índice general

<b>1. Descripción del proyecto</b>	<b>20</b>
1.1. Descripción del problema . . . . .	20
1.2. Solución propuesta . . . . .	21
1.3. Objetivos del proyecto . . . . .	21
1.3.1. General . . . . .	21
1.3.2. Específicos . . . . .	22
1.3.3. Preguntas de investigación . . . . .	22
1.4. Alcances y limitaciones . . . . .	24
1.5. Línea y sub-línea de investigación . . . . .	25
1.6. Fundamentos teóricos . . . . .	26
1.6.1. Antecedentes del proyecto . . . . .	26
1.6.2. Bases teóricas del proyecto . . . . .	34
1.7. Técnicas y herramientas . . . . .	39
1.7.1. Lenguajes de programación . . . . .	39
1.7.2. Lenguaje de consultas . . . . .	41
1.7.3. Lenguaje de etiquetas . . . . .	43
1.7.4. Marcos de desarrollo . . . . .	44
1.7.5. Base de datos . . . . .	45
1.7.6. Servidor de aplicaciones . . . . .	49
1.7.7. Metodologías ágiles . . . . .	51

1.8.	Aspectos relevantes del desarrollo . . . . .	54
1.8.1.	Arquitectura del software . . . . .	54
1.8.2.	Extracción de enciclopedia médica . . . . .	56
1.8.3.	Recursos médicos libres . . . . .	56
<b>2.</b>	<b>Documentación técnica</b>	<b>57</b>
2.1.	Plan del proyecto informático . . . . .	57
2.1.1.	Planificación del proyecto . . . . .	57
2.1.2.	Estudio de viabilidad del proyecto . . . . .	59
2.1.3.	Especificación de requisitos del proyecto . . . . .	63
2.1.4.	Especificación de requisitos de software . . . . .	63
2.1.5.	Especificación de requisitos de hardware . . . . .	65
2.1.6.	Requerimientos funcionales . . . . .	65
2.1.7.	Requerimientos no funcionales . . . . .	65
2.1.8.	Casos de uso . . . . .	67
2.1.9.	Diagrama de clases . . . . .	72
2.1.10.	Diagramas de secuencias . . . . .	76
2.2.	Especificación de diseño . . . . .	84
2.2.1.	Especificación de la arquitectura del software . . . . .	84
2.2.2.	Descripción de las tablas y diccionario de datos . . . . .	89
2.3.	Documentación técnica de programación . . . . .	93
2.3.1.	Creación de crawler . . . . .	93
2.3.2.	Conexión a la base de datos en Neo4j . . . . .	95
2.3.3.	CRUD en la base de datos en Neo4j . . . . .	96
2.4.	Pruebas de ejecución . . . . .	102
2.4.1.	Pruebas funcionales . . . . .	102
2.4.2.	Pruebas de accesibilidad . . . . .	112
2.4.3.	Pruebas de seguridad . . . . .	122
2.4.4.	Pruebas de Fácil uso del Software . . . . .	128
2.4.5.	Pruebas de Estrés . . . . .	150

2.4.6. Pruebas Unitarias . . . . .	165
2.5. Manual de usuario . . . . .	167
2.6. Bibliografía . . . . .	187
<b>ANEXOS</b>	<b>191</b>
<b>A. Plan de tesis</b>	<b>191</b>
<b>B. Especificación de requisitos</b>	<b>214</b>
<b>C. Encuesta</b>	<b>230</b>



## Lista de Figuras

2.1. <i>Casos de uso del Sistema de Recomendación Médico</i> . . . . .	67
2.2. <i>Primer diagrama de clases</i> . . . . .	73
2.3. <i>Segundo diagrama de clases</i> . . . . .	74
2.4. <i>Tercer diagrama de clases</i> . . . . .	75
2.5. <i>Primer diagrama de secuencia listar enfermedad</i> . . . . .	76
2.6. <i>Segundo diagrama de secuencia nueva enfermedad</i> . . . . .	77
2.7. <i>Tercer diagrama de secuencia editar enfermedad</i> . . . . .	78
2.8. <i>Cuarto diagrama de secuencia eliminar enfermedad</i> . . . . .	79
2.9. <i>Quinto diagrama de secuencia listar causa</i> . . . . .	80
2.10. <i>Sexto diagrama de secuencia nueva causa</i> . . . . .	81
2.11. <i>Séptimo diagrama de secuencia editar causa</i> . . . . .	82
2.12. <i>Octavo diagrama de secuencia eliminar causa</i> . . . . .	83
2.13. <i>Representación del modelo</i> . . . . .	85
2.14. <i>Representación del modelo DAO</i> . . . . .	86
2.15. <i>Representación del Modelo VO</i> . . . . .	87
2.16. <i>Representación de los controladores</i> . . . . .	87
2.17. <i>Representación de la Vista</i> . . . . .	88
2.18. <i>Representación de la base de datos en Neo4j</i> . . . . .	90
2.19. <i>Análisis perceptible del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW</i> . . . . .	114

2.20. <i>Análisis operable del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW</i> . . . . .	116
2.21. <i>Análisis de robustez del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW</i> . . . . .	118
2.22. <i>Análisis de compresibilidad del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW</i> . . . . .	120
2.23. <i>Resultados de la evaluación de lineamientos WCAG</i> . . . . .	121
2.24. <i>Modelo Entidad Relación de control de acceso a la aplicación</i> . . . . .	123
2.25. <i>Configuración de JdbcRealm</i> . . . . .	124
2.26. <i>Configuración de JdbcRealm</i> . . . . .	126
2.27. <i>Página de error, si el acceso es incorrecto</i> . . . . .	127
2.28. <i>Muestreo por cuotas del Hospital Geriátrico de Arequipa</i> . . . . .	129
2.29. <i>Opinión de usuarios sobre las TI en el sector salud</i> . . . . .	130
2.30. <i>Opinión de usuarios sobre si conocen los Sistemas de recomendación</i> . . . . .	132
2.31. <i>Opinión de usuarios sobre si considerarían útiles a los sistemas de recomendación</i> . . . . .	134
2.32. <i>Opinión sobre el SRM en una consulta médica</i> . . . . .	136
2.33. <i>Opinión de usuarios sobre si el SRM fué complicado</i> . . . . .	138
2.34. <i>Opinión de usuarios sobre si consideran relevante la información generada por el SRM</i> . . . . .	140
2.35. <i>Opinión sobre el SRM improtante para toma de decisiones a corto plazo</i> . . . . .	142
2.36. <i>Opinión de usuarios sobre si recomendaría el uso del SRM en instituciones de salud estatales</i> . . . . .	144
2.37. <i>Opinión de usuarios sobre si los resultados arrojados por el SRM fueron acertados a largo plazo</i> . . . . .	146
2.38. <i>Opinión de usuarios sobre cual es el objetivo fundamental de SRM</i> . . . . .	148
2.39. <i>Interfaz gráfica Jmeter en su versión 5.2.1</i> . . . . .	151
2.40. <i>Pantalla principal, donde se define el numero de hilos</i> . . . . .	152
2.41. <i>Opinión de usuarios sobre cual es el objetivo fundamental de SRM</i> . . . . .	153

2.42. Menú principal con todas las peticiones del SRM . . . . .	154
2.43. Evaluación exitosa de listar causas devolviendo el Html . . . . .	156
2.44. Evaluación exitosa de editar causas devolviendo el Html . . . . .	157
2.45. Evaluación exitosa de nueva causa devolviendo el Html . . . . .	158
2.46. Resultado exitoso de la petición listar causas . . . . .	159
2.47. Resultado exitoso de la petición nueva causa . . . . .	160
2.48. Resultado exitoso de la petición editar causas . . . . .	161
2.49. Reporte general de las evaluaciones del SRM con jmeter . . . . .	162
2.50. Diagrama resumen de todas peticiones en el software SRM . . . . .	164
2.51. Pruebas unitarias con Junit . . . . .	166
2.52. Página de login del Sistema de recomendación médico . . . . .	167
2.53. Vista completa del menú principal de bienvenida . . . . .	168
2.54. Dashboard o menú principal situada en la parte izquierda . . . . .	169
2.55. Dashborad o menú situado en la parte izquierda . . . . .	170
2.56. Primera vista del grafo del sistema . . . . .	171
2.57. Segunda vista del grafo del sistema . . . . .	172
2.58. Vista de la sección listar enfermedades . . . . .	173
2.59. Vista de la sección Editar enfermedades . . . . .	174
2.60. Vista de la sección Agregar nueva enfermedad . . . . .	175
2.61. Vista de la sección listar causas . . . . .	176
2.62. Vista de la sección Editar causas . . . . .	177
2.63. Vista de la sección nueva causa . . . . .	178
2.64. Sección de recomendaciones . . . . .	179
2.65. Recomendación a partir de una enfermedad . . . . .	180
2.66. Vista de la página de error del SRM . . . . .	181

## Lista de Tablas

1.1.	Tabla comparativa de bases de datos relacionales y no relacionales . . . . .	46
1.2.	Tabla comparativa de gestores de bases de datos . . . . .	48
1.3.	Tabla comparativa de servidores de aplicaciones . . . . .	50
1.4.	Tabla comparativa de Metodologías ágiles de desarrollo . . . . .	53
1.5.	Tabla comparativa de patrones de diseño de software . . . . .	55
2.1.	Tabla de costos del proyecto . . . . .	59
2.2.	Tabla de beneficio neto y recuperación de inversión . . . . .	62
2.3.	Tabla del primer caso de uso del SRM . . . . .	68
2.4.	Tabla del segundo caso de uso del SRM . . . . .	69
2.5.	Tabla del tercer caso de uso del SRM . . . . .	70
2.6.	Tabla del cuarto caso de uso del SRM . . . . .	71
2.7.	Representación de los nodos de enfermedades en formato Json . . . . .	91
2.8.	Representación de los nodos de las causas en formato Json . . . . .	92
2.9.	Tabla del primer caso de prueba funcional . . . . .	103
2.10.	Tabla del segundo caso de prueba funcional . . . . .	104
2.11.	Tabla del tercer caso de prueba funcional . . . . .	105
2.12.	Tabla del cuarto caso de prueba funcional . . . . .	106
2.13.	Tabla del quinto caso de prueba funcional . . . . .	107
2.14.	Tabla del sexto caso de prueba funcional . . . . .	108
2.15.	Tabla del séptimo caso de prueba funcional . . . . .	109



2.16. Tabla del octavo caso de prueba funcional . . . . .	110
2.17. Tabla del noveno caso de prueba funcional . . . . .	111
2.18. Tabla de muestra del objeto de estudio para el SRM . . . . .	128
2.19. Tabla de resultados de la primera pregunta del cuestionario . . . . .	131
2.20. Tabla de resultados de la segunda pregunta del cuestionario . . . . .	133
2.21. Tabla de resultados de la tercera pregunta del cuestionario . . . . .	135
2.22. Tabla de resultados de la cuarta pregunta del cuestionario . . . . .	137
2.23. Tabla de resultados de la quinta pregunta del cuestionario . . . . .	139
2.24. Tabla de resultados de la sexta pregunta del cuestionario . . . . .	141
2.25. Tabla de resultados de la séptima pregunta del cuestionario . . . . .	143
2.26. Tabla de resultados de la octava pregunta del cuestionario . . . . .	145
2.27. Tabla de resultados de la novena pregunta del cuestionario . . . . .	147
2.28. Tabla de resultados de la décima pregunta del cuestionario . . . . .	149

Capítulo

**1**

## Descripción del proyecto

### 1.1. Descripción del problema

El desabastecimiento de medicamentos y la falta de equipos e instrumental médico constituyen una problemática grave en el sector de salud a nivel nacional, pero más aún, los diversos tipos de negligencias que se suscitan a partir de diagnósticos médicos erróneos e imprecisos, lo que conlleva a generar retrasos en la aplicación de terapias y/o tratamientos correspondientes oportunos. Estas negligencias médicas pueden llegar a ser muy graves y son la principal causa de decesos en diversos centros asistenciales de salud de nuestro país.

Emitir un diagnóstico acertado es de mucha importancia en el manejo de los pacientes, ya que, mediante una eficiente evaluación, se ejecutará una mejor toma de decisiones para la prevención y/o tratamiento de alguna enfermedad. En medicina se trabaja constantemente para emitir diagnósticos confiables y acertados. Sin embargo, los mecanismos y estrategias que se adoptan, así como el proceso de determinar la potencial enfermedad, en efecto es un proceso muy complejo y poco sistematizado, de modo que, siempre pueden ocurrir errores y retrasar el tratamiento oportuno de la enfermedad, por lo que, es crucial que el paciente reciba el tratamiento médico correcto de inmediato, evitando consecuencias irreversibles.

## 1.2. Solución propuesta

Las Tecnologías de Información cumplen un papel muy importante como instrumentos de apoyo para el profesional de la salud, porque son capaces de proveer información relevante para una mejor toma de decisiones. La solución propuesta en este proyecto de tesis consiste en implementar un sistema de software de recomendación sobre enfermedades, según sus síntomas. Este sistema de software permitirá mostrar las relaciones existentes entre una amplia variedad de enfermedades y síntomas, que también pueden ser considerados como enfermedades. Por consiguiente, el especialista de la salud tendrá acceso a la información generada por el SRM, que será considerada como recurso adicional, con el objetivo de contribuir para la emisión de un diagnóstico más certero y confiable.

El software que se implementará para este proyecto de tesis, utilizará un modelo de datos orientado a grafos con la herramienta denominada Neo4j, innovando la forma en la que se gestionará y procesará la información.

## 1.3. Objetivos del proyecto

### 1.3.1. General

- Implementar un software de recomendación médico, que sirva como herramienta de consulta y/o apoyo, para los profesionales de la salud y pacientes en general, capaz de relacionar enfermedades, síntomas y causas, y que apoye a la toma de decisiones en los diagnósticos médicos.

### 1.3.2. Específicos

1. Investigar y recopilar información sobre el estado del arte de todos los sistemas de recomendación desarrollados en los últimos cinco años, que usen un modelo de datos orientado a grafos.
2. Implementar un modelo de datos orientado a grafos con el gestor de base de datos denominado Neo4j, de enfermedades, síntomas y causas, para comprobar su rendimiento, en contraste con otros gestores de base de datos.
3. Implementar un sistema de información, capaz de proveer información relevante mediante recomendaciones, sugerencias, y sus relaciones existentes.
4. Evaluar el fácil uso del software en un centro salud, mediante métricas adecuadas en la ingeniería del software.
5. Validar el software propuesto en un centro de salud de la ciudad de Arequipa, Perú.

### 1.3.3. Preguntas de investigación

1. ¿Es posible implementar un sistema de recomendación médico que relacione enfermedades, síntomas y causas, para la toma de decisiones en los diagnósticos médicos?
2. ¿Es posible recopilar información sobre sistemas de software de recomendación en repositorios bibliográficos oficiales, para ser considerada como base de este proyecto de tesis?
3. ¿Es posible implementar una base de datos orientada a grafos, con el gestor de base de datos denominado Neo4j, para evaluar su rendimiento?
4. ¿Es posible implementar un sistema de información con el lenguaje Java Enterprise Edition, que genere sugerencias y/o recomendaciones sobre enfermedades y/o síntomas?
5. ¿Es posible que el sistema de recomendación médico, cumpla con métricas adecuadas en la ingeniería del software para ser considerado de fácil uso?

6. ¿Es posible que el sistema de recomendación, sea desplegado en un centro de salud de la ciudad de Arequipa, y validado por su personal asistencial de salud y/o administrativo?



## 1.4. Alcances y limitaciones

Para la definición del alcance y las limitaciones de este proyecto de tesis se tuvo en cuenta lo siguiente:

- **Viabilidad:** El sistema de recomendación médico propuesto en este proyecto tesis es completamente viable, debido a que tiene acceso a repositorios de datos médicos libres fiables, tales como: MedlinePlus y Vademecum, de los cuales se va a recopilar información sobre enfermedades y síntomas. Además, las tecnologías de software en la actualidad, proveen las herramientas necesarias, para diseñar un modelo de datos basado en grafos, para un software de recomendación.
- **Lugar o espacio:** Esta investigación se llevará a cabo en la ciudad de Arequipa, Perú, específicamente en el centro de salud del distrito de Cerro Colorado, perteneciente a la red de EsSalud.
- **Tiempo:** El tiempo que tomará en la implementación del software es de 200 días de trabajo. En el caso de algún imprevisto se está considerando 50 días de brecha. El tiempo será directamente proporcional a las iteraciones del proyecto con el uso de la metodología ágil de desarrollo denominada Scrum.
- **Financiación:** El financiamiento de este proyecto será asumido por el autor de este proyecto de tesis, con el propósito de consolidar a largo plazo, un producto beneficioso para el sector de salud.

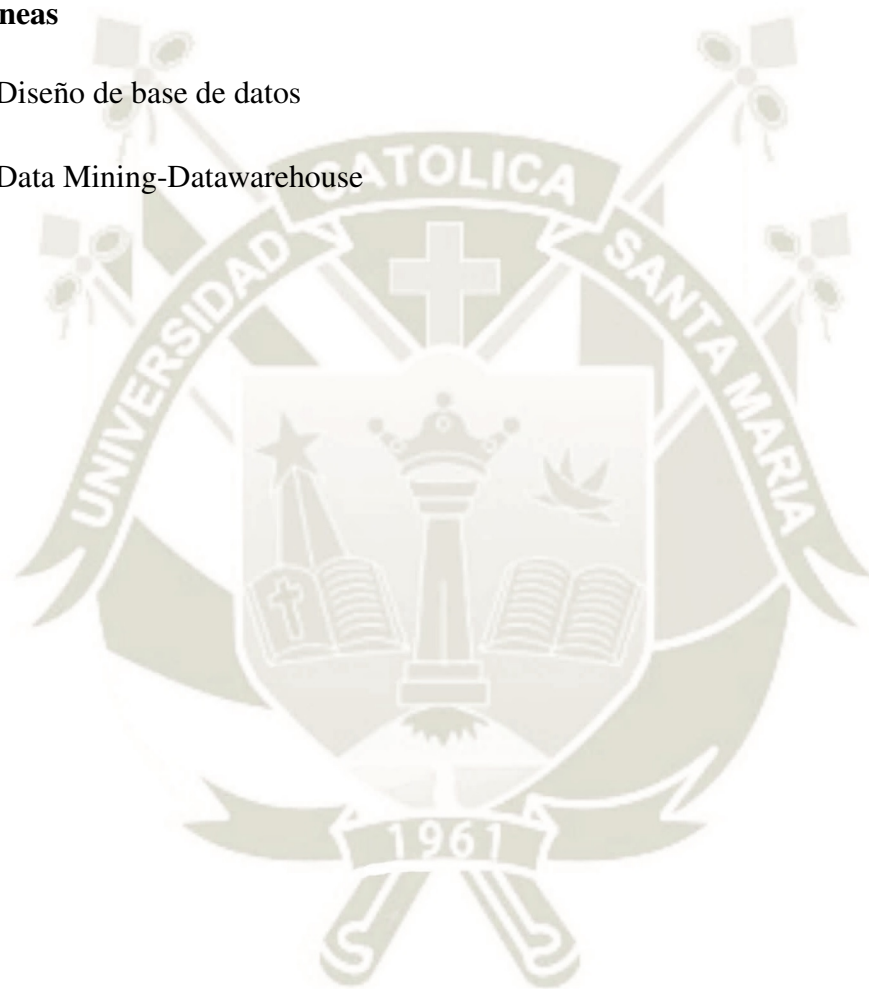
## 1.5. Línea y sub-línea de investigación

### Líneas

- Sistemas de Información: Bases de datos

### Sub-líneas

- Diseño de base de datos
- Data Mining-Datawarehouse



## 1.6. Fundamentos teóricos

### 1.6.1. Antecedentes del proyecto

En el artículo de investigación denominado **A migraine drug recommendation system based on Neo4j** (Stark et al., 2017), se evalúa con detalle la enfermedad de la migraña, y como esta afecta enormemente a pacientes de todas las edades a nivel mundial, incapacitándolos de realizar sus labores cotidianas. Todos estos inconvenientes generan, una disminución de calidad de vida y generación de costos excesivos, por consumo de medicamentos que, en la mayoría de casos no son los adecuados. Esto puede generar consecuencias irreversibles a largo plazo en la economía de los pacientes y en su salud.

**Por lo que, se propuso:**

- Diseñar un modelo de datos de datos orientado a grafos, altamente escalable, con el uso de la tecnología Neo4j, donde se pueda almacenar especificaciones e indicaciones de medicamentos que tratan este padecimiento neurológico.
- Implementar un sistema de recomendación médico, el cual sea capaz de procesar datos específicos de cada paciente, teniendo en cuenta las características propias de cada caso de migraña, obteniéndose mayor transparencia sobre la efectividad de ciertos medicamentos sobre otros para cada padecimiento.
- Proveer resultados, sobre los medicamentos más adecuados para tratar el padecimiento en una clasificación ordenada, las drogas desplegadas podrán ser consideradas para un futuro tratamiento, teniéndose en cuenta las condiciones médicas especiales de cada paciente tales como: enfermedades cardiovasculares, embarazos, pacientes con diabetes, etc.



Otro proyecto relacionado es el propuesto en el artículo denominado **Graph DBLP: a system for analysing networks of computer scientists through graph databases** (Mezzanica et al., 2018). En este artículo se presenta el sistema informático denominado GraphDBLP, el cual es un software que usa un modelo de datos orientado a grafos con la tecnología de Neo4j, para este sistema se modeló la base de datos a partir de la información disponible en el sitio web Digital Bibliography & Library Project (DBLP), el cual posee un enorme repositorio bibliográfico de artículos relacionados con ciencias de la computación. Haciendo uso de palabras clave incrustadas en las consultas, se genera el enriquecimiento de los datos, principalmente para el análisis de redes sociales.

Por lo que se propuso lo siguiente:

- Investigar los perfiles de los autores analizando sus registros de publicación.
- Identificar a los autores más prolíficos sobre un tema dado.
- Realizar análisis de redes sociales en toda la comunidad.
- Proveer un servicio, cuyo modelo de datos orientado a grafos posee más de 5 millones de nodos y más de 24 millones de relaciones, lo que permite a los usuarios explorar los datos del sitio DBLP haciendo referencia a más de 3,3 millones de publicaciones, 1,7 millones de autores y más de 5 mil lugares de publicación.
- Recopilar más de 7,5 mil palabras clave y patrones de similitud relacionados.
- Consolidar un servicio de código abierto para fomentar la mejora de Graph DBLP en toda la comunidad informática a nivel mundial.

En el artículo denominado **Tourist Attraction Recommendation Based on Knowledge Graph** (Yochum et al., 2018), se presenta un modelo de datos orientado a grafos para recopilar información sobre atracciones turísticas, tales como lugares más representativos para visitar en la ciudad de Bangkok, generado así un modelo de datos robusto y escalable para el sector turismo, usando la tecnología de Neo4j.

Para el modelo de datos se propuso:

- Recopilar datos de la ciudad de Bangkok en específico y generar el modelo de datos orientado a grafos de atracción turística utilizando la herramienta Neo4j.
- Obtener representaciones de características continuas para los nodos del modelo de datos, para posteriormente utilizarlos en funciones de aprendizaje, generando así, nodos con sus respectivas propiedades de todas las zonas turísticas de la ciudad de Bangkok.
- Calcular el nivel de relación entre turistas y atracciones (Ciudades, lugares específicos, rutas).
- Demostrar la gran escalabilidad del modelo de datos, poniendo a prueba el servicio para solucionar grandes inconvenientes que los turistas pudieran tener al realizar actividades turísticas.
- Finalmente, se analizan los resultados de los niveles de relación entre los nodos, para que genere la lista recomendada.

El artículo denominado **Using a graph database for evaluating and enhancing a social reputation engine** (Constantinov et al., 2018), demuestra la eficiencia de un software basado en un modelo de datos orientado a grafos para comprobar el balance en su rendimiento habitual entre lo robusto y lo rápido, que puede funcionar, esta aplicación cuyo nombre es MovieRate pretende trabajar con un motor de reputaciones de personas, que por lo general presentan una complejidad computacional significativa.

Para este proyecto se propuso lo siguiente:

- Construir un módulo que genera datos sintéticos para nueve tipos de usuarios con la finalidad de formalizar el comportamiento del usuario en una plataforma de revisión en función de la frecuencia de las contribuciones y los rasgos de personalidad.
- Evaluar las amenazas que un sistema de reputación pudiera tener, y describir una combinación de ataques informáticos, que implican un comportamiento específico de cada usuario.
- Comprobar que, aún trabajando con conjuntos de datos compuestos por millones de entidades, el sistema obtiene tiempos de ejecución prometedores y aceptables.
- Abrir el proyecto a la comunidad para un lograr fomentar el mejoramiento del sistema perteneciente en el área de integración de redes sociales, reputación y sistemas de recomendación.

En el artículo denominado **A Multigraph Approach for Web Services Recommendation** (Slaimi et al., 2016). En este Artículo de conferencia, Se presenta un enfoque desplegado en un modelo de datos orientado a grafos para recomendación de servicios web en el que el ecosistema de los servicios se representa como un multigrafo heterogéneo, y los bordes pueden tener una semántica diferente. Para esto se propuso lo siguiente:

- El Enfoque de recomendación desplegará los servicios web para cada usuario determinado.
- Se implementó una herramienta llamada WesReG (Recomendación de servicios web basado en grafos para servicios web).
- Especificar la implementación del sistema y los resultados obtenidos fueron una colección precisa de servicios web .

En el artículo denominado **Content-Based Filtering Recommendation in Abstract Search Using Neo4j** (Wita, Bubphachuen, y Chawachat, 2017), en este artículo se presentan la recomendaciones y buenas prácticas que conlleva el uso de un sistema de recomendación en el proceso de búsqueda en un modelo de datos orientado a grafos, así como comprueba el rendimiento para asegurar que los resultados obtenidos sean los más acertados posibles.

Para esto, se propuso lo siguiente:

- Crear un modelo de datos para representar la relación entre el documento objetivo y sus características.
- Conectar la base de datos con el gestor de base de datos orientado a grafos de Neo4j.
- Mediante consultas al grafo se logró filtrar documentos de coincidencia de palabras clave con el fin de reducir el espacio de búsqueda.

Se obtuvieron los siguientes resultados :

- Se consiguió que el rendimiento del modelo propuesto se evaluó con una precisión aceptable, por lo que, el modelo puede ampliarse con la recopilación de la selección de usuarios como retroalimentación colaborativa al sistema.
- Se determinó que el modelo podría ampliarse sin dificultad alguna, puesto que se Neo4j es altamente escalable, y analizará la relación semántica de los documentos.

En el artículo denominado **Goods recommendation based on retail knowledge in a Neo4j graph database combined with an inference mechanism implemented in jess** (Konno et al., 2017). En este artículo, se describe la implementación de un proyecto con machine learning, que usa un gestor de datos orientado a grafos. Por lo que se tuvo en consideración lo siguiente:

- En modelo se divide en una capa conceptual y una capa de instancia.
- La capa conceptual constituye la representación ontológica .
- La capa de instancia son representados por nodos de concepto.

En esta investigación, se aplicó el enfoque de dos capas a los datos de transacciones de negocios minoristas para consultas y razonamientos de información comercial.

Para esto se propuso:

- El uso de la herramienta Neo4j para consultas y recomendación de la información.
- El uso de un motor de razonamiento.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se lograron obtener resultados que son desplegados y visualizados en grafos de conocimiento.
- Un tiempo de respuesta aceptable en base al tiempo de espera del procesamiento de consultas de datos minoristas utilizando el GDB y la novedad de las recomendaciones.
- Los resultados de la información requerida son precisos y cumplen las Expectativas.

Artículo denominado **A Graph-based Recommender System for Digital Library** (Huang et al., 2002), En este artículo se describe el uso de un sistema de recomendación basado en grafos para una biblioteca virtual, el cual combinaría como referencia, el enfoque y el contenido del material bibliográfico objetivo.

Se propuso diseñar:

- Un algoritmo que permita explorar la relaciones que se crean, en base a relaciones: Libro a libro, usuario a usuario, usuario-libro, estos constituyen los nodos principales en la base de datos escalable basada en grafos .

Por lo que, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se mejora la precisión del filtrado de datos en base a los conceptos de cada material literario, así como el filtrado en base a los enfoques de sus propiedades y contenidos.
- Se observó que si bien el sistema de recomendación fue eficiente para obtener el material bibliográfico objetivo, en algunos casos no presento el mejor rendimiento, por lo que se considera que el modelo de datos podría mejorarse.
- Se proyecta seguir mejorándose el sistema, aprovechando todas las funcionalidades de Neo4j, en cuanto a escalabilidad y flexibilidad de datos.
- Actualmente el sistema sigue en funcionamiento, obteniéndose un desempeño aceptable por los usuarios.

## 1.6.2. Bases teóricas del proyecto

### Sistemas de recomendación

Los sistemas de Recomendación nacieron a partir de las necesidades de los usuarios de filtrar información relevante sobre algún tema en particular, en base a sus decisiones, gustos y/o preferencias, parametrizando de esta manera la información en base a factores de interés.

Internet provee a los usuarios infinitas posibilidades que nos permiten encontrar la información que buscamos, reduciendo limitaciones de tiempo. Esto es posible gracias al desarrollo de importantes herramientas contemporáneas como sistemas expertos que asisten a los usuarios en tiempo real a lidiar con grandes cantidades de información, de manera rápida y práctica en base a sus preferencias y posibilidades disponibles (Gómez et al., 2019)

A principios de los años 90 los sistemas de recomendación sólo eran considerados filtros colaborativos, teniendo sus primeras referencias en un sistema para correos electrónicos. En el año de 1994 se comenzaron a aplicar algoritmos simples para sistemas de recomendación de ventas, dando origen al desarrollo de “Workshop”, en el que se lograron identificar factores importantes para el desarrollo de estos algoritmos, tales como : escalabilidad, viabilidad económica, puntuaciones implícitas y explícitas (Nieto, 2007).

En la actualidad los sistemas de recomendación constituyen un alternativa muy importante para la obtención de información requerida, entre todas las posibilidades existentes, mediante algoritmos para la recolección de información que usan diversos enfoques efectivos para mejorar la toma de decisiones. Actualmente estos algoritmos son objetos de estudios a nivel mundial fomentando sus mejoras continuas.

Un sistema de recomendación es software que constituye un herramienta o instrumento encargado de procesar cierta cantidad de información sobre un determinado tema en específico, generalmente de sitios web, repositorios bibliográficos, redes sociales, servicios de streaming de música y películas, para plantear sugerencias y recomendaciones al usuario para reportes y propiciar una mejor toma de decisiones. (Gómez et al., 2019)

Los sistemas de recomendación facilitan la búsqueda al usuario, brindando una sugerencia en base a tareas o servicios que otros usuarios con criterios afines han seleccionado anticipadamente, y en base a la información recopilada implícitamente o explícitamente.



La función que desempeñan principalmente estará básicamente definida por los objetivos y fines planteados, al momento de su implementación como tal. Para la recolección de información, los algoritmos aplicados en un sistema de recomendación, utilizan importantes técnicas de filtrado, tales como:

- **Items:** Los usuarios definen estos términos como datos de entrada .
- **Requisitos y prioridades:** Los usuarios también son los encargados de definir estos parámetros.
- **Transacciones:** Las interrelaciones que se generan entre usuarios y ítems .

### Tipos de datos de entrada

Los sistemas de recomendación necesitan de un algoritmo para procesar los datos de entrada y realizar respectivas sugerencias, esto se realiza con la finalidad de integrar los datos de entrada en el respectivo gestor de base de datos. Los sistemas de recomendación utilizan:

- **Datos de contexto:** Se refiere a la información disponible antes del proceso de recomendación.
- **Datos de entrada:** Se refiere a la información que se ingresa al sistema de recomendación por parte del usuario
- **Algoritmo de recomendación:** Es el encargado de combinar datos de entrada con datos del contexto para generar recomendaciones.

## Tipos de algoritmos de filtrado de datos

Para que un sistema de recomendación funcione adecuadamente, se implementan diferentes algoritmos de filtrado, los cuales son muy importantes, para producir las recomendaciones proporcionadas al usuario en relación a sus gustos y preferencias. Estos tipos de algoritmos son :

- **Filtrado Colaborativo:** En este método se procesa grandes cantidades de información sobre ciertos aspectos o factores a evaluar tales como: comportamiento, actividades o preferencias de usuario, y se procede a realizar predicciones de preferencias, en base a patrones de similitud encontrados, entre usuarios y sus respectivos elementos de evaluación.
- **Filtrado basado en contenido:** Este enfoque se centra en realizar un filtrado de datos teniendo como referencia, una cantidad de información relevante sobre preferencias de elementos elegidos anteriormente, como por ejemplo : los sistemas de recomendación musicales que pueden generar recomendaciones, a partir de los datos sobre preferencias musicales, ingresados para abrir un cuenta en alguna plataforma.
- **Recomendación basado en conocimiento:** Con este enfoque se puede realizar predicciones basadas en necesidades y preferencias de los usuarios sobre algún tema en específico, por ejemplo los sistemas de recomendación médicos que trabajan en un contexto donde las preferencias de los procedimientos y sus características son definidas por los mismos usuarios(personal asistencial médico), dependiendo del contexto de la enfermedad a tratar y de sus respectivos tratamientos.
- **Recomendación Híbrida:** En este enfoque se pretende combinar diversos métodos de recomendación de enfoques disponibles, que incluso se combinan con técnicas de inteligencia artificial o alguna otra contemporánea para resultados más confiables.

## ¿Qué es un grafo?

Un grafo es una colección de vértices y aristas, conformado por nodos y relaciones que los conectan entre sí. Los grafos representan entidades como nodos y caminos en los cuales dichas entidades relacionan al mundo real (Robinson, Webber, y Eifrem, 2013). Los grafos están en todo lugar, nos sirven para entender una amplia variedad de conjuntos de datos en diferentes campos tales como: ciencia, gobierno y negocios.

## Bases de datos orientadas a grafos en Neo4j

Para definir que es un base de datos orientada a grafos, se tiene que definir la estructura base que la conforma. Un grafo es un objeto que contiene nodos y relaciones. Los nodos tienen propiedades y son organizados por relaciones, las cuales a su vez también poseen propiedades (Miller, 2013)

Las bases de datos orientadas a grafos con Neo4j son más fáciles de desarrollar y usar cuando la estructura de sus datos coinciden con su propia forma de pensar sobre ellos. Neo4j permite almacenar datos de forma más natural desde dominios como redes sociales y motores de recomendación, donde representar los datos como un grafo de nodos interconectados es una opción natural. Neo4j supera significativamente las bases de datos relacionales al consultar datos de los grafos. Admite grandes conjuntos de datos mientras que conserva los atributos completos de la base de datos transaccional (Vukotic et al., 2014).

Los gestores de datos orientados a grafos son también denominados bases de datos NoSQL, pero no son inherentemente lo mismo. Las bases de datos orientadas a grafos como Neo4j tiene como objetivo brindar a los usuarios la mejor manera de administrar la densidad de una red o de una gran estructura de datos (Van Bruggen, 2014).

Existen dos propiedades de las bases de datos orientadas a grafos (Robinson, Webber, y Eifrem, 2013) que, son las siguientes:

- **Almacenamiento subyacente:** algunas bases de datos orientadas a grafos usan un almacenamiento de datos nativo, el cual fue optimizado para almacenar y administrar grafos. No todas las bases de datos orientada a grafos utilizan el almacenamiento nativo, sin embargo, algunos serializan los datos de los grafos en base de datos relacionales, base de datos orientado a objetos o base de datos de propósito general.
- **Motor de procesamiento:** algunas definiciones de bases de datos orientada a grafos utilizan la adyacencia sin índice, es decir todos los nodos están conectados físicamente entre sí. Las bases de datos pueden realizar operaciones CRUD (Create, Read, Update and Delete), teniendo ventajas de rendimiento sin utilizar adyacencia sin índices.

### Características de Neo4j

Las características y funcionalidades más importante del gestor de base de datos denominado Neo4j según (Robinson, Webber, y Eifrem, 2013) son las siguientes:

- **Escalabilidad horizontal:** permite agregar fácilmente más nodos al sistema, esto es posible en la versión empresarial, pero en la versión libre se tiene acceso a una escalabilidad vertical (Guia, Soares, y Bernardino, 2017).
- **Lenguaje de consultas propietario:** Neo4j posee un lenguaje de consulta cifrado llamado Cypher, que nos permite realizar transacciones óptimamente (Guia, Soares, y Bernardino, 2017).
- **Almacenamiento basado en disco:** el almacenamiento está basado en disco mediante sistemas de archivos propietarios (Guia, Soares, y Bernardino, 2017).
- **Integridad basada en ACID:** son propiedades de las bases de datos para garantizar la validez incluso cuando hay errores, etc (Guia, Soares, y Bernardino, 2017).
- **Interfaz amigable:** Neo4j posee una interfaz amigable, intuitiva y accesible (Guia, Soares, y Bernardino, 2017).

## 1.7. Técnicas y herramientas

### 1.7.1. Lenguajes de programación

- **Java:** es de un lenguaje de programación de alto nivel, netamente orientado a objetos, originalmente desarrollado por Sun Microsystems y que posteriormente fue adquirida en el año 2010 por la compañía Oracle , que básicamente se inspiró en funcionalidades de otros lenguajes tales como C++, pero con importantes mejoras, consolidándose como un lenguaje multiplataforma idóneo para el desarrollo de aplicaciones seguras, distribuidas, robustas y portables.

Actualmente, Java es el lenguaje más popular del mundo, debido a que responde eficaz y eficientemente, ante las necesidades de :

- Una sintaxis sencilla, que permita optimizar el tiempo del ciclo de desarrollo.
- Portabilidad entre diferentes plataformas físicas y sistemas operativos.
- Simplicidad al momento de codificar gracias al JRE (Java Runtime Environment), que gestiona un mecanismo de errores más sofisticado, en contraste con otro lenguajes.
- El rendimiento del despliegue de aplicaciones gráficas, aplicando el entorno MultiHilo.

Según (Groussard, 2014), las características más importantes del lenguaje java son:

- **Orientado a objetos:** Java utiliza el paradigma de la programación orientada a objetos para resolver problemas mediante una representación del mundo real, con objetos y clases incorporadas que encapsulan datos primitivos, y que proveen soluciones más rápidas y sencillas. Además Java provee un mejor dominio de complejidad del problema a tratar, fomentando la reutilización de software, y ofreciendo múltiples facilidades al corregir y evaluar proyectos.

- **Distribuido:** Java posee diversas APIS (Application Programming Interfaces) que permiten desarrollar aplicaciones bajo la arquitectura cliente-servidor, y así gestionar recursos en red, optimizando la comunicación remota en diferentes máquinas físicas.
- **Robusto:** Java evita la sobre escritura accidental de datos en memoria y gestiona diversos tipos de errores en general, proporcionando numerosas pruebas y comprobaciones en compilación y tiempo de ejecución, eliminando fácilmente datos erróneos de la memoria, gracias a la recolección de basura.
- **Seguro:** se implementaron diversos tipos de medidas de seguridad para Java y en su sistema de ejecución en tiempo real, gracias al JRE (Java Runtime Environment) podemos controlar el acceso a la red de nuestras aplicaciones, y configurar diversos protocolos de acceso.
- **Multiplataforma:** Java fue diseñado con la famosa frase de Gosling : "Write Once, Run Anywhere" (Escríbelo una vez, ejecútalo en cualquier lugar), todo gracias al compilador de java que genera un lenguaje intermedio denominado bytecode, que posteriormente con la ayuda del intérprete de Java se ejecuta eficientemente a múltiples plataformas de hardware y software.
- **Portable:** Java posee clases que facilitan la escritura de código fuente de nuestras aplicaciones, desplegándolas en múltiples plataformas sin adaptación.
- **Eficaz:** Java posee un rendimiento igual o superior a C o C++, debido a que el formato intermedio bytecode se compila en tiempo de ejecución, haciendo posible un proceso de optimización de la interpretación del código.
- **Multitarea:** Con Java podemos aplicar multithreading o procesamiento para multihilo, gestionando los recursos del CPU, haciendo posible la repartición de tareas entre varios procesadores.
- **Dinámico:** Java es muy versátil, pues podemos editar las clases existentes sin tener que efectuar las actualizaciones de las modificaciones, gracias a la comprobación de la existencia de clases que se realiza en tiempo de ejecución.

- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación interpretado que, proporciona importantes funcionalidades a los sitios web, es un lenguaje del lado del cliente, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

Según (Flanagan, 2006) este lenguaje es conocido como el lenguaje de programación de la web y actualmente es usado en todos los navegadores web modernos: en juegos, consolas, tabletas y teléfonos inteligentes que a su vez incluyen intérpretes de JavaScript, maneja eventos y efectos del DOM(Document Object Model) de cada web de una forma excepcional, constituyéndose como el lenguaje más versátil para el comportamiento de las páginas web.

### 1.7.2. Lenguaje de consultas

- **Cypher:** Es un lenguaje de consultas declarativo en evolución que, nos permite realizar consultas de manera eficiente en el gestor de base de datos orientado a grafos con Neo4j según (Panzarino, 2014) este lenguaje declarativo denominado Cypher permite una expresiva y eficiente ejecución de consultas, y una de sus ventajas es su simplicidad al usar su sintaxis en contraste con otros lenguajes como PL/SQL, por lo que los usuarios pueden concentrarse en su dominio y no perderse en el acceso a la base de datos. Con el lenguaje Cypher podemos aplicar lo siguiente:

- **Consultas lineales:** toma como entrada una propiedad del grafo y como salida se obtienen tablas, las cuales proveen enlaces a parámetros que detectan patrones en el grafo.
- **Coincidencia de patrones:** la cláusula MATCH hace posible introducir el patrón en los registros con enlaces de las instancias coincidentes en el grafo consultado. Por lo general los patrones se expresan en una forma de ruta restringida, es decir que admite rutas y retorna valores.
- **Modificación de datos:** Cypher trabaja con un rico lenguaje para actualizar y modificar el grafo, mediante la utilización de su modelo semántico TOP DOWN, realizando una reutilización de cláusulas.
- **Un lenguaje pragmático:** Cypher es similar a SQL por lo que, sigue la misma estructura de sintaxis para las cláusulas, y una semántica para realizar múltiples funciones. La sintaxis para la agrupación y agregación es simple, y el lenguaje de expresión incluye características potentes como la división y compresión de listas, las subconsultas y el trabajo con rutas específicas.
- **Implementación con Neo4j:** en términos de implementación, tenemos acceso a las referencias de cada nodo a través de sus bordes a los nodos relacionados. Esto significa que expandir la base de datos, no implica leer cualquier información innecesaria, o proceder a un índice para encontrar nodos relacionados. Una consulta en Cypher hace uso de los mismos operadores que se utiliza en las bases de datos relacionales, haciendo uso de un comando especial llamado “Expand” que cumple la funcionalidad de un join, entre muchas otras compatibilidades.



### 1.7.3. Lenguaje de etiquetas

- **HTML5 (Hyper Text Markup Language):** se trata de un lenguaje de etiquetas que, actualmente está en su quinta versión, y que constituye un estándar para la construcción de páginas web en la world wide web. Este lenguaje de etiquetas es regulado por W3C, un consorcio que genera recomendaciones y estándares para el desarrollo web a nivel mundial.

Según (Gauchat, 2012) HTML5 provee tres características: estructura, estilo, y funcionalidad, también es considerado un producto final, el cuál encapsula tres tecnologías base para el desarrollo web: HTML a cargo de la estructura, CSS a cargo del contenido y su presentación y JavaScript para el comportamiento de la web, que incluyen eventos y efectos en el DOM (Document Object Model).

- **CSS3 (Cascading Style Sheet):** se trata de un lenguaje que se diseñó para el manejo de estilos y personalización de la presentación de las páginas web. Surgió ante la necesidad de los diseñadores de trabajar la estructura y presentación de forma independiente.

Según (Frain, 2012) CSS3 este lenguaje provee personalización de estilos visuales de los elementos del DOM(DocumentObject Model), y actualmente se vienen trabajando en actualizaciones para las últimas versiones de los navegadores más populares.

#### 1.7.4. Marcos de desarrollo

- **JSF:** Java Server Faces es un framework para el desarrollo de la interfaz de usuario en aplicaciones java , encapsula un conjunto de APIs para definir el comportamiento de las páginas web, así como su accesibilidad y navegabilidad.

Según (Díaz, Queiruga, y Fava, 2007) JSF permite construir aplicaciones web, que soportan diferentes dispositivos como clientes, por ej. teléfonos celulares, agendas, etc. No es una tecnología que soporta solamente clientes web browser. El framework JSF está construido solamente sobre la API de Servlets y la distribución estándar provee un conjunto de librerías de JSP que permiten incluir las componentes de interfaz de usuario en páginas dinámicas. Y posee las siguientes características:

- Puede trabajar con los recursos de capa web existentes.
  - Encapsula la funcionalidad de los componentes de usuario.
  - Segmenta la aplicación en una lógica de presentación y aplicación.
  - Crea un puente entre el código de aplicación y de presentación.
- **Primefaces:** es un librería de componentes muy liviana que maneja un archivo JAR que no necesita configuración, ni tampoco requiere dependencias externas.

Según (Varaksin, 2013) Primefaces es considerado un marco de trabajo muy importante para el desarrollo de interfaz de usuario que, usa el API selector de JQuery con el modelo componente-referencia de JSF(Java Server Faces) , logrando un enfoque flexible de para la actualización y el procesamiento parcial de los componentes JSF, logrando así simplificar la referencia de componentes.

Gracias a métodos propios de esta librería podemos administrar el árbol del DOM (Document Object Model) de una forma rápida y efectiva, con el uso de selectores, evitando demoras en el proceso de carga de la CPU gracias al uso del PFS que provee una manera idónea para procesar componentes combinando extensiones del lado del servidor y su vez del lado del cliente.

### 1.7.5. Base de datos

Actualmente, se debe considerar el uso de un tipo de bases de datos para un proyecto de software, principalmente en base a los objetivos específicos del proyecto de software y el contexto del problema a resolverse, por lo que no se puede afirmar con exactitud que un tipo de base de datos funciona mejor que otro. Desde un punto de vista pragmático, las bases de datos: Relacionales (SQL), No relacionales (NoSQL), poseen sus respectivas ventajas y desventajas, el criterio para escoger uno de los tipos mencionados anteriormente estará basado en las necesidades de cada proyecto en particular.

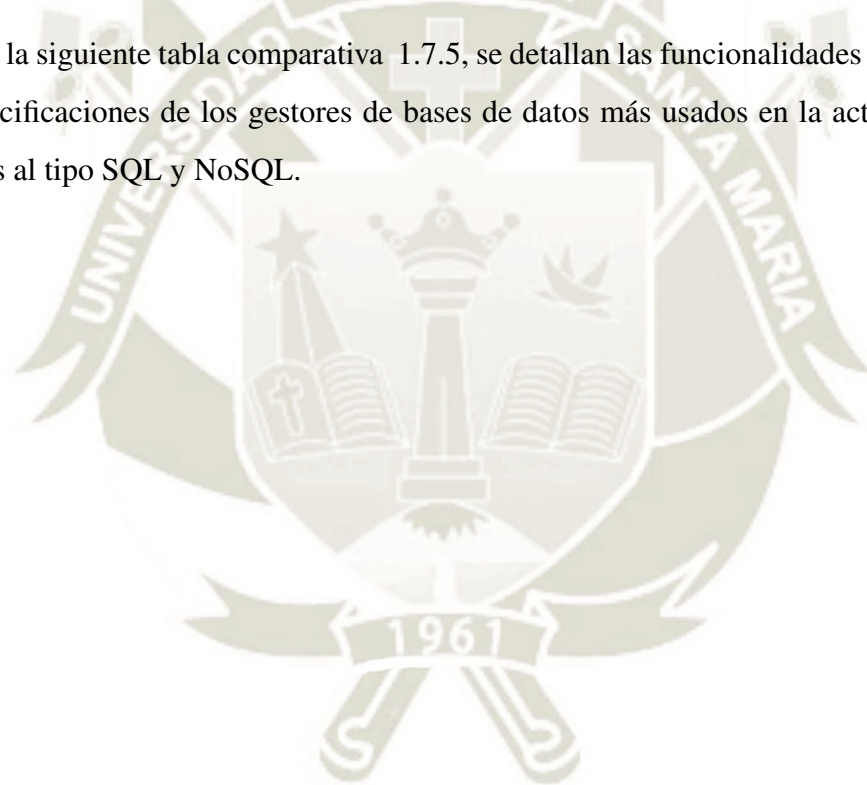
En la siguiente tabla 1.7.5 se pueden apreciar las ventajas y desventajas de los tipos de bases de datos relacionales y no relacionales.

<b>Bases de datos relacionales(SQL)</b>		<b>Bases de datos no relacionales(NoSQL)</b>	
<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Atomicidad en las operaciones e información	Mantenimiento muy costoso y de fuertes inversiones	Arquitectura altamente escalable	Poco tiempo en el mercado, menos soporte para este tipo de bases de datos
Posee mayor soporte y herramientas disponibles debido a sus años en el mercado	Hace que los sistemas sean mas vulnerables a fallos	Tiempo de respuesta excepcionales gracias a su adyacencia sin indice	La documentación puede ser limitada, lo que deriva en un mayor tiempo de implementación
Alta consistencia de datos	Mayor tiempo extra de procesamiento en consultas	Naturalidad al representar datos conectados	Reducido soporte multiplataforma
Estándar definido con su lenguaje estructurado de consultas	Menos flexible ante cambios	Versatilidad y flexibilidad ante cambios imprevistos	Baja estandarización
Experiencia y madurez	Difícilmente escalables	Bajos requerimientos e inversiones	pueden no cumplir con ACID al 100 %

Tabla 1.1: Tabla comparativa de bases de datos relacionales y no relacionales

Para el sistema de recomendación médico se determinó escoger una base de datos NoSQL, orientada a grafos y altamente relacional, con la herramienta denominada Neo4j, debido a que el SRM es un sistema de software recomendación y como tal, trabajará en un ámbito en donde es más importante gestionar un modelo extenso y amplio de la relación de la información a la vez, que un esquema flexible. Con el uso de este gestor de base de datos orientado a grafos podemos tener muchos importantes beneficios, tales como su gran rendimiento en la ejecución de sus consultas, las cuales están basadas en las relaciones establecidas entre entidades del dominio, asegurando eficientes búsquedas y filtrados de información.

En la siguiente tabla comparativa 1.7.5, se detallan las funcionalidades más importantes, y especificaciones de los gestores de bases de datos más usados en la actualidad, pertenecientes al tipo SQL y NoSQL.



Sistema gestor de base de datos	Descripción general	Tipo de base de datos	Interfaz Gráfica	Licencia	Ventajas	Desventajas
<i>Neo4j</i>	Gestiona data en grafos, con relaciones.	-NoSQL -Orientada a grafos	Neo4j Desktop	libre, y una versión de pago disponible	-Apropiado para motores de recomendación -flexibilidad -rendimiento -escalabilidad -bajo costo	-Nuevo en el mercado, menor soporte
<i>MySQL</i>	Gestor más popular, seguro	SQL	MySQL WorkBench	código abierto	Estandarización, más popular	-Escalabilidad -Flexibilidad
<i>SQL Server</i>	Gestor que proporciona estabilidad	SQL	Managment Studio	versiones de pago	Eficiencia de operaciones y análisis de datos	-Flexibilidad -requisitos altos
<i>Oracle</i>	Gestor estandarizado	SQL	Designer, Developer	versiones de pago	Optimización de modelo de datos	Altos costos y requisitos
<i>PostgreSQL</i>	Gesto	SQL	Navicat	código abierto	Ahorro costos	Agilidad

Tabla 1.2: Tabla comparativa de gestores de bases de datos

### 1.7.6. Servidor de aplicaciones

El SRM demanda una infraestructura adecuada que soporte todas las la funcionalidades que una aplicación Java Enterprise Edition requiera, para ser ejecutada.

Se escogió el servidor de aplicaciones denominado Payara Server, ya es el que ofrece un servicio idóneo para explotar todas las funcionalidades del SRM. Entre los factores que se consideraron para escoger a Paya server, son:

- **La naturaleza del proyecto** Siendo una aplicación Java Enterprise Edition, es la opción más confiable por temas de compatibilidad y rendimiento.
- **Recomendado por Oracle** Oracle recomienda el uso de glashfish server, por lo que Payara siendo un servicio derivado de Glashfish posee las mismas funcionalidades, y mejor aún, un soporte trimestral contante para sus respectivas mejoras
- **Código abierto** Con una gran comunidad que respalda este servicio, la cual brinda soporte permanente para toda la comunidad Open Source.
- **Fácil de migrar** Permite que los desarrolladores migren fácilmente entre las plataformas
- **Contenedor Java EE** Este servicio es un contenedor de Java EE. El cual es respaldado y recomendado por Oracle Coporation.

A continuación en la tabla 1.7.6 , se detalla las ventajas y desventajas de los servidores de aplicaciones más populares para la ejecución de aplicaciones web.

Tabla 1.3: Tabla comparativa de servidores de aplicaciones

Servidores de Aplicaciones para Aplicaciones Java EE				
	Payara	Jetty	Tomcat	Glassfish
<b>Ventajas</b>	Es un servidor de aplicaciones de código abierto, derivado del famoso Glasfish server, que cuenta con un mejor soporte periódico y constante, para corrección de errores y mejoras en general. Se utiliza para demostrar todas las capacidades de Java Enterprise Edition y puede considerarse la implementación de referencia para aplicaciones en el lenguaje Java.	Servidor de aplicaciones desarrollado por Eclipse Foundation, muy utilizado en la industria para proyectos pequeños y de entorno restringido, posee una gran capacidad de integración.	Servidor de aplicaciones muy popular para aplicaciones java empresariales, posee el 60% de todas las implementaciones usando este servicio, por lo que se le considera una opción referente para	Servidor de aplicaciones que implementa mejor las funcionalidades Java EE. Posee el respaldo de Oracle Corporation, el cual es la compañía propietaria del servicio.
<b>Desventajas</b>	Es más pesado, no cuenta con soporte comercial adecuado, que podría ser un problema.	Posee menos soporte para las funcionalidades de Java EE como Tomcat server, al no ser un contenedor de esta tecnología.	No provee un contenedor para JavaEE, no está dentro del grupo de contenedores que recomienda Oracle Corporation.	Falta de soporte comercial, que deriva en inconvenientes en soporte a clientes y actualizaciones.



### 1.7.7. Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles son un conjunto de tareas, procedimientos y actividades para la gestión de proyectos, que a través del tiempo han ido evolucionando para garantizar un trabajo veloz y eficiente, proporcionando una fácil adaptación de la modalidad de trabajo, una gran capacidad de respuesta eficiente ante eventos imprevistos y gran retroalimentación de todos los involucrados, permitiendo ahorrar costos y tiempo.

El sistema de recomendación médico o SRM, necesita ser desarrollado en un contexto en el que se asegure, los factores mencionados anteriormente, con el propósito que pueda ser concluído y entregado satisfactoriamente.

Por consiguiente, se eligió a Scrum como metodología ágil de desarrollo por muchos factores importantes, tales como:

- **Tipo de proyecto:** Esta metodología y sus lineamientos se acoplan muy bien al proyecto de software Sistema de recomendación médico, debido a que se establece una fecha límite de entrega, y esta sujeta a constantes cambios en el transcurso su desarrollo.
- **Es el marco de trabajo por excelencia:** Es la metodología ágil de referencia para el desarrollo de proyecto de software, muy reconocida por brindar confianza en proyectos y una integración óptima del equipo de trabajo.
- **Confiable:** Resultados comprobados con proyectos de gran complejidad en empresas líderes referentes, en el mercado digital.
- **Provee una correcta retroalimentación:** Con Scrum podemos asegurar una retroalimentación adecuada con los stakeholders o interesados del Sistema de Recomendación Médico, lo cuál asegura que, se cumplan sus expectativas manera regular.

- **Flexible y adaptable:** Permite al SRM redirigir sus objetivos específicos en base a las prioridades del cliente , pudiendo contar en la mayoría de casos, con la colaboración directa del mismo.

En el siguiente tabla 1.7.7, se muestran los detalles de las especificaciones de las 4 metodologías ágiles más usadas actualmente, siendo Scrum la que se acopla mejor para el desarrollo del SRM:



Metodologías ágiles de desarrollo				
	<i>SCRUM</i>	<i>Programación Extrema</i>	<i>KanBan</i>	<i>Proceso racional unificado</i>
<b>Descripción</b>	Metodología que busca satisfacer las necesidades de los clientes. Se basa en buenas prácticas para la obtención de mejores resultados.	Estandarizado para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.	Marco de trabajo muy famoso en los últimos años, con una dinámica particular con el que asegura productividad.	Enfocada en adaptabilidad, y flexibilidad del proyecto, asegurando su dinamismo y funcionalidad.
<b>Tipo de revisión</b>	Gestión regular con el clientes, con reuniones de quince minutos, donde se establece nuevos objetivos y se reporta el avance.	Reuniones donde se plantean Iteraciones con objetivos planteados.	Se ejecutan revisiones periódicas en base a la tabla de actividades definidas.	Se programan -Revisiones -inspecciones -ensayos
<b>Objetivos</b>	Fomentar el trabajo del equipo, delegando roles , motivando al personal con reuniones periódicas.	Basada en la correcta interacción, fomentando la comunicación y eliminando los tiempos muertos.	Basada en un metodología visual, manejada con orden y concentración.	Basada en el contexto y necesidades de cada organización
<b>Ventajas</b>	-Cumple expectativas del usuario -Flexibilidad y adaptación -Resultados anticipados y gestión de riesgos	-Planificación con el cliente -desarrolladores trabajan en pares para una mejor evaluación del código	-Organización -visualización, -simpleza -trabajo en equipo	-Reduce riesgos -Se moldea al contexto de la empresa
<b>Desventajas</b>	-Puede generar problemas de costos -Demanda alto nivel de formación	En caso de fallos los costos se elevan mucho.	En grandes proyectos es posible que no se cumplan los plazos de entrega.	-Genera muchos costos  -Gastos extras
<b>Tipo de proyectos</b>	-Equipos pequeños -Poca necesidad de documentación -Constantes cambios(flexibilidad) -Fechas de entrega establecidas	-Proyectos pequeños y de resultados a corto plazo	-Proyecto con equipos numerosos, en donde la productividad es importante, enfocado en los pendientes.	No recomendable para proyectos pequeños

Tabla 1.4: Tabla comparativa de Metodologías ágiles de desarrollo

## 1.8. Aspectos relevantes del desarrollo

### 1.8.1. Arquitectura del software

Para el sistema de Recomendación Médico se escogió el patrón de diseño MVC (Modelo Vista Controlador) por muchos factores relevantes tales como :

- El uso del método general de la técnica divide y vencerás, que hace que el patrón de diseño MVC sea el más apropiado para proyectos de software que necesitan concretarse en el menor tiempo posible, cuidando aspectos esenciales como modularidad y mantenibilidad.
- El desarrollador de software de este proyecto está más familiarizado con el uso de esta arquitectura de diseño MVC con respecto a otras, habiendo obtenido resultados óptimos en proyectos anteriores.
- MVC se enfoca en proyectos web y móviles, donde viene siendo considerada la arquitectura por excelencia por la calidad del soporte que se brinda a cada componente de la aplicación.
- Ante fallos imprevistos que pueden suscitarse o modificaciones requeridas por el cliente se cuenta con la capacidad de actualizar el componente o corregir la falla sin afectar el resto de componentes .
- Menos complejidad, fomenta la reutilización de software y facilita las pruebas

A continuación, en la tabla 1.8.1 se detallan los patrones de diseño de software más utilizados para el desarrollo de software en la actualidad:

Patrón de Diseño de software	Tipo de Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
<i>Modelo-Vista-Controlador</i>	Web y Móviles desarrollados con lenguajes de alto nivel.	Divide la aplicación en forma interactiva en componentes independientes , escalable, y mantenible.	La curva de aprendizaje es prolongada.
<i>Método Factoría</i>	Web y móviles	Desacoplamiento en interdependencia de clases.	Tiempo de implementación
<i>Cliente-servidor</i>	Correos electrónicos, documentos compartidos	Gestiona eficientemente las solicitudes de todos los clientes, dividiendo la aplicación en esquemas .	Gastos generales adicionales para su uso.
<i>Patrón de capas</i>	Aplicaciones de escritorio	La aplicación se divide en una jerarquía de capas, los cambios de la aplicación pueden darse sin afectar las demás capas.	No es universalmente aplicable para todas las naturalezas de los proyectos.
<i>Maestro-esclavo</i>	Aplicaciones que interactúan con periféricos	La ejecución de la aplicación tiene mucha precisión, al delegar tareas a componentes llamados esclavos.	Aplicable solamente para proyectos que se puedan dividir.
<i>Patrón de filtro de tubería</i>	Compiladores	Procesa una secuencia de datos que contiene un filtro para almacenamiento y sincronización.	Su filtrado puede ser considerado un proceso lento.
<i>Patrón de bus de evento</i>	Aplicaciones móviles, servicio de notificación	Divide la aplicación en componentes, por lo general es usado para sistemas de notificación de mensajes.	La escalabilidad es un problema para este patrón.
<i>Patrón de pizarra</i>	Aplicaciones basados en el conocimiento	Altamente compatibles con sistemas que implementan estrategias de control complejas	Hacer modificaciones resulta difícil con este patrón de diseño.

Tabla 1.5: Tabla comparativa de patrones de diseño de software

### 1.8.2. Extracción de enciclopedia médica

Para obtener los datos sobre las enfermedades, síntomas, causas y tratamientos, se utilizará un Crawler, que es un algoritmo que consulta el DOM de la web y permite obtener los valores de las etiquetas HTML. Para el desarrollo de este algoritmo se utilizará el API jsoup<sup>1</sup> que, es una biblioteca de Java que provee funcionalidades para extraer y manipular data.

### 1.8.3. Recursos médicos libres

1. **Medline plus en Español:** Es un repositorio de material bibliográfico producido por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. Es considerada la biblioteca más grande del mundo y brinda información confiable sobre enfermedades afecciones y bienestar en general (Leon y Fontelo, 2007)
2. **Wikipedia Medicina:** Es un portal de medicina de la Wikipedia en español y podemos tener acceso a diferente material bibliográfico. Además, el portal de wikipedia de medicina posee varios proyectos en los que, se encuentran enfermedades, fármacos, tratamientos y diagnósticos (Kuznetsov, 2006).

---

<sup>1</sup><https://jsoup.org/>

## Capítulo 2

# Documentación técnica

## 2.1. Plan del proyecto informático

En la presente sección se detalla como el sistema de Recomendación Médico será viable para su implementación, se detallarán las fases de desarrollo con las actividades que involucran las mismas, y finalmente se considerará el tiempo de desarrollo para el análisis costo-beneficio.

### 2.1.1. Planificación del proyecto

Para poner en marcha el cronograma de elaboración del proyecto, se tomará en cuenta la complejidad de cada tarea a realizar para cada fase. El cronograma consta de 9 tareas en un total de 313 días laborables, de esta forma la planificación del proyecto será de la siguiente manera.

1. **Descripción del proyecto:** en esta fase, se definen los parámetros más importantes del proyecto como: objetivos generales, objetivos específicos, y aspectos relevantes tales la magnitud del proyecto, el uso de recursos utilizados, su alcance y limitaciones.

2. **Fundamentos Teóricos:** para esta tarea se precisa analizar y revisar toda la información concerniente a los conceptos técnicos, tendencias y mejores prácticas, asegurando la competitividad de los involucrados para ejecutar eficientemente este proyecto de software en su totalidad.
3. **Técnicas y Herramientas:** se definen los recursos a usar para la realización de este proyecto, tales como: Metodologías, Marcos de trabajo, herramientas de software, paradigmas de programación, esta tarea tuvo una duración de siete días.
4. **Aspectos relevantes del desarrollo:** en esta tarea se pondrá énfasis a los detalles del proyecto informático como tal, como la implementación, la arquitectura, el diseño, sistemas gestores de base de datos, marcos de trabajo de software y todas las tecnologías presentes en el proyecto de software. La presente tarea tendrá un periodo de siete días.
5. **Documentación Técnica:** Documentación Técnica: en esta fase se describe todo lo referente a la parte técnica del proyecto de software, documentación del código fuente, se especifica el plan y los requisitos técnicos del proyecto de software, esta fase tendrá una duración de treinta días.
6. **Implementación del Software:** en esta fase se describe el proceso de ejecución de la metodología ágil de desarrollo que son los Sprints de proyecto informático. Esta tarea tendrá una duración de cien días.
7. **Pruebas de Ejecución:** en esta fase se aplican métricas de software y también se realizan sus respectivas pruebas, tales como: encuestas, evaluaciones, validaciones, para encontrar ambigüedades importantes de detectar. La tarea tuvo una duración de catorce días.
8. **Manual de Usuario:** en esta tarea se describe detalladamente el funcionamiento del sistema de software para los usuarios que harán uso del recurso. Esta tarea tiene una duración de cuatro días.



9. **Conclusiones y Recomendaciones:** en esta tarea se proponen y presentan las recomendaciones y recomendaciones, a partir de los resultados y experiencias obtenidos con el proyecto de software. La tarea tuvo una duración de cuatro días.

### 2.1.2. Estudio de viabilidad del proyecto

- **Viabilidad Económica :** los recursos económicos, destinados a la realización del presente proyecto de software, tanto el diseño, como la implementación serán asumidos por el redactor de la presente tesis, cumpliendo el rol de Scrum Master del proyecto. A continuación en la tabla 2.1 se mostrará los costos del proyecto según las horas trabajadas, y el tiempo de desarrollo.

<i>Costos Proyecto Sistema de Recomendación Médico</i>					
Nº	Item	Cantidad	Unidad	Precio/hora	7 Meses
Recursos Humanos					
1	java developer	1344	horas	S/.15	S/. 20160.00
Recursos Tecnológicos					
3	VPS	1344	horas	S/. 0,24	S/. 323.00
4	Internet	1344	horas	S/. 0,19	S/. 255.36
Servicios					
5	Udemy	300	horas	S/. 0,89	S/. 267
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 21005.00</b>

Tabla 2.1: Tabla de costos del proyecto

- **Viabilidad Legal:** no hay ninguna restricción en el estado peruano que permita el desarrollo de este proyecto, por consiguiente es justificable realizarlo por sostenerse en la ley del estado.
- **Viabilidad Técnica:** es técnicamente viable por las tecnologías usadas en este proyecto de software que, no significaron ningún inconveniente para el personal técnico que posee conocimientos avanzados en tecnologías para el desarrollo de capa web con la tecnología de Java, tales como JSF, PrimeFaces, Así como tecnologías de base de datos orientada a grafos como Neo4j, por consiguiente, se logró desarrollar el proyecto satisfactoriamente sin ninguna particularidad.
- **Infraestructura:** para el correcto ejecución y despliegue de la aplicación de software se hizo uso de las siguientes herramientas:
  - **Payara Server:** es un servidor de aplicaciones web de código abierto basado en el servidor GlassFish Server Open Source Edition. Los requisitos mínimos para que se despliegue el servidor son los siguientes :
    - Debe ser ejecutado con la tecnología Java 8 o superior.
    - El servidor debe contar con 4Gb de memoria RAM.
    - Se requiere un procesador de 2.8 Ghz y más de 2 núcleos.
  - **Digital Ocean:** se trata de un servicio que está referido a un servidor virtual privado con sede en la ciudad de Nueva York (Estados Unidos). Es usado por un gran número de desarrolladores de software, para alojar sus aplicaciones y configurar los servidores a sus necesidades.

Se procedió a contratar el servicio que presenta las siguientes especificaciones:

- Sistema operativo Ubuntu Server version 18
- Memoria RAM 16 GB
- Disco duro de 100 GB
- Una IP pública

Entre otras características importantes de este tipo de droplets<sup>1</sup> en Digital Ocean tenemos:

- De fácil y rápida configuración optimizadas para CPU o para memoria, la cuales proporcionan flexibilidad para crear, probar y hacer crecer la aplicación de forma escalable.
- Son servidores web virtuales de bajo tráfico que permiten el alojamiento de Repositorios de prueba, de desarrollo, micro servicios, entre otros.
- Cuenta con hardware apropiado como discos duro SSD para mayor rapidez y virtualización KVM.
- El servidor virtual ofrece una interfaz web necesaria para que los clientes agreguen, de ser necesario, los dominios web que ellos crean pertinentes
- Ofrece herramientas muy útiles que simplifican la colaboración, la seguridad, el monitoreo y hasta la copia de seguridad de la data.

#### ■ **Análisis Costo-Beneficio del Sistema de Recomendación Médico:**

Para el cálculo del beneficio de este proyecto de software, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- La configuración, instalación, y despliegue tendrán un costo de S/.20000.00(único pago).
- El contrato por el servicio, será anual y tendrá un costo de S/.4000.00.

---

<sup>1</sup>Es una instancia de un servidor virtual privado

- El beneficio anual por cliente es de S/.24000.00 .
- Para calcular el beneficio neto, se resuelve la siguiente operación :

$$\text{Beneficio Neto} = B1 - C1$$

Donde:

- B1= beneficio del primer año
- C1= Coste del primer año

Teniéndose el beneficio anual, se procede a calcular el beneficio neto, para esto se consideran los siguientes parámetros: costo inicial del proyecto, en el caso de que el primer año se proyecta contar con dos clientes como mínimo, es decir un beneficio de S/.48000.00, y el coste del primer año será por conceptos extras de servicios que el software requiere para poder ser desplegado en internet como servicio de S/5000.00. A continuación en la tabla 2.2 , se detalla el beneficio neto y retorno de inversión

Año	Costo	Beneficio	Beneficio Neto
0	C0 = S/.21005.00	0	0
1	C1= S/.26005.00	S/.48000.00	Neto= Beneficio - C1 =S/.21995.00

Tabla 2.2: Tabla de beneficio neto y recuperación de inversión

Se concluye que :

El primer año se recupera la inversión, debido a que en los resultados ,el monto del beneficio neto es mayor al coste inicial, se estima que en los posteriores años los beneficios serán mayores, por lo que el SRM es rentable.

### 2.1.3. Especificación de requisitos del proyecto

- El sistema de recomendación médico permitirá dar soporte a los profesionales de la salud en el proceso de emisión de diagnósticos médicos en tiempo real, el software desplegará una lista debidamente ordenada de todas las potenciales enfermedades a partir de síntomas específicos tomados como datos de entrada, que origina las consultas en los datos que se encuentran en la base de datos orientada a grafos.

### 2.1.4. Especificación de requisitos de software

Para el desarrollo del sistema de recomendación médico, se consideró como requisito el uso de las siguientes tecnologías:

- **Payara server** : se trata de un servidor de aplicaciones en su versión 5.193, el cual será el encargado de desplegar el sistema de recomendación médico. Actualmente esta herramienta proporciona soporte comercial y servicios empresariales para toda la comunidad Open Source, y se consolida como una mejor propuesta ya se brinda soporte permanente para sus correcciones de errores, parches y mejoras adicionales continuas.
- **Neo4j** : es sistema gestor de base de datos orientada a grafos en su última versión 3.3.0, el cual está implementado netamente en Java, se trata de un gestor de base de datos transaccional que almacena datos en grafos en lugar de en tablas convencionales, la cual presenta un rendimiento superior y gran adaptabilidad, Neo4j fue lanzado en el año 2010 y se comercializa bajo dos tipos de licencia: una licencia comercial, y una Affero General Public License (AGPL) para la comunidad Open Source.
- **JAVA** : lenguaje de programación de alto nivel, en su versión 8.0, que hacen posible el desarrollo y correcta ejecución de proyectos de software de gran envergadura como el sistema de recomendación médico.
- **Cypher** : se trata de un lenguaje de consultas, que es usado para interactuar con las bases de datos Orientadas a grafos en el gestor de base de datos Neo4j, posee muchos

beneficios como realizar consultas de datos con un nivel altamente expresivo y eficiente, además cypher posee la funcionalidad de SQL(Lenguaje de consultas estándar para bases de datos relacionales), pero se proyecta para aprovechar componentes de este tipo de bases de datos y enfocarse en necesidades sobre el concepto de grafos.

- **Netbeans** : es un Entorno de desarrollo integrado que facilita la codificación respectiva de proyectos java como el Sistema de Recomendación médico, siendo uno de los IDEs más populares y completos que ofrece un set de importantes módulos que permiten integrar funcionalidades importantes entre sus componentes, actualmente es respaldado por una gran comunidad de usuarios, constituyéndose como un gran patrocinador de Sun Microsystems para la realización de proyectos informáticos.
- **Google Chrome** : es un navegador web desarrollado por Google, se trata de un navegador en su última versión 63.0.3239.133, que puede ser considerado como el navegador que más popularidad tiene, será usado para el despliegue y ejecución del sistema de recomendación médico, ofreciendo un alto nivel de seguridad y velocidad para todos sus usuarios.

### 2.1.5. Especificación de requisitos de hardware

Los requisitos de hardware del servidor de aplicaciones para el presente proyecto de software de recomendación médico, son los siguientes:

- Poseer un Disco con capacidad de almacenamiento de 500GB
- Procesador Intel Xeon Silver 4114 - 2.2 GHz - 10 núcleos
- Contar con una Memoria RAM de mínimo 16GB de capacidad de almacenamiento

### 2.1.6. Requerimientos funcionales

Para los requerimientos funcionales, se tomó en cuenta los sprints que se definieron en las reuniones con los stakeholders.

- Desplegar la descripción de cada enfermedad y su respectiva sintomatología.
- Predecir las potenciales enfermedades según los síntomas ingresados y detallar las relaciones con otras enfermedades y síntomas
- Proveer información relevante para la toma de decisiones como procedimientos médicos o de ayuda al diagnóstico

### 2.1.7. Requerimientos no funcionales

- **Rendimiento** El sistema de recomendación médico posee un rendimiento óptimo gracias a su base de datos orientada a grafos que tiene una capacidad de respuesta mucho más rápida que las bases de datos SQL.

- **Disponibilidad** El sistema de de recomendación médico está alojado en una plataforma de hosting, la cual almacena la aplicación en un servidor virtual privado de la compañía Digital Ocean, un gran proveedor de servicios para alojamiento de recursos informáticos con sede en New York, la cuál garantiza su disponibilidad del sistema las 24/7, los 365 días del año.
- **Fiabilidad** El sistema de recomendación médico es capaz de brindar información relevante para la emisión de un diagnóstico certero, la fiabilidad del proyecto no se puede lograr medir directamente, es por ello que podemos medir un tiempo aproximado entre sus fallas, en un intervalo de tiempo, esta métrica se puede medir con la siguiente ecuación.
- **Mantenibilidad** : El sistema de recomendación médico posee la capacidad de poder editarse conforme se susciten nuevas necesidades, esto gracias a su patrón de diseño MVC que fomenta la idea de reutilizar código y de separar concepto, logrando su fácil desarrollo y su posterior mantenimiento.
- **Fácil uso del software**  
El sistema de recomendación médico será de fácil uso, esto porque posee una interfaz de usuario amigable, donde el especialista o profesional de la salud no presentará ningún inconveniente en el aprendizaje del manejo de sistema de recomendación.



### 2.1.8. Casos de uso

A continuación, en el siguiente diagrama 2.1, se detallan los casos de uso, que describen, especifican y detallan el comportamiento del Sistema de Recomendación Médico (SRM), y son los siguientes:

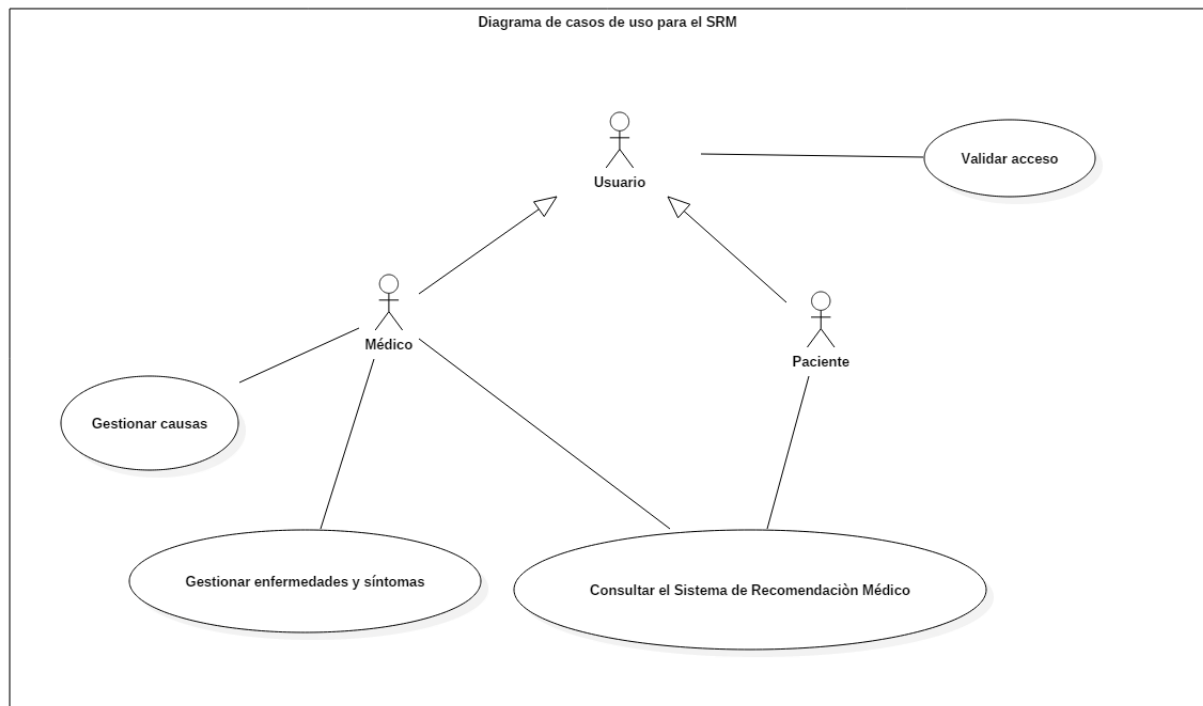


Figura 2.1: Casos de uso del Sistema de Recomendación Médico

*Fuente: Elaboración propia*

<b>CASO DE USO 001</b>	
<b>Nombre</b>	Validar acceso
<b>Actor</b>	Médicos y pacientes.
<b>Descripción</b>	Para el usuario obtener acceso al sistema deben validar sus respectivas credenciales para el inicio de sesión.
<b>Precondición</b>	El usuario que pretenda tener acceso debe estar debidamente registrado en la base de datos.
<b>Flujo normal</b>	<p>1. El usuario ingresa a la URL del SRM</p> <p>1.1 El sistema pedirá llenar con las credenciales el formulario del Login.</p> <p>1.2 El SRM valida las credenciales ingresadas: usuario y contraseña respectivamente.</p> <p>1.4 El SRM otorga acceso al usuario.</p> <p>1.5 El SRM direcciona al usuario hacia el la sección principal, y despliega el menú principal.</p>
<b>Resultado</b>	Se validó la información y se concedió el acceso al Sistema de Recomendación Médico

Tabla 2.3: Tabla del primer caso de uso del SRM

Tabla 2.4: Tabla del segundo caso de uso del SRM

CASO DE USO 002				
<b>Nombre</b>	Gestionar Causas		1.-El usuario lista las causas, mediante la opción lista.	1.1 El SRM muestra la sección de bienvenida. 1.2 El SRM solicita listar todas las causas disponibles. 1.3 Podría solicitarse listar, después de cualquier acción que implique guardar cambios, para mantener actualizada la información desplegada. 1.4 El SRM fue capaz de listar todas las causas disponibles.
<b>Actor</b>	Médicos especialistas.	<b>Flujo Normal</b>	2.-El usuario agrega un nueva causa, mediante la opción nuevo	2.1 Ingresar al menú de causas 2.2 El SRM solicita ingresar una nueva causa mediante la opción nueva. 2.3 El SRM válida la información de entrada . 2.4 Se solicita crear, para guardar cambios. 2.5 El SRM fue capaz de guardar los cambios
<b>Descripción</b>	El médico procederá a listar, insertar , modificar o eliminar alguna causa		3.-El usuario actualiza un registro de alguna causa existente, mediante la opción editar	3.1 Ingresar al menú de causas 3.2 El SRM solicita editar alguna causa 3.3 El SRM solicita llenar con la información de la causa objetivo(código y descripción). 3.4 El SRM fue capaz de guardar los cambios.
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener los permisos necesarios de usuario para realizar las acciones de insertar, modificar, actualizar y eliminar causas.		4.-El usuario elimina un registro de alguna causa ,seleccionando eliminar	4.1 Ingresar al menú de causas 4.2 El SRM solicita eliminar el registro de una causa objetivo. 4.3 Se procede a seleccionar la opción eliminar . 4.4 El SRM fué capaz de borrar el registro.
<b>Resultado</b>	<i>El usuario logró gestionar las causas de las enfermedades satisfactoriamente</i>			

Tabla 2.5: Tabla del tercer caso de uso del SRM

CASO DE USO 003				
<b>Nombre</b>	Gestionar enfermedades		1.-El usuario lista las enfermedades, mediante la opción lista.	1.1 El SRM muestra la sección de bienvenida. 1.2 El SRM solicita listar todas las enfermedades disponibles. 1.3 Podría solicitarse listar, después de cualquier acción que implique guardar cambios, para mantener actualizada la información desplegada. 1.4 El SRM fue capaz de listar todas las enfermedades disponibles.
<b>Actor</b>	Médicos especialistas.	<b>Flujo Normal</b>	2.-El usuario agrega un nueva enfermedad, mediante la opción nuevo	2.1 Ingresar al menú de enfermedades. 2.2 El SRM solicita ingresar una nueva enfermedad mediante la opción nuevo. 2.3 El SRM valida la información de entrada. 2.4 Se solicita crear, para guardar los cambios. 2.5 El SRM fué capaz de guardar los cambios.
<b>Descripción</b>	El médico procederá a listar, insertar , modificaro eliminar una enfermedad		3.-El usuario actualiza un registro existente, de alguna enfermedad, mediante la opción editar	3.1 Ingresar al menú de enfermedades 3.2 El SRM solicita editar alguna enfermedad 3.3 El SRM solicita llenar con la información de la enfermedad objetivo(Nombre, URL, descripción). 3.4 El SRM fue capaz de guardar los cambios.
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener los permisos necesarios de usuario para realizar las acciones de insertar, modificar, actualizar y eliminar.		4.-El usuario elimina un registro de alguna enfermedad seleccionando eliminar	4.1 Ingresar al menú de enfermedades. 4.2 El SRM solicita eliminar el registro de una enfermedad objetivo. 4.3 Se procede a seleccionar la opción eliminar . 4.4 El SRM fué capaz de borrar el registro.
<b>Resultado</b>	<i>El usuario logró gestionar las enfermedades satisfactoriamente</i>			

<b>CASO DE USO 004</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar Sistema de Recomendación Médico
<b>Actor</b>	Médicos especialistas y pacientes
<b>Descripción</b>	El médico y/o paciente podrán ingresar información referente a síntomas y así obtener, los resultados, que posteriormente serán desplegados en la pagina principal.
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener los permisos necesarios para realizar las acciones de insertar, modificar, actualizar y eliminar.
<b>Flujo normal</b>	<p>1.-El usuario realiza una consulta al SRM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 El SRM muestra la sección de bienvenida.</li> <li>1.2 El SRM solicita ingresar los datos referentes a los síntomas presentes, como datos de entrada.</li> <li>1.3 Valida la información ingresada y la procesa</li> <li>1.4 El SRM devuelve una lista con todas las posibles enfermedades</li> </ul>
<b>Resultado</b>	<i>El usuario logró realizar consultas en el SRM satisfactoriamente.</i>

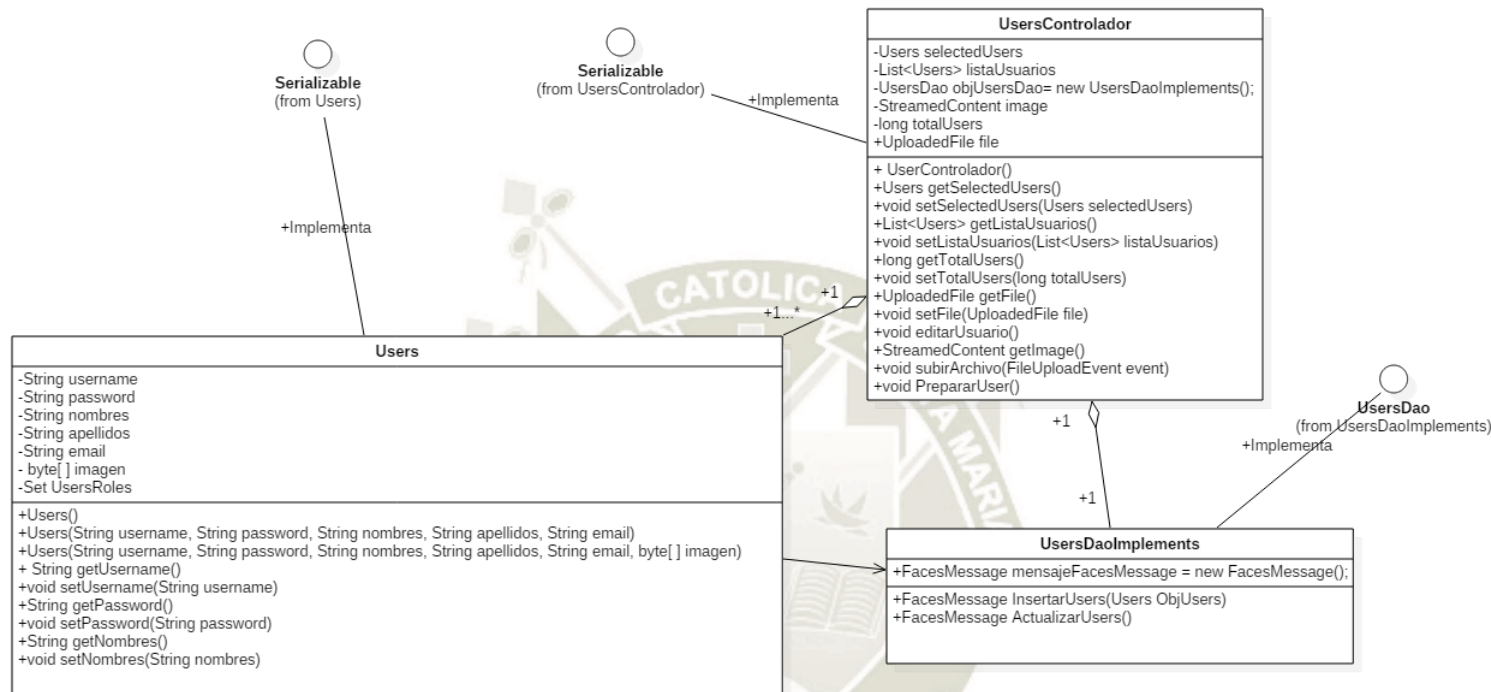
Tabla 2.6: Tabla del cuarto caso de uso del SRM

### 2.1.9. Diagrama de clases

Los diagramas de clases correspondientes a la implementación del Sistema de recomendación médico y sus relaciones son los siguientes:

- **Clase User.-** esta clase tiene una relación directa con la clase UserdaoImplements, y una asociación del tipo agregación con la clase UserControlador.
- **Clase enfermedades.-** esta clase tiene una relación directa con la clase Clase EnfermedadesdaoImplements, y una asociación del tipo agregación con la clase EnfermedadesControlador.
- **Clase Causas.-** esta clase tiene una relación directa con la clase CausasdaoImplements, y una asociación del tipo agregación con la clase CausasControlador.

A continuación en las figuras 2.2, 2.3 y 2.4, se muestran los diagramas de clases para el Sistema de recomendación médico.



73

Figura 2.2: *Primer diagrama de clases*

*Fuente: Elaboración propia*

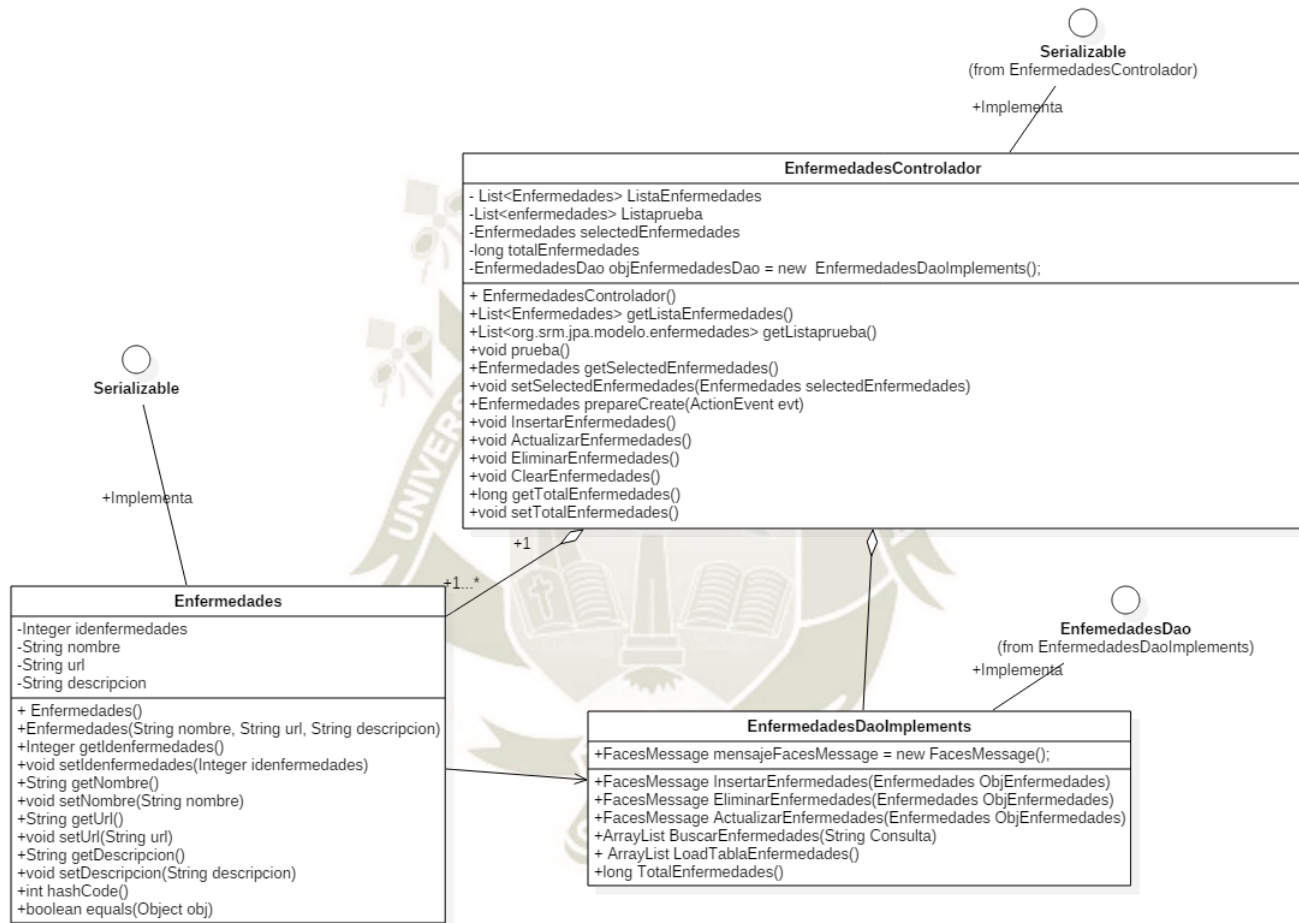
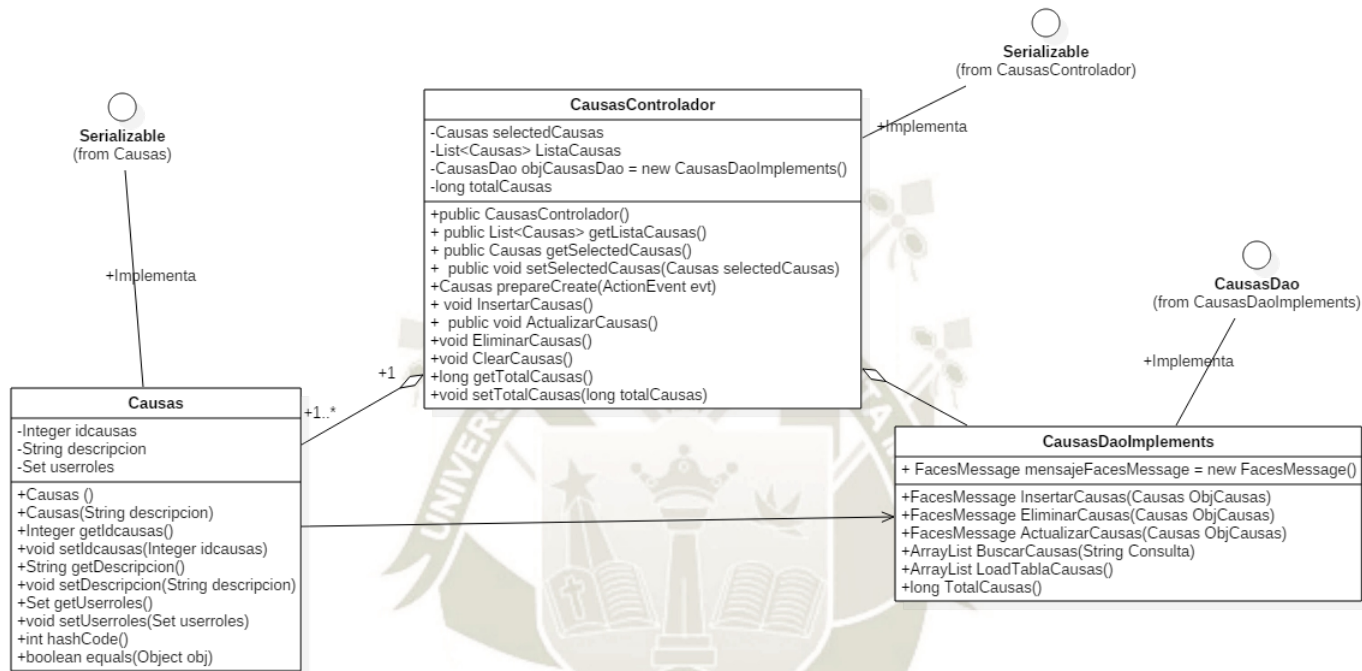


Figura 2.3: Segundo diagrama de clases

Fuente: Elaboración propia



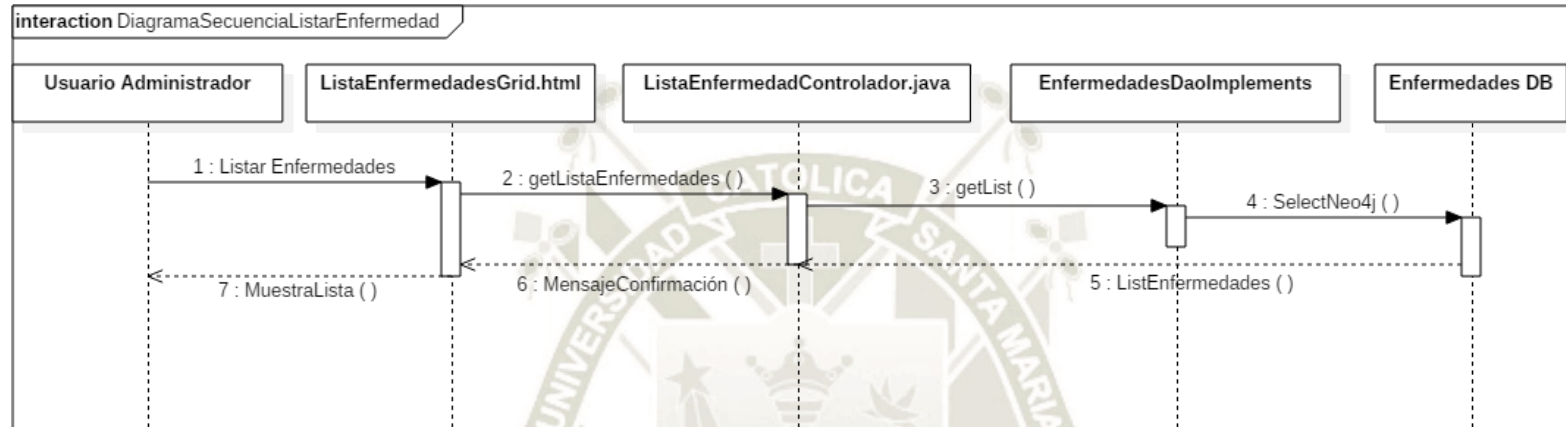


75

Figura 2.4: Tercer diagrama de clases

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.10. Diagramas de secuencias



76

Figura 2.5: Primer diagrama de secuencia listar enfermedad

Fuente: Elaboración propia

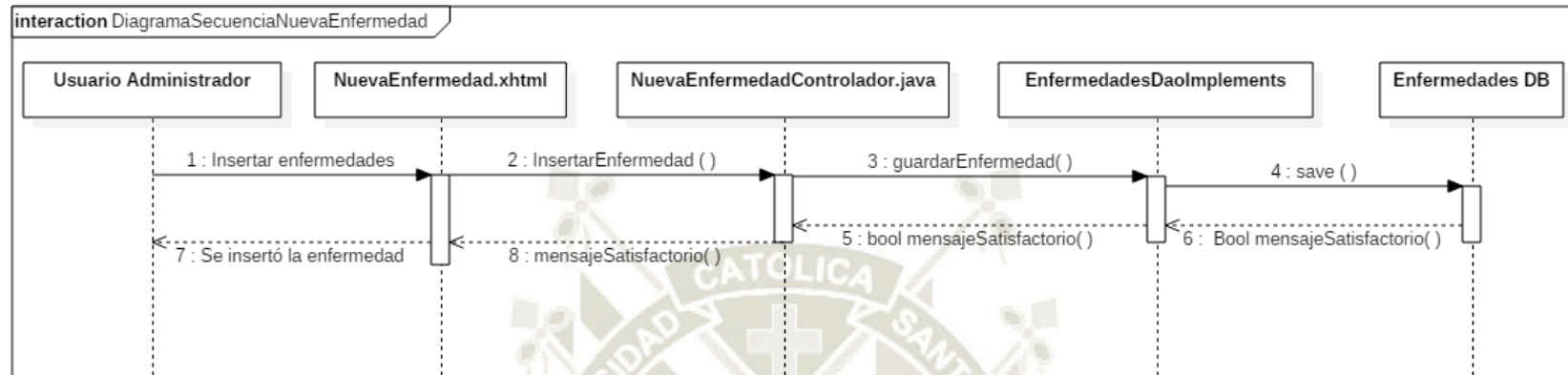


Figura 2.6: Segundo diagrama de secuencia nueva enfermedad  
Fuente: Elaboración propia

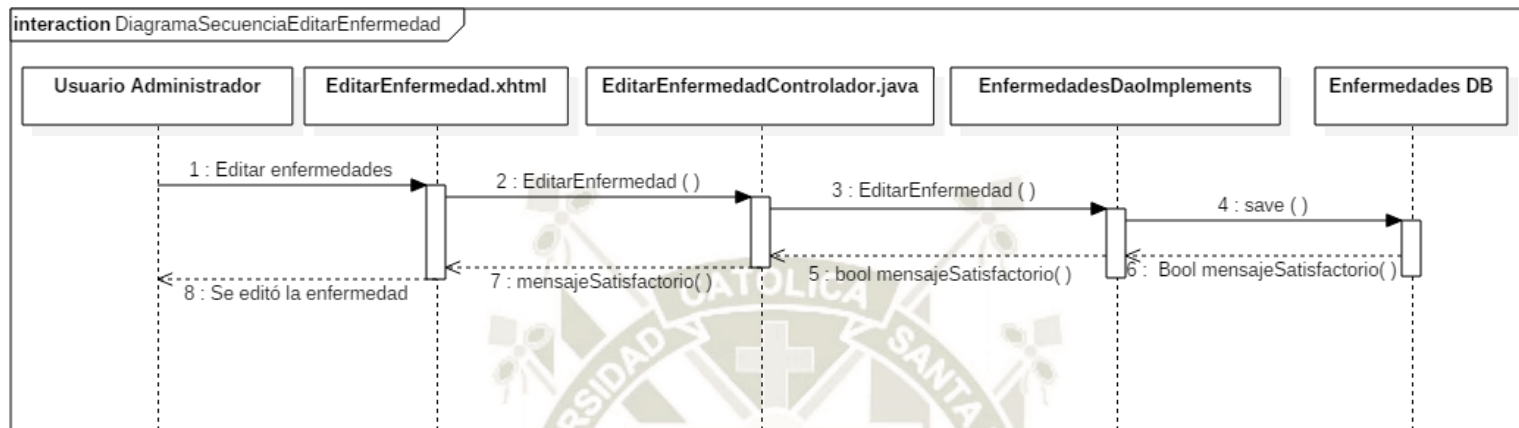


Figura 2.7: Tercer diagrama de secuencia editar enfermedad

Fuente: Elaboración propia

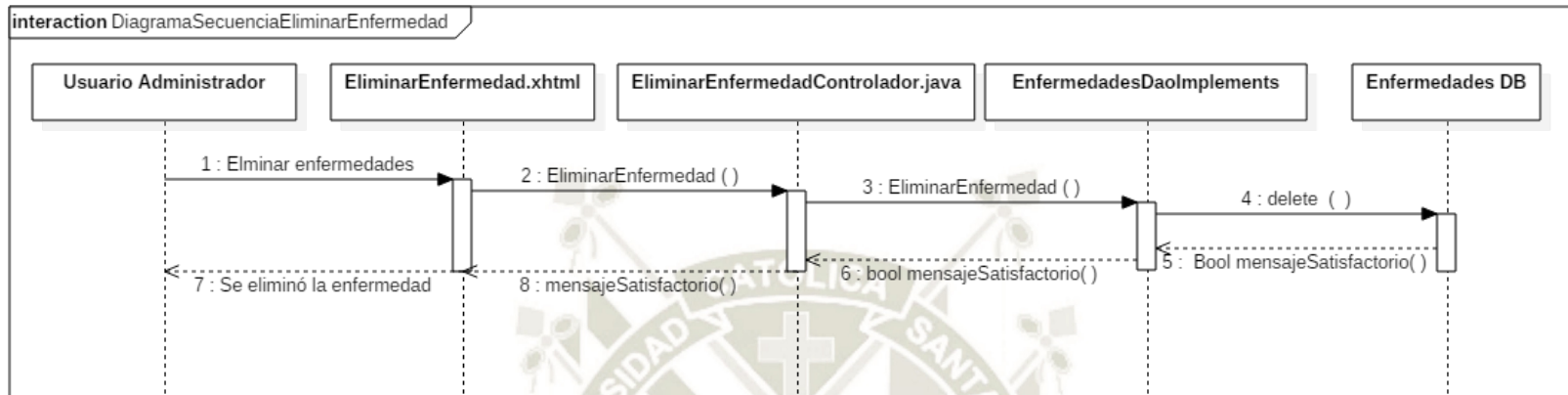


Figura 2.8: Cuarto diagrama de secuencia eliminar enfermedad

Fuente: Elaboración propia

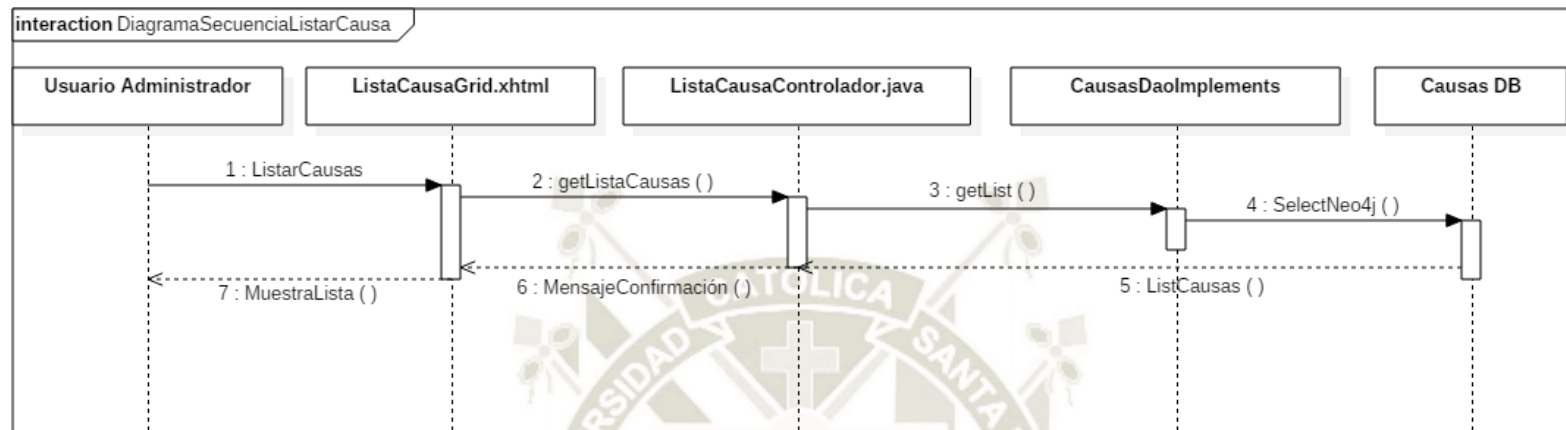


Figura 2.9: Quinto diagrama de secuencia listar causa  
Fuente: Elaboración propia

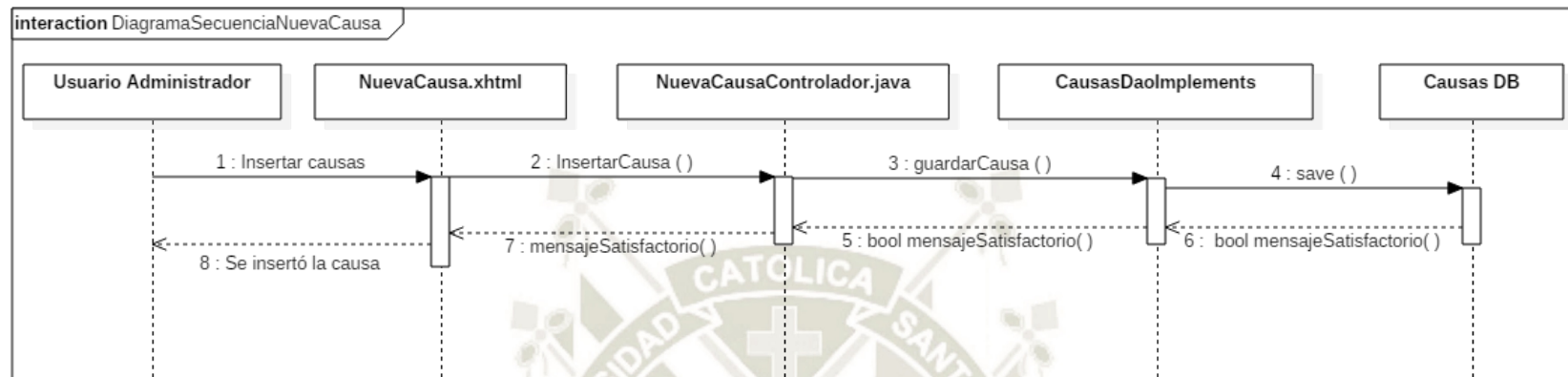


Figura 2.10: Sexto diagrama de secuencia nueva causa  
Fuente: Elaboración propia

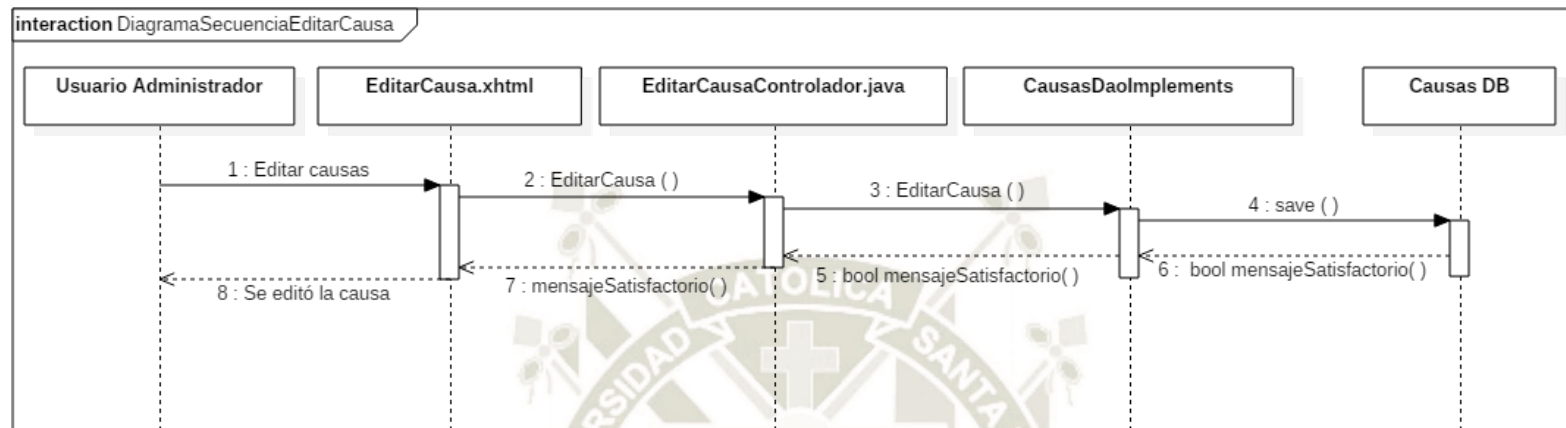


Figura 2.11: Séptimo diagrama de secuencia editar causa  
Fuente: Elaboración propia



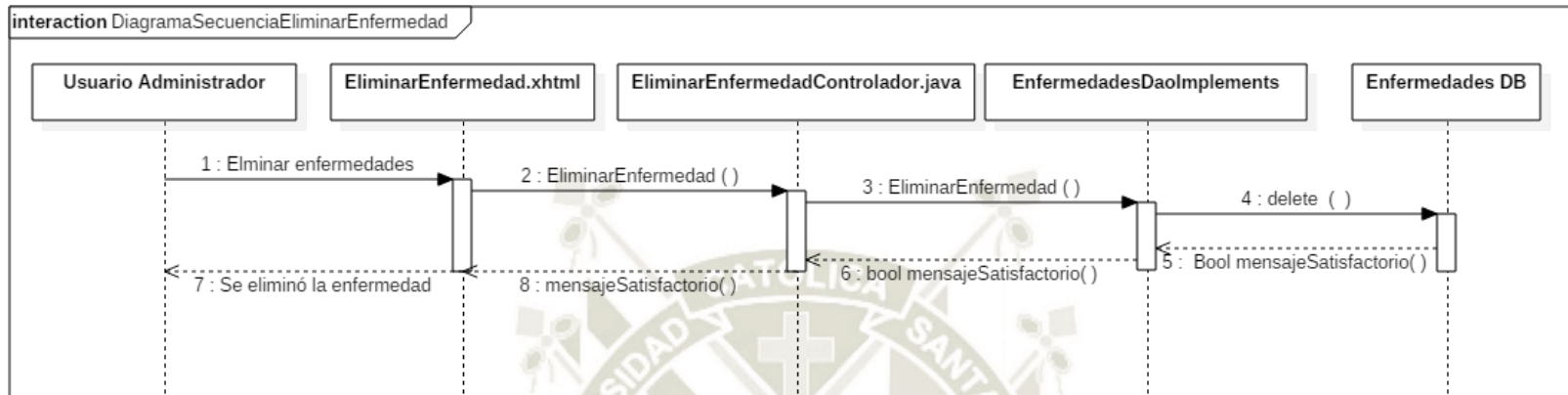


Figura 2.12: Octavo diagrama de secuencia eliminar causa

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Especificación de diseño

- Después de la definición y el análisis de requerimientos, se definen y determinan las necesidades, así como las restricciones sobre las que trabajará el Sistema de Recomendación Médico, con la finalidad de detallar claramente el funcionamiento del sistema, se procedió a diseñar su modelo a partir de las siguientes actividades:
- Implementar la arquitectura de software del Sistema de Recomendación Médico que consta de tres capas (MVC).
- Diseñar e implementar la base de datos orientada a grafos en el gestor de base datos denominado Neo4j.
- Implementar las interfaces de usuario del Sistema de Recomendación Médico.

### 2.2.1. Especificación de la arquitectura del software

- Con la arquitectura basada en el modelo MVC(Modelo Vista Controlador), podemos dividir la aplicación del sistema de recomendación médico en capas, definiendo en un contexto la representación de la información y por otra la interacción del usuario, por lo que se logra una mejor integración de componentes internos y relación entre ellos.

En la figura 2.13 se muestra la arquitectura del Sistema de Recomendación Médico:

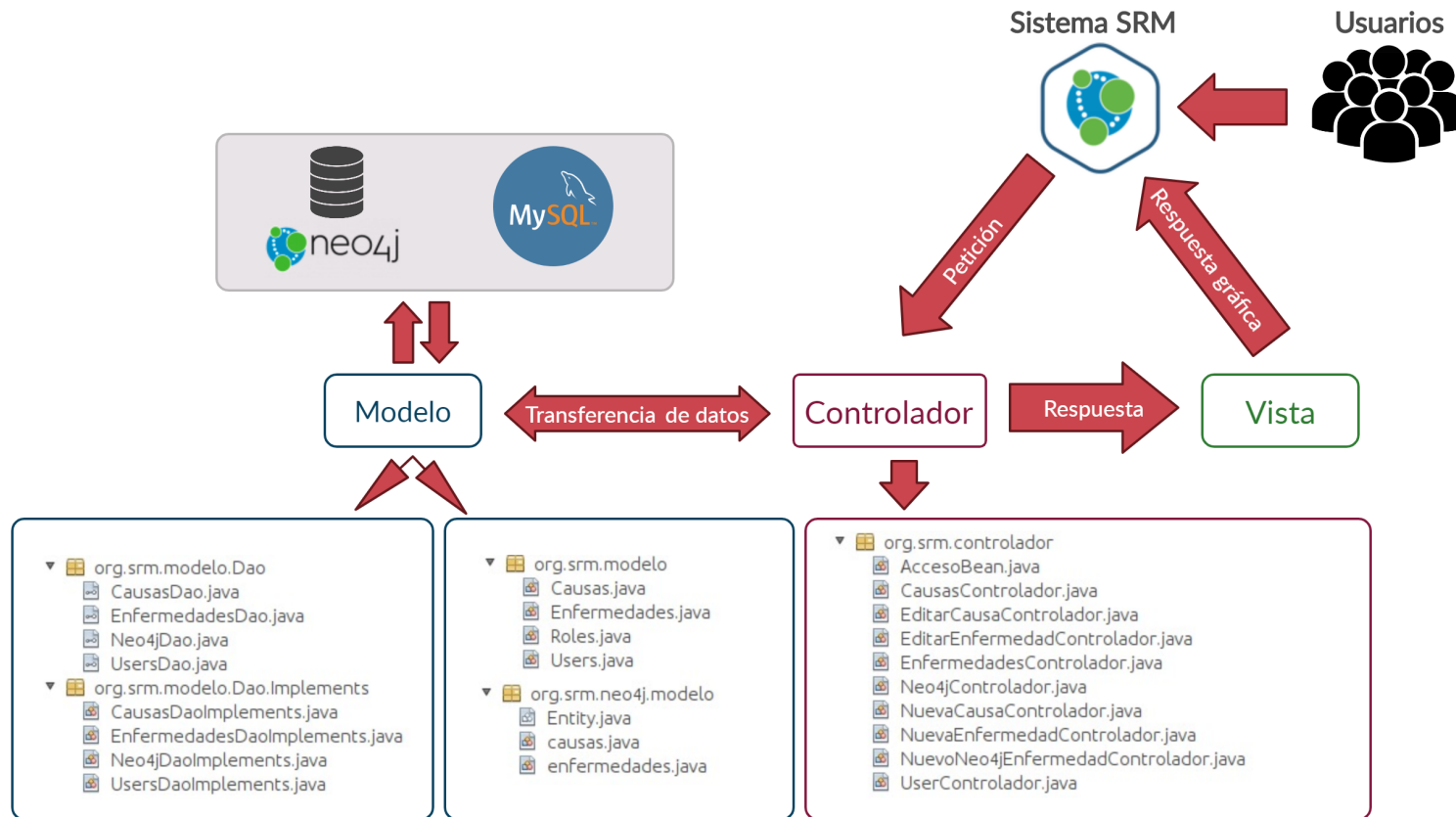


Figura 2.13: Representación del modelo

Fuente: Elaboración propia

- **Modelo.-** Esta capa contiene los objetos de acceso a datos y los objetos de vista de la aplicación con su respectiva representación de datos , que usará el Sistema de Recomendación Médico, actuando como gestor de accesos a dicha información, recepcionando las peticiones por medio del controlador y entregando los objetos modificados a la vista.
- En el Sistema de Recomendación Médico la capa modelo está conformada por dos tipos de modelo :
  1. **Modelo VO :** ( view object) esta clase trabaja directamente con objetos de entidad que son mapeadas desde los gestores de base datos (Neo4J y MySql), en las figura 2.15 se tienen dos paquetes con seis clases java.
  2. **Modelo DAO :** (data access object) se hace uso de interfaces para ser implementadas con sus respectivas funciones que realizan transacciones en la base de datos).A continuación en la figura 2.14, podemos ver la composición de esta capa que consta de cuatro clases Java.

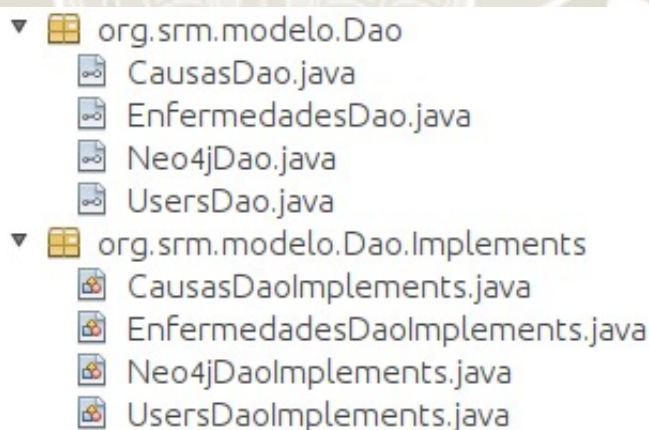


Figura 2.14: *Representación del modelo DAO*

*Fuente: Elaboración propia*

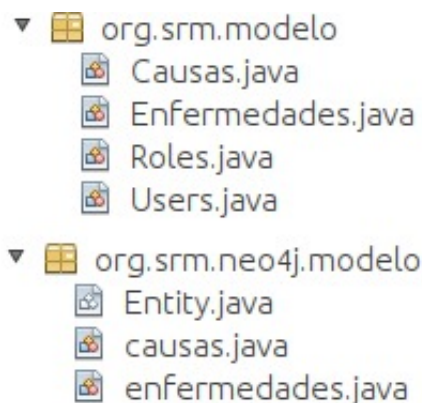


Figura 2.15: *Representación del Modelo VO*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Controlador.-** Este capa cumple la función de puente o intermediario, para la comunicación entre el modelo y la vista en el Sistema de Recomendación Médico, gestionando el flujo de información mediante las peticiones que genera hacia el modelo, es decir será el responsable de la gestión de eventos, para adaptar las necesidades a cada contexto que se suscite. En la figura 2.16 se tiene diez controladores.

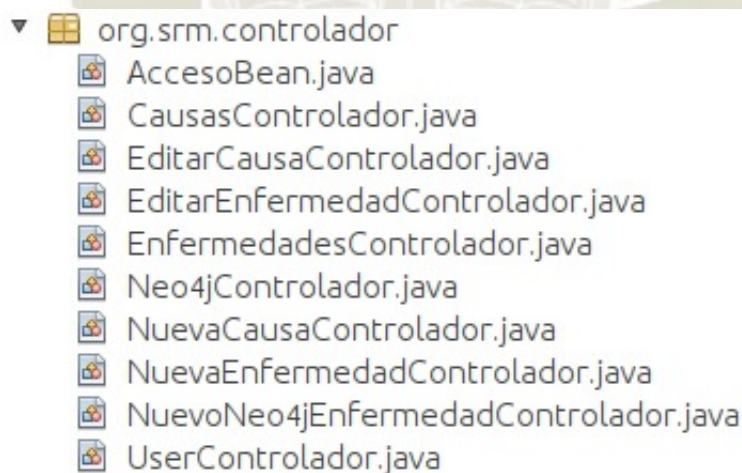


Figura 2.16: *Representación de los controladores*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Vista.-** Este capa se tiene las interfaces gráficas de usuario en archivos con extensión xhtml. La vista del sistema SRM está conformada por doce archivos, como se puede ver en la figura 2.17.

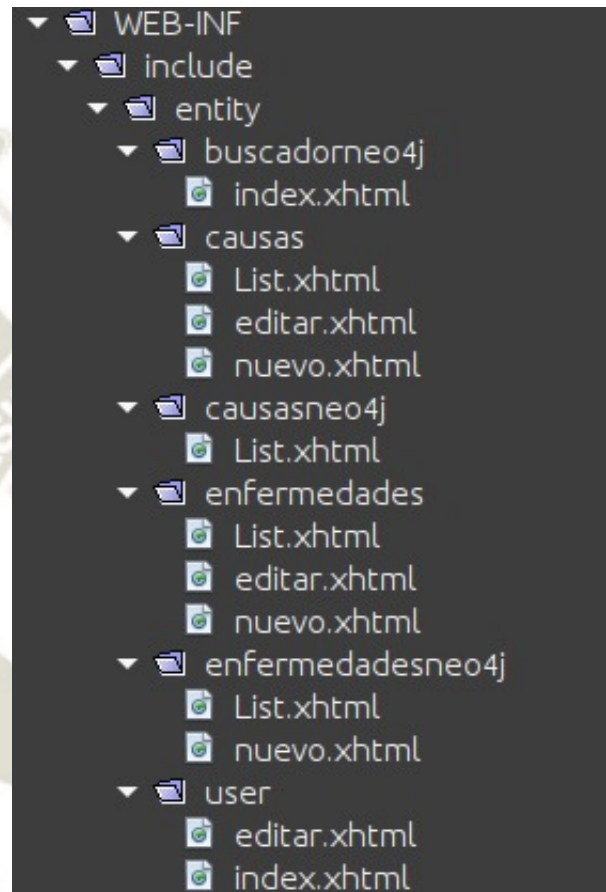


Figura 2.17: Representación de la Vista

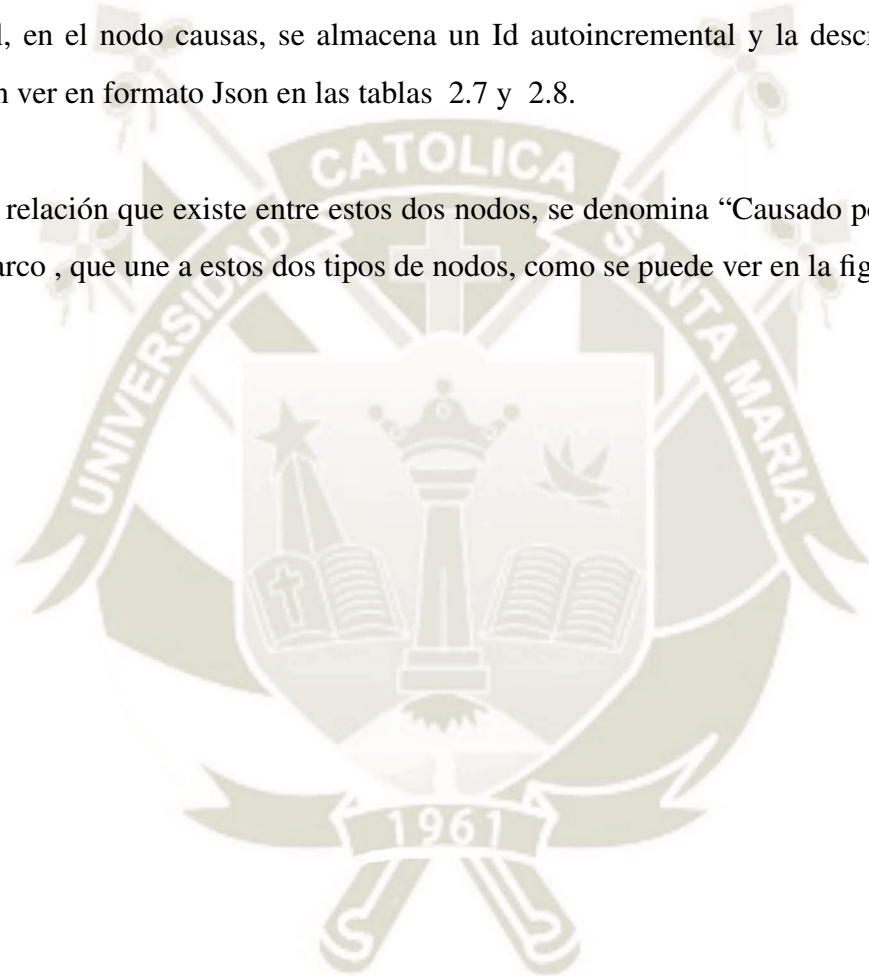
Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2. Descripción de las tablas y diccionario de datos

El gestor de datos que se utilizó en esta tesis está basado en grafos, por ende en la figura 2.18, se puede observar un grafo en vez de un modelo de entidad relación. En este modelo se encuentran dos tipos de nodos, el nodo enfermedades y el nodo causas.

En el nodo enfermedades se almacena el nombre de la enfermedad y un ID autoincremental, en el nodo causas, se almacena un Id autoincremental y la descripción, como se pueden ver en formato Json en las tablas 2.7 y 2.8.

La relación que existe entre estos dos nodos, se denomina “Causado por”, esta relación es un arco, que une a estos dos tipos de nodos, como se puede ver en la figura 2.18.



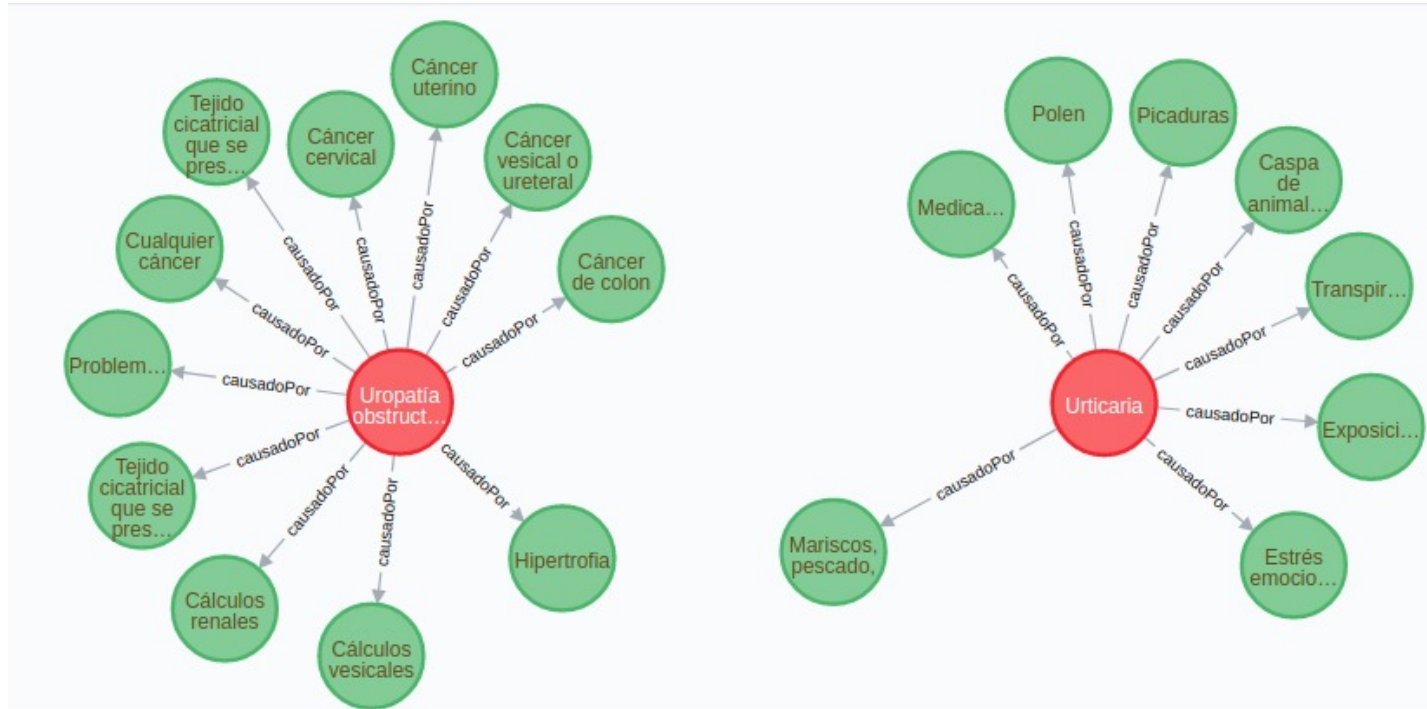


Figura 2.18: Representación de la base de datos en Neo4j

Fuente: Elaboración propia



n

- {nombre Urocultivo}
- {nombre Urocultivo - muestra por sondaje}
- {nombre Uroflujometría}
- {nombre Uropatía obstructiva}
- {nombre Urostomía - cuidado de la piel y del estoma}
- {nombre Urticaria}
- {nombre Urticaria pigmentosa}
- {nombre Uso de guantes en el hospital}
- {nombre Uso de inmovilizaciones}
- {nombre Uso de muletas}
- {nombre Uso de sustancias - anfetaminas}
- {nombre Uso de sustancias - cocaína}
- {nombre Uso de sustancias - fenciclidina}
- {nombre Uso de sustancias - inhalantes}
- {nombre Uso de sustancias - LSD}
- {nombre Uso de sustancias - marihuana}
- {nombre Uso de un bastón}
- {nombre Uso de un caminador}
- {nombre Uso del espirómetro de incentivo}
- {nombre Uso del hombro después de cirugía}
- {nombre Uso del hombro después de la artroplastia}
- {nombre Uso del oxígeno en el hogar}
- {nombre Uso del oxígeno en el hogar - qué preguntarle al médico}
- {nombre Uso seguro de los antibióticos}
- {nombre Utensilios de cocina y nutrición}

Tabla 2.7: Representación de los nodos de enfermedades en formato Json

n

"{descripcion Sensibilidad a químicos utilizados en espermicidas}"  
 {descripcion Ser mujer}  
 {descripcion Ser hombre entre 20 y 35 años}  
 {descripcion Tener parejas sexuales múltiples}  
 {descripcion Comportamiento sexual de alto riesgo }  
 {descripcion Antecedentes de enfermedades de transmisión sexual}  
 {descripcion Cálculos vesicales}  
 {descripcion Cálculos renales}  
 {descripcion Hipertrofia prostática benigna (agrandamiento de la próstata)}  
 {descripcion Cáncer vesical o ureteral}  
 {descripcion Cáncer de colon}  
 {descripcion Cáncer cervical}  
 {descripcion Cáncer uterino}  
 {descripcion Cualquier cáncer que se disemine}  
 {descripcion Tejido cicatricial que se presenta dentro o fuera de los uréteres}  
 {descripcion Tejido cicatricial que se presenta dentro de la uretra}  
 {descripcion Problemas con los nervios que inervan la vejiga}  
 {descripcion Caspa de animales (en especial de los gatos)}  
 {descripcion Picaduras de insectos}  
 {descripcion Medicamentos}  
 {descripcion Polen}  
 "{descripcion Mariscos, pescado, nueces, huevos, leche y otros alimentos}"  
 {descripcion Estrés emocional}  
 {descripcion Exposición extrema al frío o al sol}  
 {descripcion Transpiración excesiva}

Tabla 2.8: Representación de los nodos de las causas en formato Json

## 2.3. Documentación técnica de programación

### 2.3.1. Creación de crawler

Se utilizó como recurso MedlinePlus, para insertar en nuestra base de datos de grafos en Neo4j las enfermedades y las causas. Por tal motivo se creó un crawler con la herramienta JSoup en Java, de esta manera, se pudo procesar más de 6221 artículos. La porción de código que se creó es la siguiente :

```
public void insertarPaginasEnciclopedia() throws IOException
{
    int contadoralfa = 4;
    while (contadoralfa <= 26) {
        Document doc =
            Jsoup.connect("https://medlineplus.gov/+
spanish/ency/encyclopedia_" +
EscogerLetra(contadoralfa) + ".htm").get();
        Elements titulo = doc.select("#d-article a");
        int contador = 0;
        for (Element headline : titulo) {
            contador = contador + 1;
            if (contador >= 27) {
                Enfermedades objEnfermedades = new Enfermedades();
                objEnfermedades
                    .setNombre(headline.getAllElements().text());
                objEnfermedades
                    .setUrl(headline.getAllElements().attr("href"));
                InsertarEnfermedad(objEnfermedades);
            }
        }
        contadoralfa = contadoralfa + 1;}}}
```

En la porción de código del Crawler, se crea un objeto del tipo Document de Jsoup, que mediante la función connect(), nos enlazamos con la URL de MedlinePlus y mediante la función get() obtenemos la página completa. Después de que el objeto del tipo Document esté sobrecargado mediante la función select(), le enviamos como parámetro el Id o la Class de la etiqueta HTML de la que queremos obtener sus datos. De esta manera obtenemos los datos de las etiquetas de la enciclopedia MedlinePlus.



### 2.3.2. Conexión a la base de datos en Neo4j

Para la conexión a la base de datos en grafos con Neo4j, se tuvo que importar la biblioteca del controlador para la versión 3.5.12. Se crea un objeto del tipo configuración en el que se establece la URI con el nombre de la base, el usuario y la contraseña. Adicionalmente, se crea un objeto del tipo SessionFactory en el que se sobrecarga con el objeto de conexión y el nombre del paquete donde se encuentra el modelo de los nodos (Enfermedades y causas), la clase de conexión es la que se muestra a continuación :

```
public class Neo4jConexion {  
  
    static Configuration configuration = new  
        Configuration.Builder()  
            .uri("bolt://neo4j:root@localhost")  
            .build();  
  
    static SessionFactory sessionFactory = new  
        SessionFactory(configuration, "org.srm.neo4j.modelo");  
  
    static Neo4jConexion factory = new Neo4jConexion();  
  
    public static Neo4jConexion getInstance() {  
        return factory;  
    }  
  
    public Session getNeo4jSession() {  
        return sessionFactory.openSession();  
    }  
}
```

### 2.3.3. CRUD en la base de datos en Neo4j

Para realizar las transacciones de crear, leer, actualizar y eliminar (CRUD). Para obtener el total de nodos del gestor en grafos, se hace uso del Lenguaje Cypher. En la función TotalNodos() se instancia un objeto del tipo sesión, que fue definido en la clase Configuración, este objeto ejecuta a la función Query, en la que se establece la consulta. La consulta para obtener el numero total de nodos, es (MATCH (n) RETURN COUNT(n)), como se puede apreciar en la siguiente función:

```
public long TotalNodos () {  
    long totalNodos = 0;  
  
    String query  
        = "MATCH (n) "  
        + "RETURN COUNT (n) ";  
  
    Iterable<Map<String, Object>> objIterable =  
        session.query(query, Collections.EMPTY_MAP);  
    Iterator<Map<String, Object>> objIterator =  
        objIterable.iterator();  
    Map<String, Object> objMap = objIterator.next();  
  
    totalNodos = (long) objMap.get("COUNT (n)");  
    return totalNodos;  
  
}
```

Para obtener el total de nodos con sus relaciones en grafos. En la función `TotalRelaciones()` se instancia un objeto del tipo `Session`, este objeto ejecuta a la función `Query`, en la que se establece la consulta. La consulta para obtener el número total de nodos con sus relaciones es `(MATCH p=()-[r:causadoPor]->) RETURN count(p)`, como se puede apreciar en la siguiente función:

```
public long TotalRelaciones() {
    long totalRelaciones = 0;
    String query
        = "MATCH p=()-[r:causadoPor]->() RETURN
            count(p)";

    Iterable<Map<String, Object>> objIterable =
        session.query(query, Collections.EMPTY_MAP);
    Iterator<Map<String, Object>> objIterator =
        objIterable.iterator();
    Map<String, Object> objMap = objIterator.next();
    totalRelaciones = (long) objMap.get("count(p)");

    return totalRelaciones;
}
```

Para obtener todos los nodos del tipo Enfermedad, en la función encontrarEnfermedades() se instancia un objeto del tipo Session, este objeto ejecuta a la función loadAll(), en la que se envía como parámetros la entidad Enfermedades y el parámetro DEPTH\_LIST del tipo Integer, que nos indica que realizará una búsqueda profunda, como se puede apreciar en la siguiente función:

```
public Iterable<enfermedades> encontrarEnfermedades () {  
    Transaction tx = session.beginTransaction();  
    Iterable<enfermedades> listaIterable = null;  
    try {  
        listaIterable =  
            session.loadAll(enfermedades.class,  
                DEPTH_LIST);  
        tx.commit();  
    } catch (Exception e) {  
        tx.rollback();  
    } finally {  
        tx.close();  
    }  
    return listaIterable;  
}
```



Para crear o actualizar un nodo Enfermedad, en la función crearActualizarEnfermedad() se instancia un objeto del tipo Session, este objeto ejecuta a la función save(), en la que se envía como parámetros, el objeto del tipo entidad y el parámetro DEPTH\_ENTITY del tipo Integer, que indican que realizará una inserción, como se puede apreciar en la siguiente función:

```
public enfermedades crearActualizarEnfermedad(enfermedades
objenfermedades) {
    Transaction tx = session.beginTransaction();
    try {
        session.save(objenfermedades, DEPTH_ENTITY);
        tx.commit();
    } catch (Exception e) {
        tx.rollback();
    } finally {
        tx.close();
    }
    return session.load(enfermedades.class,
        objenfermedades.getId());
}
```

Para eliminar un nodo del tipo Enfermedad, en la función eliminarNodoEnfermedad() se instancia un objeto del tipo Session, este objeto ejecuta a la función delete(), en la que se envía como parámetros el tipo de entidad y el identificador del objeto del tipo Enfermedad, como se puede apreciar en la siguiente función:

```
public void eliminarNodoEnfermedad(enfermedades
    objenfermedades) {
    Transaction tx = session.beginTransaction();
    try {
        session.delete(session.load(enfermedades.class,
            objenfermedades.getId()));
        tx.commit();
    } catch (Exception e) {
        tx.rollback();
    } finally {
        tx.close();
    }
}
```

Para obtener todos los nodos relacionados, por un tipo de relación se instancia un objeto sesión, que ejecuta la función query(). La consulta con el lenguaje Cypher es (MATCH (s:enfermedades)-[r:causadoPor]->(e:causas) return s,r,e LIMIT 250), como se puede ver en la función relaciones() :

```
public Iterable<Map<String, Object>> relaciones() {  
    String query = " MATCH  
        (s:enfermedades)-[r:causadoPor]->(e:causas)  
        return s,r,e LIMIT 250";  
    return session.query(query, Collections.EMPTY_MAP);  
}
```

## 2.4. Pruebas de ejecución

### 2.4.1. Pruebas funcionales

Para las pruebas funcionales de Sistema de Recomendación Médico se hizo uso de la prueba de caja negra que se enfoca y apoya en la especificación de requisitos funcionales y documentación del sistema tales como los datos de entrada y salida, rendimiento de interfaces, accesos a bases de datos. es decir se enfoca en el objetivo de conseguir evaluar la funcionalidad del SRM, ignorando la estructura interna, y asegurando que el sistema se ejecute de la mejor manera.

A continuación, en las siguientes tablas : 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, se presentan los siguientes casos de prueba para caja negra respectivamente :

<b>CP0001: Primer caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, inserta enfermedades con sus respectivos campos: Descripción, Nombre y URL
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Enfermedades del menú principal
4.-Llenar la información respectiva de la nueva enfermedad (Nombre, URL, Descripción) y proceder a guardar.
<b>Resultado Esperado :</b>
El registro de la nueva enfermedad se agregó satisfactoriamente, realizándose la transacción y almacenamiento en base de datos de forma exitosa.
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.9: Tabla del primer caso de prueba funcional

<b>CP0002: Segundo caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica el registro objetivo para modificar la información, para posteriormente actualizar la enfermedad con los nuevos datos ingresados.
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Enfermedades el menú principal, ubicar la enfermedad objetivo.
4.-Seleccionar la opción editar, para poder llenar la nueva información de la enfermedad objetivo (Nombre, URL, Descripción) y proceder a guardar.
<b>Resultado Esperado :</b>
El registro de la enfermedad se modificó satisfactoriamente, realizándose la transacción y almacenamiento en base de datos de forma exitosa.
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.10: Tabla del segundo caso de prueba funcional

<b>CP0003: Tercer caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica el registro objetivo para posteriormente eliminarlo.
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Enfermedades, ubicar el registro objetivo de la enfermedad
4.- Posteriormente pulsar el botón eliminar para borrar dicho registro de la base de datos.
<b>Resultado Esperado :</b>
La eliminación de la enfermedad se concretó satisfactoriamente, actualizando en base de datos de forma exitosa.
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.11: Tabla del tercer caso de prueba funcional

<b>CP0004: Cuarto caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica en la sección de enfermedades lista todos los registros de enfermedades disponibles
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción enfermedades
4.- Posteriormente pulsar el botón Lista para poder desplegar la lista de enfermedades disponibles, con su respectivo código y descripción
<b>Resultado Esperado :</b>
El listado de enfermedades se generó satisfactoriamente, desplegándose en la vista
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.12: Tabla del cuarto caso de prueba funcional



<b>CP0005: Quinto caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, inserta causas con sus respectiva Descripción
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Causas del menú principal
4.-Llenar la información de la descripción de la causa (Descripción) y proceder a guardar.
<b>Resultado Esperado :</b>
El registro de la nueva causa se realizó satisfactoriamente, realizándose la transacción y almacenamiento en base de datos de forma exitosa.
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.13: Tabla del quinto caso de prueba funcional

<b>CP0006: Sexto caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica el registro objetivo para modificar la información, para posteriormente actualizar la causa con los nuevos datos ingresados.
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Causas del menú principal, ubicar la causa objetivo.
4.-Seleccionar la opción editar, para poder llenar la nueva información de la causa objetivo (Descripción) y proceder a guardar.
<b>Resultado Esperado :</b>
El registro de la causa se modificó satisfactoriamente, realizándose la transacción y almacenamiento en base de datos de forma exitosa.
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.14: Tabla del sexto caso de prueba funcional

<b>CP0007: Séptimo caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica el registro de causa objetivo para posteriormente eliminarlo.
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Causas , ubicar el registro objetivo de la enfermedad
4.- Posteriormente pulsar el botón eliminar para borrar dicho registro de la base de datos.
<b>Resultado Esperado :</b>
La eliminación de la causa se concretó satisfactoriamente, actualizando en base de datos de forma exitosa.
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.15: Tabla del septimo caso de prueba funcional

<b>CP0008: Octavo caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica en la sección de enfermedades lista todos los registros de causas disponibles
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Causas
4.- Posteriormente pulsar el botón Causas para poder desplegar la lista de causas disponibles, con su respectiva descripción
<b>Resultado Esperado :</b>
El listado de causas se generó satisfactoriamente, desplegándose en la vista
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.16: Tabla del octavo caso de prueba funcional

<b>CP0009: Noveno caso de prueba</b>
<b>Descripción</b>
El administrador del sistema de Recomendación Médico, previamente logeado, ubica en la sección de enfermedades-causas y se genera el listado con sus relaciones
<b>Prerequisitos</b>
El usuario que realiza la actividad debe estar registrado en la base de datos, con los respectivos permisos para realizar dicha tarea.
Debe acceder al sistema usando un navegador actualizado para interactuar correctamente en el sistema
<b>Procedimiento:</b>
1.-Ingresar al SRM, por medio del navegador Web
2.-Logearse correctamente con su respectivo usuario y contraseña
3.-En el Dashboard seleccionar la opción Enfermedades-causas
4.- Posteriormente seleccionar listar para poder desplegar la lista de enfermedades y causas disponibles, con su respectivas relaciones
<b>Resultado Esperado :</b>
El listado de Enfermedades y causas con sus relaciones se generaron satisfactoriamente, desplegándose en la vista correctamente
<b>Resultado Obtenido</b>
El presente caso de prueba se ejecutó correctamente, y los resultados fueron los esperados.

Tabla 2.17: Tabla del noveno caso de prueba funcional

En conclusión se puede afirmar que de los nueve casos de prueba aplicando la técnica de caja negra, se obtuvo un cien por ciento de eficacia en el funcionamiento del software, el cual está respaldado por el correcto desarrollo de sus componentes y sus respectivas funcionalidades.

## 2.4.2. Pruebas de accesibilidad

Para las pruebas de accesibilidad del Sistema de Recomendación Médico, se usó la herramienta TAW, que es una herramienta de software online automática, que analiza el software objetivo con la finalidad de asegurar que este cumpla con el estándar para la accesibilidad del contenido web, que satisfaga las necesidades de personas, organizaciones y gobiernos a nivel internacional según la WCAG <sup>2</sup>.

Las pautas de accesibilidad que la WCAG <sup>3</sup> establece que, se debe asegurar un contenido para usuarios con distintas discapacidades, dentro de esta, sin experiencia o con alguna otra particularidad existente que pueda limitar sus capacidades al interactuar con el Sistema de Recomendación Médico (SRM). De igual manera se establecen objetivos básicos a los que los autores deben proyectarse, como resultado de la aplicación de técnicas y criterios apropiados.

Las comprobaciones que realiza la herramienta denominada TAW en el análisis se dividen en dos categorías según <https://www.tawdis.net/>:

- **Automáticos:** problemas de accesibilidad que la herramienta detecta por si sola y que deben ser solucionados.
- **Manuales:** la herramienta señala la existencia de un posible problema que el evaluador/a debe confirmar o descartar.

Según los lineamientos de accesibilidad de la WCAG se evaluó lo siguiente:

---

<sup>2</sup><https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

<sup>3</sup><https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

1. **Aspecto perceptible:** según a este lineamiento se debe asegurar que todo el contenido de las páginas web deben ser totalmente perceptibles, esto significa que ,de acontecer alguna particularidad mencionada anteriormente con algún usuario debido a alguna discapacidad que pudiera presentar, se deben proponer y aplicar alternativas textuales adicionales tales como: El uso de un lenguaje mucho más simple, sencillo de interpretar, el uso fuentes de mayor tamaño y símbolos que faciliten más aún la comprensibilidad, asegurando una interacción exitosa con el sitio web por parte del usuario.
2. Dentro del proceso del análisis perceptible se tuvieron los siguientes resultados: 78 % de pautas correctas y solo 22 % son incorrectas, Por lo que los puntos que no se cumplen son los siguientes:
  - **contenido no textual:** en este aspecto perceptible no cumple el sistema SRM. Esto se debe a que no existe la descripción de los datos representados en gráficos, diagramas e ilustraciones.
  - **información y relaciones:** la información y las relaciones que existen en en el sistema SRM no son perceptibles, esto se debe a que las palabras resaltadas o los enlaces con otras porciones de la página no tienen un nombre alternativo.

En la figura 2.19 a continuación se muestra el resumen del análisis perceptible.

Pauta	Nivel	Resultado	Problemas	Advertencias	No verificados
11-Textos alternativos			9	71	0
<u>11.1</u> - Contenido no textual <i>i</i>	A	✘	9	71	
12-Medios basados en el tiempo			0	0	0
<u>12.1</u> - Sólo audio y solo video (grabaciones) <i>i</i>	A	na			
<u>12.2</u> - Subtítulos (pregrabados) <i>i</i>	A	na			
<u>12.3</u> - Audiodescripción o Medio Alternativo (Pregrabado) <i>i</i>	A	na			
<u>12.4</u> - Subtítulos (en directo) <i>i</i>	AA	na			
<u>12.5</u> - Descripción auditiva (Pregrabada) <i>i</i>	AA	na			
13-Adaptable			48	12	1
<u>13.1</u> - Información y relaciones <i>i</i>	A	✘	48	12	
<u>13.2</u> - Secuencia con significado <i>i</i>	A	✔			
<u>13.3</u> - Características sensoriales <i>i</i>	A	?			1
14-Distinguible			0	8	3
<u>14.1</u> - Uso del color <i>i</i>	A	?			1
<u>14.2</u> - Control del audio <i>i</i>	A	na			
<u>14.3</u> - Contraste (Mínimo) <i>i</i>	A	?			1
<u>14.4</u> - Redimensionamiento del texto <i>i</i>	AA	!		8	
<u>14.5</u> - Imágenes de texto <i>i</i>	AA	?			1

Figura 2.19: Análisis perceptible del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW

Fuente: Elaboración propia



3. **Aspecto operable:** para que un sitio web cumpla con este lineamiento, tanto los componentes de la interfaz de usuario como de la navegación deben ser operables, es decir que su contenido debe ser de fácil acceso y uso, parametrizado de tal manera que no genere retrasos o incomodidades al momento de interactuar con el, estos parámetros pueden ser: el tiempo de demora para ubicar los elementos, velocidades de pulsaciones de periféricos, navegabilidad de cabeceros, títulos y etiquetas.
4. Dentro del proceso del análisis operable se tuvieron los siguientes resultados: 91.7% de pautas correctas y solo 8.3% son incorrectas, Por lo que los puntos que no se cumplen son los siguientes:
  - **Propósito en los alcances:** en la navegación del Sistema de Información médico se obvió el uso de palabras adecuadas para establecer los enlaces para diferentes secciones de la página, por lo que algunos usuarios pueden desorientarse con facilidad, esto se puede resolver de forma programática a la brevedad para evitar ambigüedades para ciertos usuarios.

En la figura 2.20 se muestra a continuación el resumen del análisis operable.













Pauta	Nivel	Resultado	Problemas	Advertencias	No verificados
2.1-Accesible mediante el teclado			0	0	1
<a href="#">2.1.1</a> - Teclado 	A	?			1
<a href="#">2.1.2</a> - Sin bloqueos de teclado 	A	?			1
2.2-Tiempo suficiente			0	0	1
<a href="#">2.2.1</a> - Tiempo ajustable 	A	?			1
<a href="#">2.2.2</a> - Pausar, detener, ocultar 	A	?			1
2.3-Provocar ataques			0	0	1
<a href="#">2.3.1</a> - Umbral de tres destellos o menos 	A	?			1
2.4-Navegable			6	224	5
<a href="#">2.4.1</a> - Evitar bloques 	A	!		66	2
<a href="#">2.4.2</a> - Páginas tituladas 	A	!		1	
<a href="#">2.4.3</a> - Orden del foco 	A	?			1
<a href="#">2.4.4</a> - Propósito de los enlaces (en contexto) 	A	✖	6	13	
<a href="#">2.4.5</a> - Múltiples vías 	AA	?			1
<a href="#">2.4.6</a> - Encabezados y etiquetas 	AA	!		144	
<a href="#">2.4.7</a> - Foco visible 	AA	?			1

Figura 2.20: Análisis operable del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW

Fuente: Elaboración propia

5. **Aspecto robusto:** para que un sitio web cumpla con este lineamiento, su respectiva interfaz de usuario y sus componentes deben ser compatibles con una amplia variedad de herramientas actuales y contemporáneas. Estas herramientas pueden ser navegadores web, Lenguajes de programación para el desarrollo web, estándares y buenas prácticas que debería garantizar la página web.
6. Dentro del proceso del análisis de robustez se tuvieron los siguientes resultados: 50% de pautas correctas y 50% que no se pueden precisar, Por lo que los puntos que no se pueden verificar son los siguientes:
- **Nombre, Función, valor:** para la interfaz y navegación de componentes del Sistema de recomendación médico, se debería considerar el nombre y el rol de los componentes html, puesto que es muy importante sobre posibles cambios realizados en documentaciones técnicas y constituyen una buena práctica .

En la figura 2.21 se muestra a continuación el resumen del análisis de robustez



Pauta	Nivel	Resultado	Problemas	Advertencias	No verificados
4.1-Compatible			0	0	1
<a href="#">4.1.1</a> - Procesamiento 	A	✓			
<a href="#">4.1.2</a> - Nombre, función, valor 	A	?			1

Figura 2.21: *Análisis de robustez del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW*

*Fuente: Elaboración propia*



7. **Aspecto Comprensible:** para cumplir con este lineamiento, la página web tiene que cumplir con que su contenido web sea totalmente legible para cualquier usuario, esto quiere decir que la página web facilitará un lenguaje simple de interpretar, usando palabras usuales orientadas a personas con un nivel de instrucción básica, a su vez la maquetación del diseño deber ser muy bien organizada, simple y predecible, evitando que los usuarios puedan desorientarse al intentar realizar una acción dentro la página, y por último debe tener una interfaz amigable, con componentes de ayuda al usuario en el momento de ingresar información como el llenado de formularios.
8. Dentro del proceso del análisis comprensible se tuvieron los siguientes resultados: 50% de pautas correctas y 50% que no se pueden precisar, Por lo que los puntos que no se pueden verificar son los siguientes:
- **Nombre, Función, valor:** para la interfaz y navegación de componentes del Sistema de recomendación médico, se debería considerar el nombre y el rol de los componentes html, puesto que es muy importante sobre posibles cambios realizados en documentaciones técnicas y constituyen una buena práctica .

En la figura 2.22 se muestra a continuación el resumen del análisis de comprensibilidad.

Pauta	Nivel	Resultado	Problemas	Advertencias	No verificados
3.1-Legible			0	0	1
3.1.1 - Idioma de la página <i>i</i>	A	✓			
3.1.2 - Idioma de las partes <i>i</i>	AA	?			1
3.2-Predecible			1	0	4
3.2.1 - Al recibir el foco <i>i</i>	A	?			1
3.2.2 - Al introducir datos <i>i</i>	A	✗	1		1
3.2.3 - Navegación consistente <i>i</i>	AA	?			1
3.2.4 - Identificación consistente <i>i</i>	AA	?			1
3.3-Introducción de datos asistida			0	6	0
3.3.1 - Identificación de errores <i>i</i>	A	!		2	
3.3.2 - Etiquetas o instrucciones <i>i</i>	A	✓			
3.3.3 - Sugerencias ante errores <i>i</i>	AA	!		1	
3.3.4 - Prevención de errores (legales, financieros, datos) <i>i</i>	AA	!		3	

Figura 2.22: *Análisis de compresibilidad del Sistema de Recomendación Médico con la herramienta TAW*

Fuente: *Elaboración propia*

## Conclusiones

Las pruebas que se realizaron en la herramienta denominada TAW, arrojó que el Sistema de Recomendación Médico cumple con lo lineamientos mas importantes de la Web Content Accessibility Guidelines WCAG 2.0, por lo que se llegó a las siguientes conclusiones.

En el siguiente gráfico de porcentajes 2.23 se presenta los porcentajes alcanzados para cada lineamiento de la WCAG para el Sistema de recomendación médico, se muestra que la aplicación presenta un 83 % en el principio “Operable”, en el principio “Comprensible” de un 90%, un alto cumplimiento de un 90% del principio “Perceptible” y un mediano cumplimiento del 50% en el principio “Robusto”.

En conclusión podemos afirmar que el Sistema de Recomendación Médico posee un nivel óptimo de accesibilidad

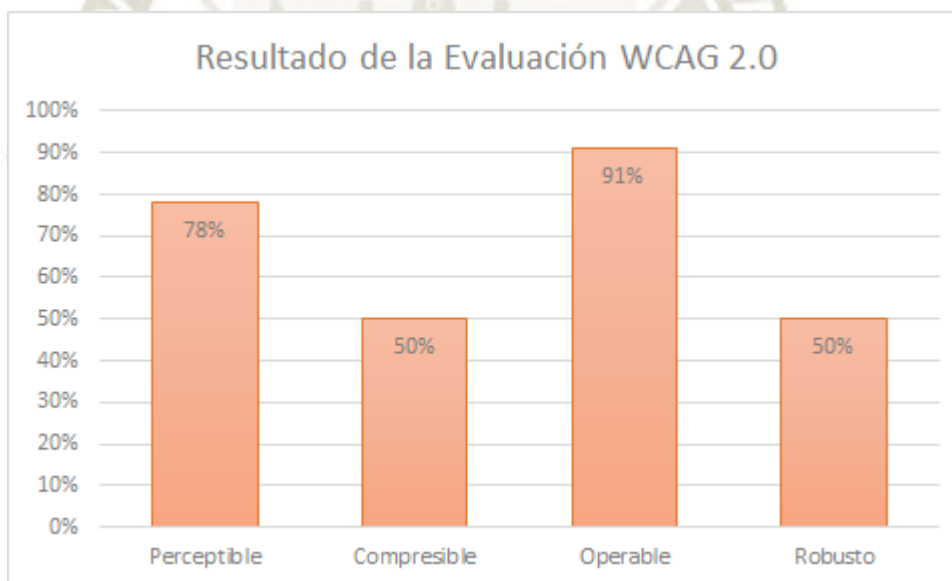


Figura 2.23: Resultados de la evaluación de lineamientos WCAG

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.3. Pruebas de seguridad

En la seguridad del software SRM se utilizó JDBC Realm que es una implementación que pertenece a tomcat 3.x que funciona con cualquier base de datos compatible con JDBC (Java Database connectivity). Funciona consolidándose como un dominio de seguridad, sobre el cual se definen y aplican políticas de seguridad específicas por parte de un servidor de aplicaciones. Los JDBC Realm se pueden configurar de tal manera que una colección de usuarios pueden o no tener acceso a ciertos grupos acreditados.

Para el Sistema de Recomendación Médico precisaremos usar Payara Server como servidor de despliegue, de lo contrario, se tomaría a Glassfish Server por defecto, para que, posteriormente se recupere las credenciales de usuarios de la base de datos mediante la configuración de la opción de dominio con JDBC.

En conclusión un Realm puede considerarse una base de datos para administrar usuarios y contraseñas, pero su funcionalidad esta orientada a no solamente almacenar y enumerar un conjunto de usuarios válidos para una aplicación web, sino que otorga accesos a recursos específicos conforme a roles particulares que se definan, entonces podemos concluir que el Realm otorga uno o más roles particulares para cada usuario habilitado.



Para el desarrollo del proyecto de software de esta tesis, se hizo uso del gestor de datos en MySQL para el uso de JdbcRealm, por lo que el esquema de datos para el control de acceso a la aplicación está conformado por la tabla usuarios (users), usuarios-roles (user-roles), y roles (roles) como se puede ver en la figura 2.24

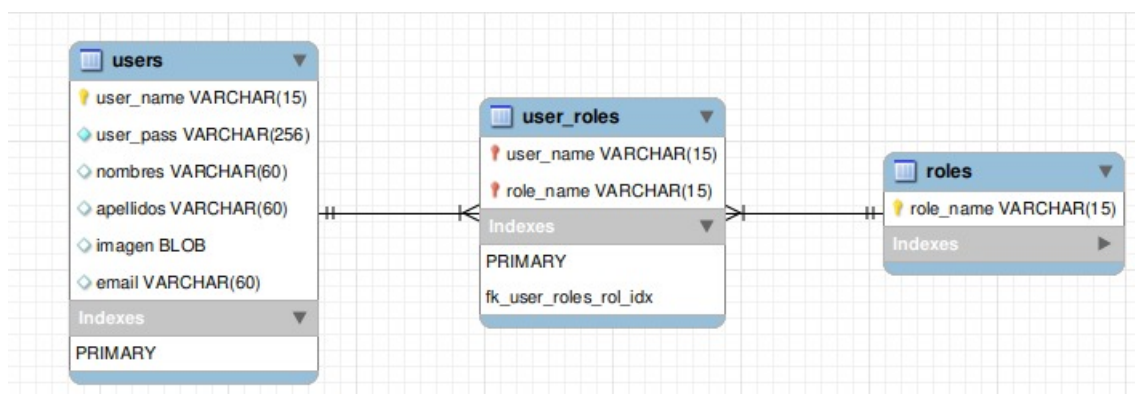


Figura 2.24: *Modelo Entidad Relación de control de acceso a la aplicación*

*Fuente: Elaboración propia*

- La tabla usuarios va almacenar el usuario, la contraseña, el correo electrónico y una imagen.
- La tabla roles va almacenar un código incremental y el rol.
- La tabla usuarios-roles va almacenar los usuarios y los roles a que pertenece. Hay que resaltar que un usuario puede pertenecer a diferentes roles

En efecto, se hizo uso de la herramienta jdbcRealm por la capacidad de gestionar un gran numero de usuarios y de está manera la seguridad es mas efectiva en el sistema de está tesis, también actualizar datos de usuarios es mucho más sencillo en un esquema de base de datos.

La configuración del JdbcRealm se realizó en el servidor Payara, como se puede ver en las figuras 2.25 y 2.26

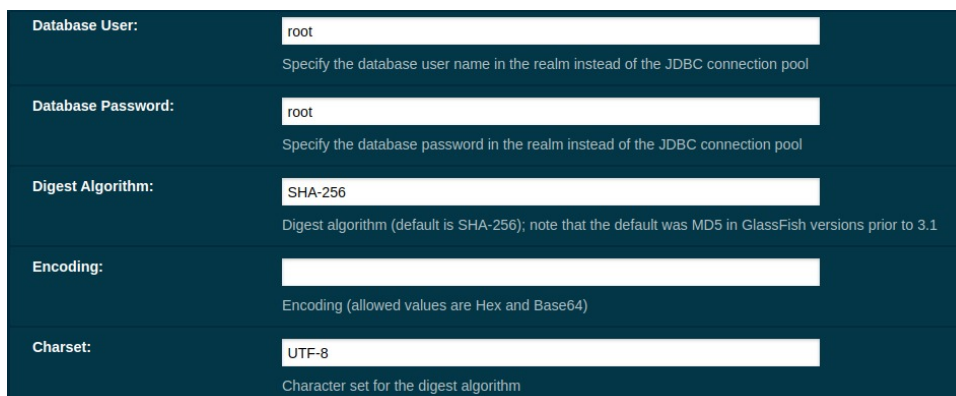
<b>JAAS Context: *</b>	<input type="text" value="jdbcRealm"/>	Identifier for the login module to use for this realm
<b>JNDI: *</b>	<input type="text" value="jdbc/srm"/>	JNDI name of the JDBC resource used by this realm
<b>User Table: *</b>	<input type="text" value="users"/>	Name of the database table that contains the list of authorized users for this realm
<b>User Name Column: *</b>	<input type="text" value="user_name"/>	Name of the column in the user table that contains the list of user names
<b>Password Column: *</b>	<input type="text" value="user_pass"/>	Name of the column in the user table that contains the user passwords
<b>Group Table: *</b>	<input type="text" value="user_roles"/>	Name of the database table that contains the list of groups for this realm
<b>Group Table User Name Column:</b>	<input type="text" value="user_name"/>	Name of the column in the user group table that contains the list of groups for this realm
<b>Group Name Column: *</b>	<input type="text" value="role_name"/>	Name of the column in the group table that contains the list of group names
<b>Assign Groups:</b>	<input type="text" value="app"/>	Comma-separated list of group names

Figura 2.25: Configuración de JdbcRealm

Fuente: Elaboración propia

- JAAS Context : aquí se colocará el identificador para el módulo de Login del Realm.
- JNDI : aquí se especifica la Interfaz de Nombrado y Directorio Java (Java Naming and Directory Interface) del recurso Jdbc usado por el Realm.
- User table : aquí se especifica el nombre de la tabla de la base de datos que contiene la lista de los usuarios autorizados en el realm.
- User Name Column: se especifica el nombre de la columna de la tabla de usuarios, que contiene la lista de los nombres de usuario.

- Password Column: se especifica el nombre de la columna de la tabla de usuarios, que contiene las contraseñas de los nombres de usuario.
- Group Table: se especifica el nombre de la tabla que contiene la lista de grupos para el Realm
- Group Table User Name Column: se especifica el nombre de la columna en la tabla de lista de usuarios, que contiene la lista de grupos para este Realm.
- Group Name Column :se especifica el nombre de la columna de la tabla de lista de grupos, que contiene el la lista de los grupos de nombres.
- Assign Groups: se especifica la lista de los grupos de nombres.



Database User:	<input type="text" value="root"/>	Specify the database user name in the realm instead of the JDBC connection pool
Database Password:	<input type="text" value="root"/>	Specify the database password in the realm instead of the JDBC connection pool
Digest Algorithm:	<input type="text" value="SHA-256"/>	Digest algorithm (default is SHA-256); note that the default was MD5 in GlassFish versions prior to 3.1
Encoding:	<input type="text"/>	Encoding (allowed values are Hex and Base64)
Charset:	<input type="text" value="UTF-8"/>	Character set for the digest algorithm

Figura 2.26: *Configuración de JdbcRealm*

*Fuente: Elaboración propia*

- Database User: Aquí se especifica el nombre de usuario en el Realm, en lugar de el del Pool de conexiones JDBC.
- Database Password: Aquí se especifica la contraseña para el usuario en el Realm, en lugar de el del Pool de conexiones JDBC.
- Digest Algorithm: Aquí se especifica el un algoritmo de reducción criptográfico, para comprobar que algún archivo no haya sido modificado.
- Encoding: Aquí se especifica si el tipo de codificación en hexadecimales o Base64.
- Charset: Aquí se especifica el conjunto de caracteres para el algoritmo criptográfico.

Después de explicar la configuración de control de accesos en el servidor, se procedió a realizar las respectivas pruebas de seguridad de la siguiente manera:

1. Se creó usuarios con sus respectivas contraseñas y roles para probarlos en el SRM.
2. Los usuarios que no pertenecen a ningún rol, no podían ingresar al software, y se les direccionaba a la página de error como se puede ver en la figura 2.27.
3. Los usuarios que pertenecen al rol (app) , pueden ingresar a la aplicación.

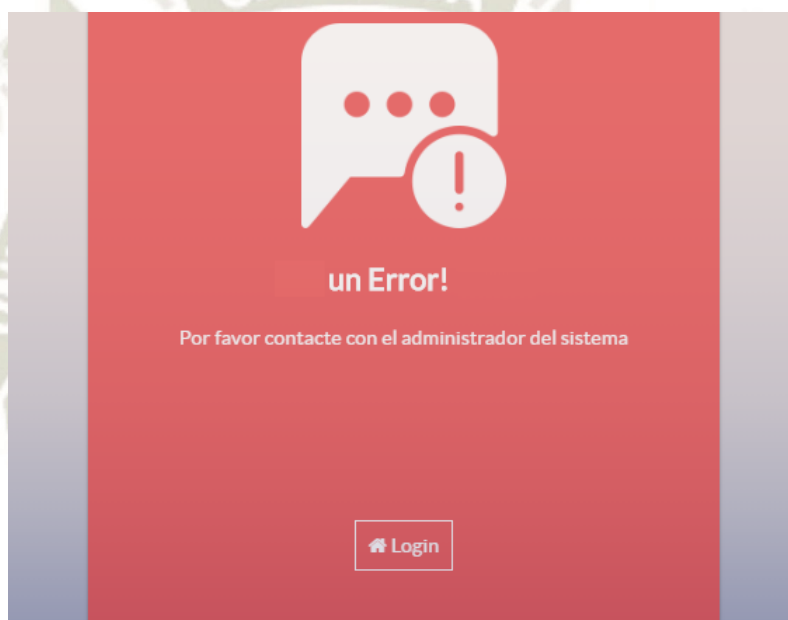


Figura 2.27: *Página de error, si el acceso es incorrecto*

*Fuente: Elaboración propia*

**Conclusión:** Las medidas de seguridad se parametrizaron satisfactoriamente.

#### 2.4.4. Pruebas de Fácil uso del Software

Estas pruebas nos permiten saber el nivel de aceptación de los usuarios, a partir del uso de la interfaz del Sistema de Recomendación Médico. Se procedió a diseñar un esquema para la recolección de datos en donde se definieron las siguientes variables :

- **Universo del objeto de estudio:** se consideró a toda la población de la ciudad de Arequipa.
- **Unidad de Análisis del objeto de estudio:** se consideró a todos los miembros de la población Arequipeña, que se encuentren registrados en las bases de datos de la institución pública de salud EsSalud, con algún tipo de seguro de salud integral.
- **Población del objeto de estudio:** se consideró como objeto de estudio, al personal administrativo, asistencial y pacientes del Hospital Municipal de Cerro Colorado.
- **Muestra del objeto de estudio:** la muestra para la recolección de datos está conformada por un grupo de 20 personas, cuyos roles son detallados en la siguiente tabla

Muestra del objeto de estudio		
Cantidad de personas	Rol de las personas	Porcentaje de la muestra
9	Personal administrativo del Hospital de Cerro Colorado.	45 %
8	Enfermeras del Hospital de Cerro Colorado.	40 %
3	Personas pertenecientes al personal asistencial (médicos de la especialidad de medicina general del Hospital de Cerro Colorado)	5 %
<b>Total</b>		<b>100 %</b>

Tabla 2.18: Tabla de muestra del objeto de estudio para el SRM

Debido a la coyuntura de la pandemia del coronavirus, no se ha podido recolectar más opiniones de médicos especialistas y/o profesionales de la salud, asimismo en nuestro país, estos profesionales están comprometidos en enfocar sus esfuerzos en atender a los pacientes diagnosticados con la enfermedad del covid 19.

Se aplicó un método de muestreo por cuotas para precisar las especialidades de los entrevistados, como se muestra en la figura 2.28

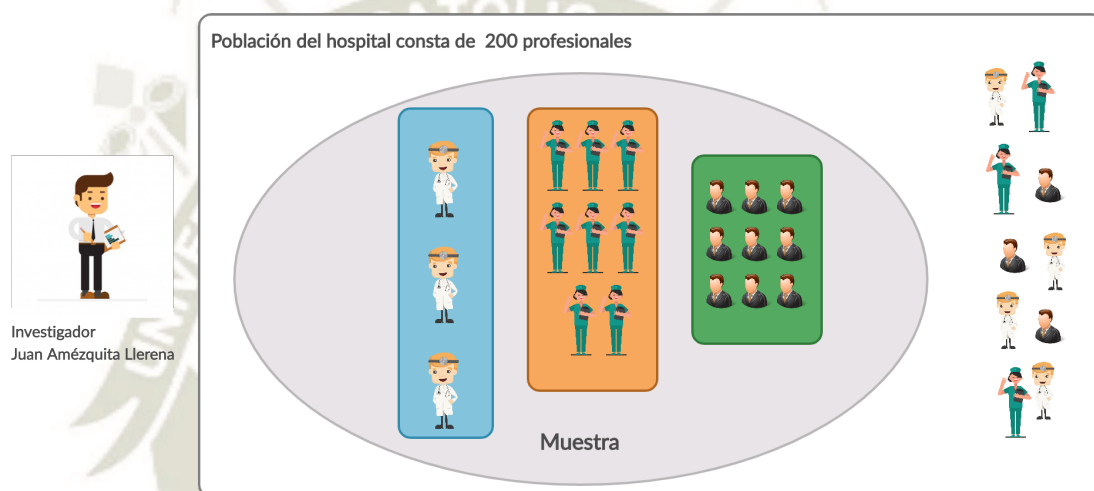


Figura 2.28: *Muestreo por cuotas del Hospital Geriátrico de Arequipa*

*Fuente: Elaboración propia*

- La población del hospital Geriátrico de Arequipa es de doscientos profesionales entre: médicos, enfermeras, profesionales de la salud y profesionales administrativos.
- La muestra fue de veinte profesionales en total.
- Los entrevistados fueron: tres médicos cirujanos, ocho enfermeras, y nueve profesionales administrativos.

Con el uso de la herramienta denominada SurveyMonkey, se procedió a diseñar un cuestionario de diez preguntas, para evaluar el nivel de aceptación del Sistema de recomendación médico. A continuación se detallan los resultados de la encuesta :

**Pregunta N° 1 : Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general**

En la figura 2.29, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

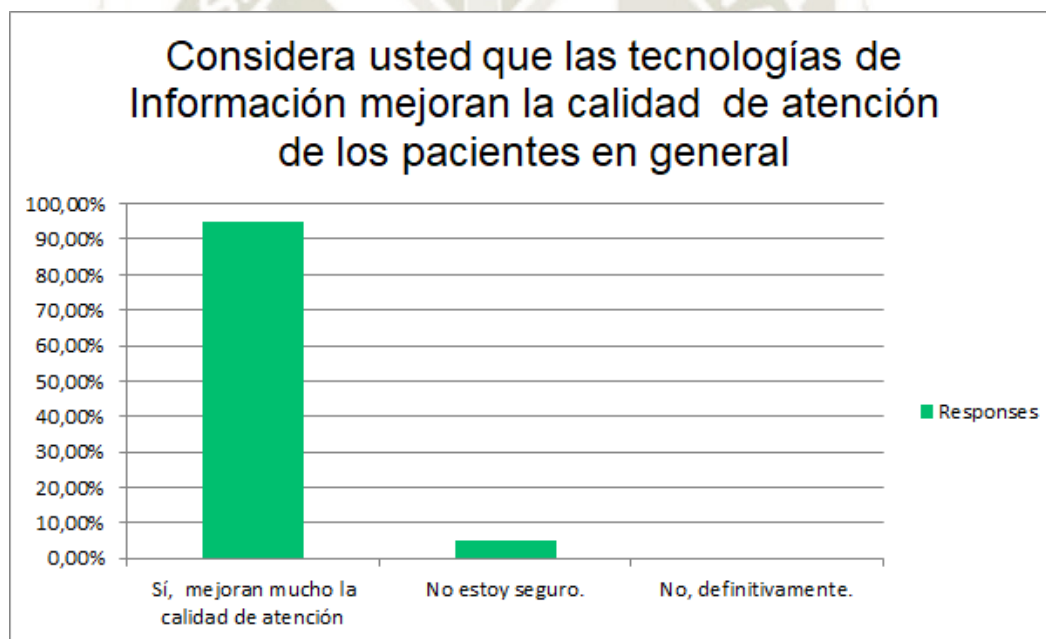


Figura 2.29: *Opinión de usuarios sobre las TI en el sector salud*

*Fuente: Elaboración propia*



En la tabla 2.19 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, mejoran mucho la calidad de atención	95,00 %	19
b) No estoy seguro.	5,00 %	1
c) No, definitivamente.	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>	<b>20</b>	
<b>No respondidas</b>	<b>0</b>	

Tabla 2.19: Tabla de resultados de la primera pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 95 % de los usuarios evaluadores, considera que el uso de las Tecnologías de información mejoran la atención de pacientes en general.
- El 5 % no está seguro que las Tecnologías de Información puedan ayudar en la atención de pacientes.
- Y el 0 % de los evaluadores, consideran que la Tecnologías de información no ayudan en lo absoluto.

**Pregunta N° 2 : ¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de reco-  
mendación?**

En la figura 2.30, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opinio-  
nes.

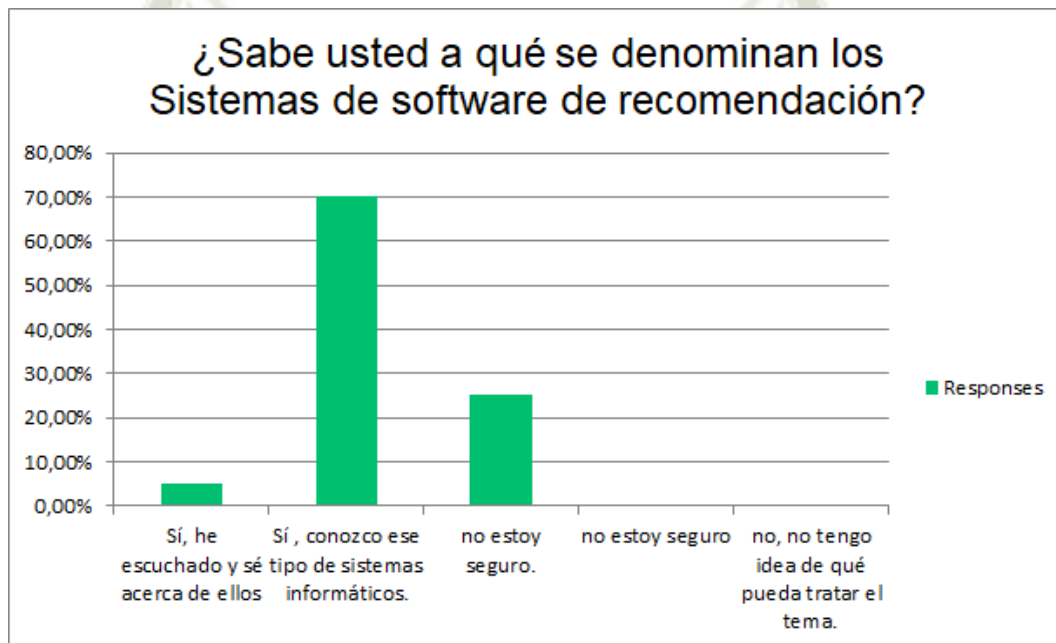


Figura 2.30: Opinión de usuarios sobre si conocen los Sistemas de recomendación

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 2.20 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, he escuchado y sé acerca de ellos	5,00 %	1
b) Sí , conozco ese tipo de sistemas informáticos.	70,00 %	14
c) No estoy seguro.	25,00 %	5
d) No tengo idea de qué pueda tratar el tema.	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>		<b>20</b>
<b>No respondidas</b>		<b>0</b>

Tabla 2.20: Tabla de resultados de la segunda pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 70% de los usuarios evaluadores, consideran que sí saben que es un Sistema de Software de Recomendación.
- El 25 % no está seguro de conocer estos tipos de Sistemas de Software.
- El 5 % de los evaluadores, consideran que alguna vez escucharon de ellos.
- y el 0% no tiene idea de que pueda tratarse el tema.

**Pregunta N° 3 : Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades**

En la figura 2.31, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

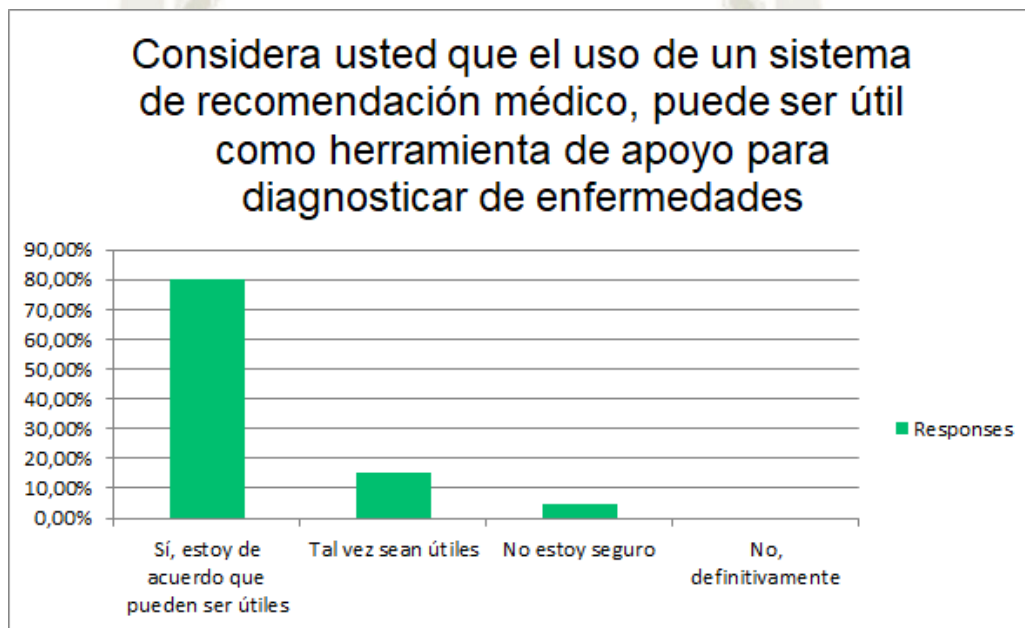


Figura 2.31: *Opinión de usuarios sobre si considerarían útiles a los sistemas de recomendación*

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 2.21 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles	80,00 %	16
b) Tal vez sean útiles	15,00 %	3
c) No estoy seguro	5,00 %	1
d) No, definitivamente	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>		<b>20</b>
<b>No respondidas</b>		<b>0</b>

Tabla 2.21: Tabla de resultados de la tercera pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 80% de los usuarios evaluadores, consideran que el uso de este tipo software son de gran utilidad para diagnosticar enfermedades.
- El 15% considera que tal vez sean útiles.
- EL 5% no está seguro que sean enfermedades.
- Y el 0% dice que no lo son en definitiva.

**Pregunta N° 4 : ¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?**

En la figura 2.32, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

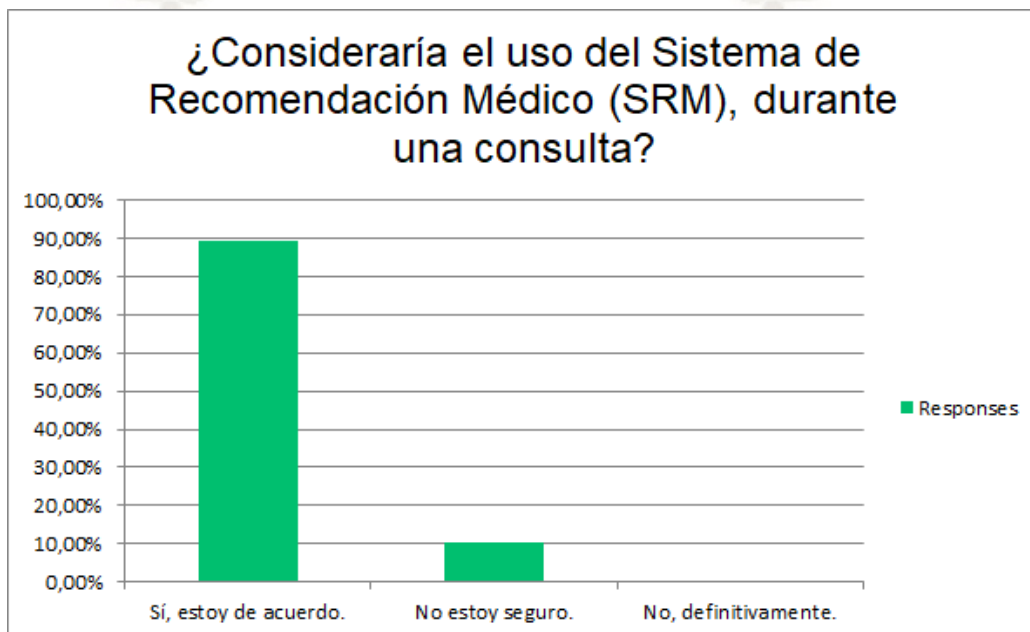


Figura 2.32: *Opinión sobre el SRM en una consulta médica*

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 2.22 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, estoy de acuerdo.	89,47 %	17
b) No estoy seguro.	10,53 %	2
c) No, definitivamente.	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>	<b>19</b>	
<b>No respondidas</b>	<b>1</b>	

Tabla 2.22: Tabla de resultados de la cuarta pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 89.47 % de los usuarios evaluadores, considerarían apropiado el uso del Sistema de Recomendación médico en una consulta.
- El 10,53 % no está seguro de usarlo en una consulta médica.
- Y el 0 % dice que no se deberían usar en definitiva.

**Pregunta N° 5 : Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fue lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?**

En la figura 2.33, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

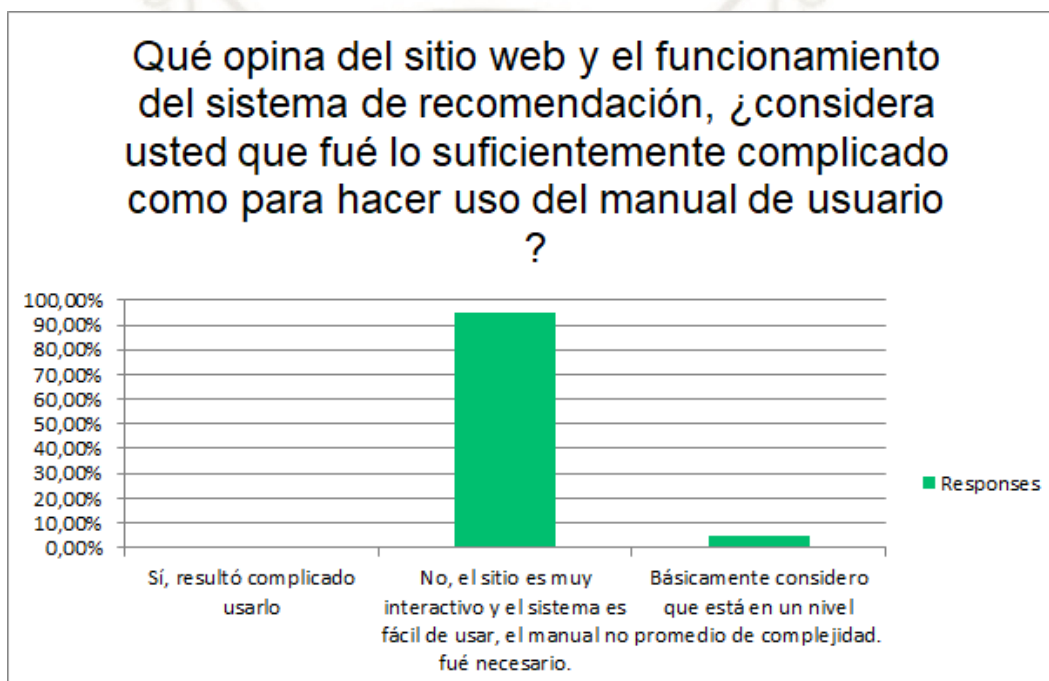


Figura 2.33: Opinión de usuarios sobre si el SRM fué complicado

*Fuente: Elaboración propia*



En la tabla 2.23 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, resultó complicado usarlo	0,00 %	0
b) No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.	95,00 %	19
c) Básicamente considero que está en un nivel promedio de complejidad.	5,00 %	1
<b>Preguntas respondidas</b>	<b>20</b>	
<b>No respondidas</b>	<b>0</b>	

Tabla 2.23: Tabla de resultados de la quinta pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 95 % de los usuarios evaluadores, consideran que el sitio muy interactivo y fácil de usar, y que el manual de usuario no fue necesario.
- El 5 % considera que el sistema tiene un nivel promedio de complejidad.
- Y el 0 % considera que fue complicado usarlo.

**Pregunta N° 6 : Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?**

En la figura 2.34, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

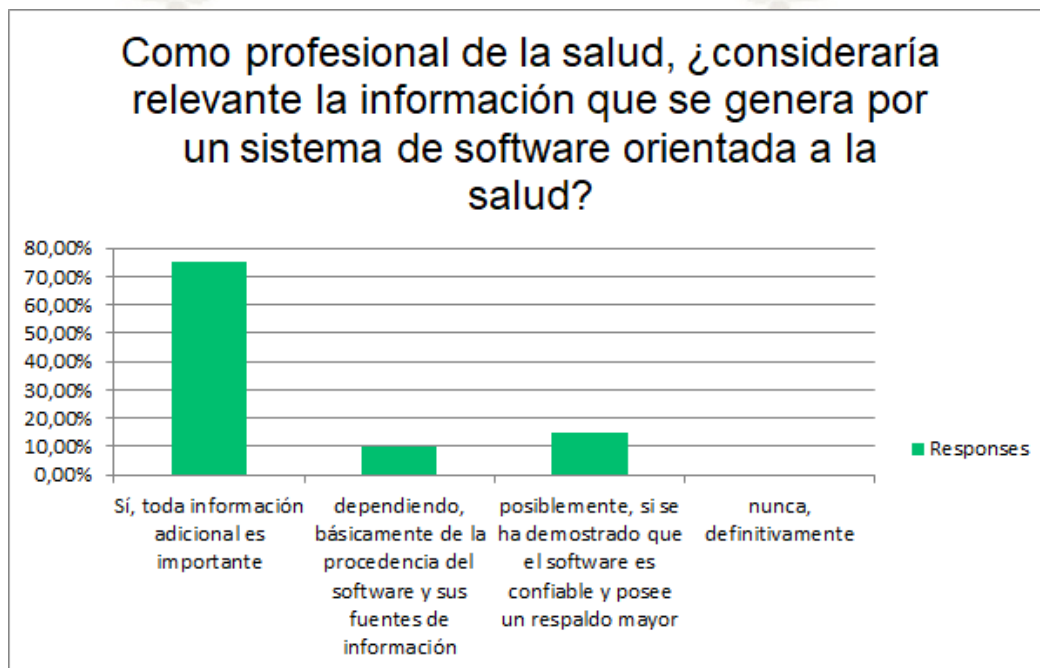


Figura 2.34: *Opinión de usuarios sobre si consideran relevante la información generada por el SRM*

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 2.24 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, toda información adicional es importante	75,00 %	15
b) Dependiendo, básicamente de la procedencia del software y sus fuentes de información	10,00 %	2
c) Posiblemente, si se ha demostrado que el software es confiable y posee un respaldo mayor	15,00 %	3
d) Nunca, definitivamente	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>		<b>20</b>
<b>No respondidas</b>		<b>0</b>

Tabla 2.24: Tabla de resultados de la sexta pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 75 % considera importante los datos que genera el Sistema de recomendación médico.
- EL 15 % consideraría importante la data del Sistema de recomendación médico, si este ha demostrado ser confiable y recibe un respaldo significativo.
- El 10% considera que dependerá de las fuentes de información del sistema y su procedencia.
- Y el 0% considera que nunca podría considerar importante la información generada por el Sistema de Recomendación Médica.

**Pregunta N° 7 : Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo**

En la figura 2.35, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

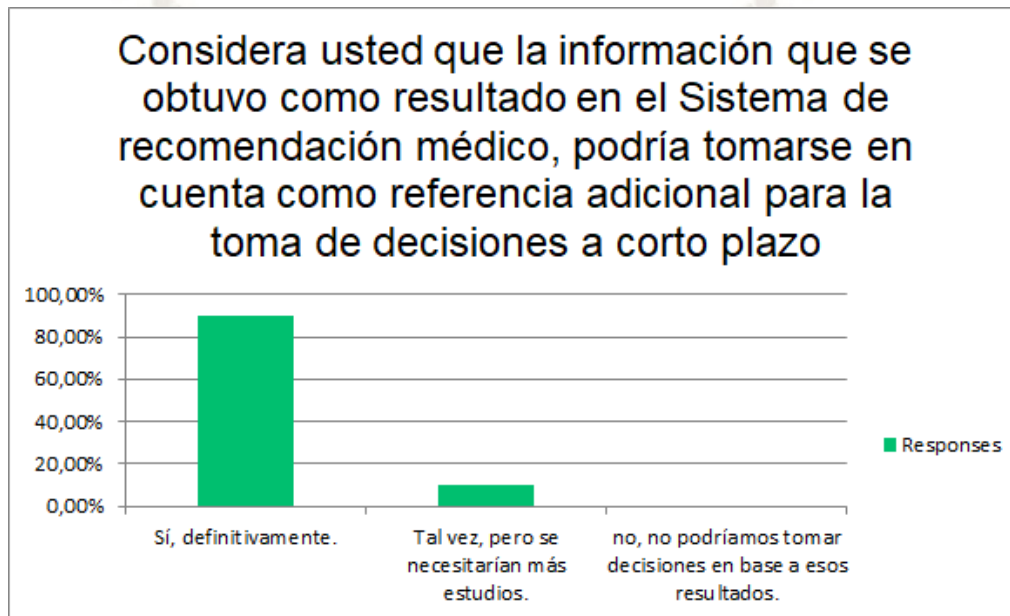


Figura 2.35: Opinión sobre el SRM importante para toma de decisiones a corto plazo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.25 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas Disponibles	Respuestas	
a) Sí, definitivamente.	90,00 %	18
b) Tal vez, pero se necesitarían más estudios.	10,00 %	2
c) No podríamos tomar decisiones en base a esos resultados.	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>		<b>20</b>
<b>No respondidas</b>		<b>0</b>

Tabla 2.25: Tabla de resultados de la séptima pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 90% considera que la información que genera Sistema de recomendación médico, debe considerarse para la toma de decisiones.
- El 10% considera que se necesitarían algunos otros exámenes adicionales.
- Y el 0% no consideran relevante considerar la información generada por el Sistema.

**Pregunta N° 8 : ¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?**

En la figura 2.36, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

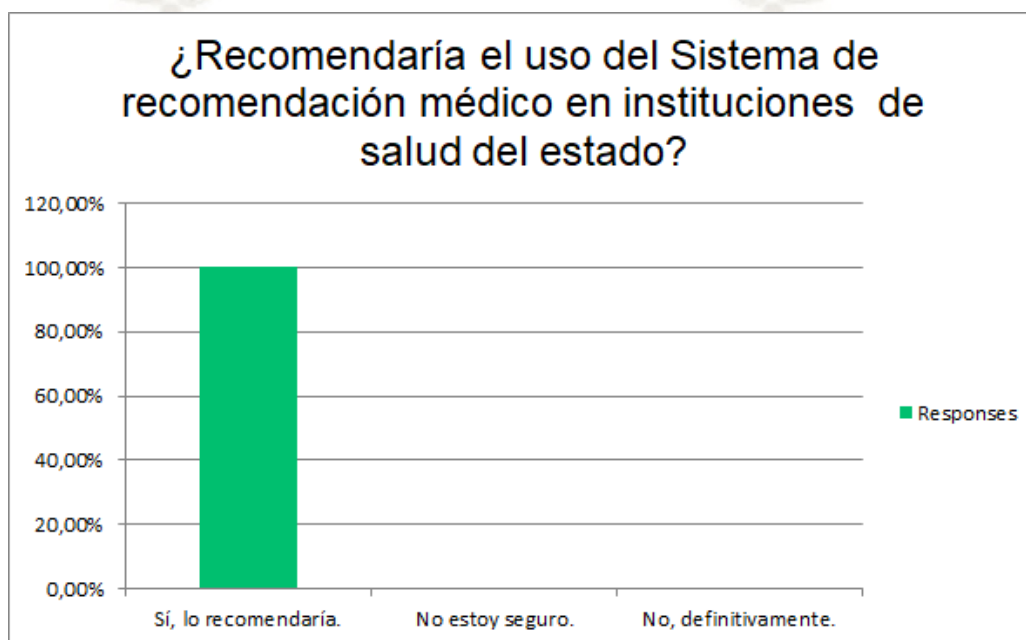


Figura 2.36: *Opinión de usuarios sobre si recomendaría el uso del SRM en instituciones de salud estatales*

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 2.26 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Sí, lo recomendaría.	100,00 %	18
b) No estoy seguro.	0,00 %	0
c) No, definitivamente.	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>	<b>18</b>	
<b>No respondidas</b>	<b>2</b>	

Tabla 2.26: Tabla de resultados de la octava pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 100 % considera que el uso del Sistema de recomendación médico en una institución pública sería una decisión acertada y lo recomendaría.
- El 0 % no está seguro y/o considera que no recomendaría el uso del sistema.

**Pregunta N° 9 : ¿Cómo calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?**

En la figura 2.37, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

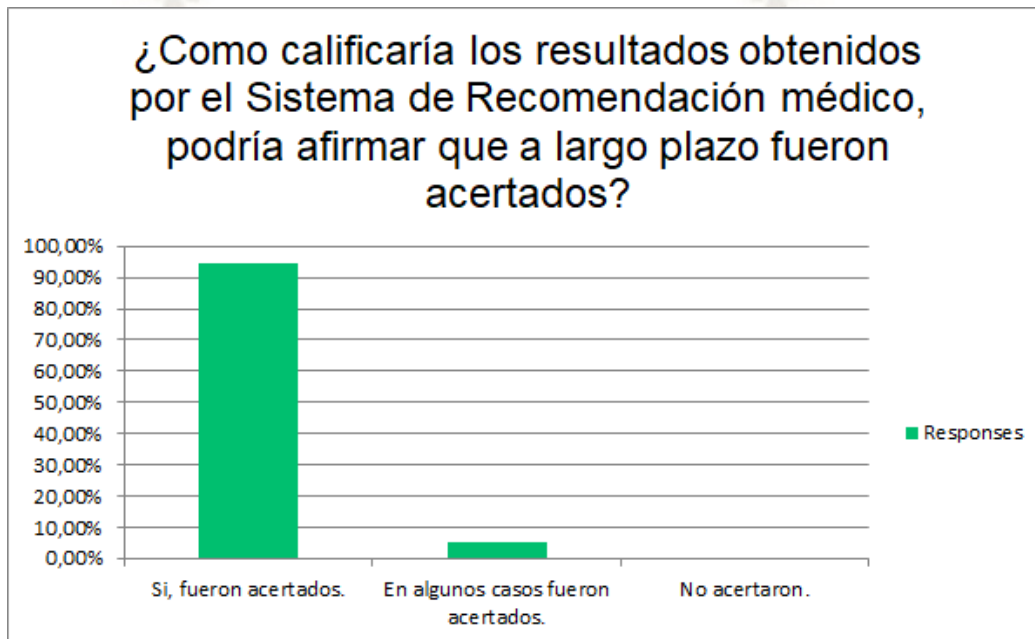


Figura 2.37: Opinión de usuarios sobre si los resultados arrojados por el SRM fueron acertados a largo plazo

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 2.27 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas Disponibles	Respuestas	
a) Si, fueron acertados.	94,74 %	18
b) En algunos casos fueron acertados.	5,26 %	1
c) No acertaron.	0,00 %	0
<b>Preguntas respondidas</b>	<b>19</b>	
<b>No respondidas</b>	<b>1</b>	

Tabla 2.27: Tabla de resultados de la novena pregunta del cuestionario

Los resultados fueron los siguientes:

- El 94,74 % considera que los resultados obtenidos del Sistema fueron acertados en la mayoría de casos.
- El 5,26 % considera que en algunos casos fueron acertados los resultados del Sistema de recomendación médico.
- Y el 0 % considera que no fueron acertados en lo absoluto.

**Pregunta N° 10 : ¿Cuál cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?**

En la figura 2.38, se muestra un gráfico que compara el porcentaje de las diferentes opiniones.

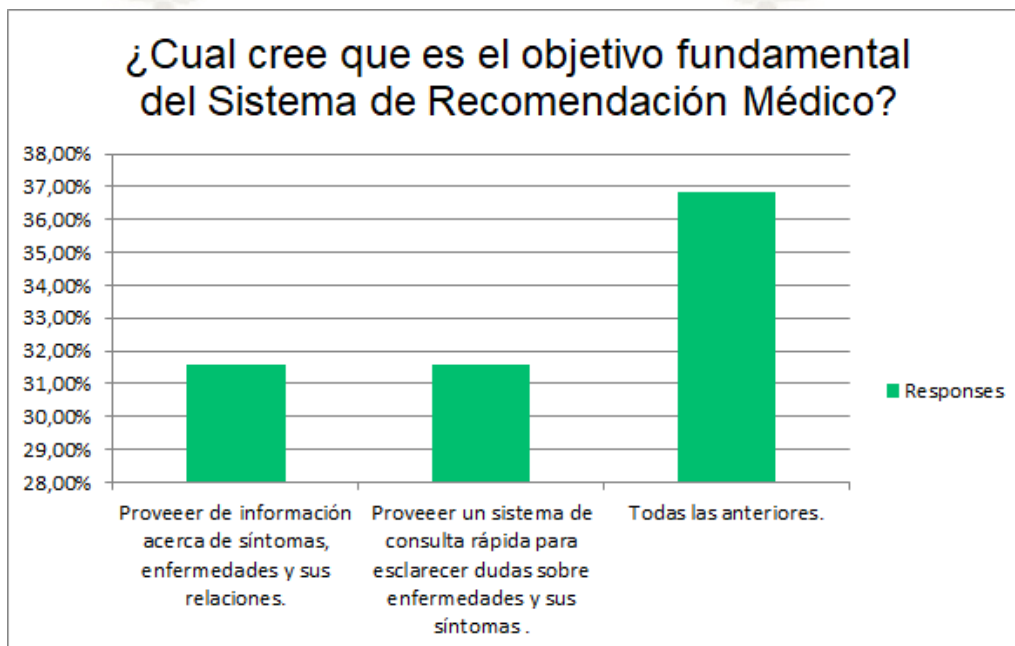


Figura 2.38: Opinión de usuarios sobre cual es el objetivo fundamental de SRM

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.28 se aprecian los porcentajes de cada opinión emitida:

Alternativas disponibles	Respuestas	
a) Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.	31,58 %	6
b) Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas .	31,58 %	6
c) Todas las anteriores.	36,84 %	7
<b>Preguntas respondidas</b>		<b>19</b>
<b>No respondidas</b>		<b>1</b>

Tabla 2.28: Tabla de resultados de la décima pregunta del cuestionario

Los Resultados fueron los siguientes :

- El 31,58 % considera que el Sistema de recomendación médico tiene como objetivo primordial brindar información sobre enfermedades
- El 31,58 % considera que se usa para esclarecer dudas sobre enfermedades y síntomas.
- Y el 36.86 % consideran que ambas anteriores respuestas son correctas .

### 2.4.5. Pruebas de Estrés

Para las pruebas de rendimiento o estrés del sistema de recomendación web, se utilizó la herramienta Jmeter , el cuál es una herramienta usada para analizar y medir el rendimiento de los servicios que una aplicación web puede ofrecer.

Con Jmeter es posible realizar pruebas de elementos estáticos o dinámicos de una aplicación web, de la misma forma que puede evaluar:

- Servidores
- Protocolos
- Bases de datos
- Servicios de correo

A continuación se muestra la interacción con la interfaz gráfica de Jmeter y los resultados en cada fase de evaluación

151

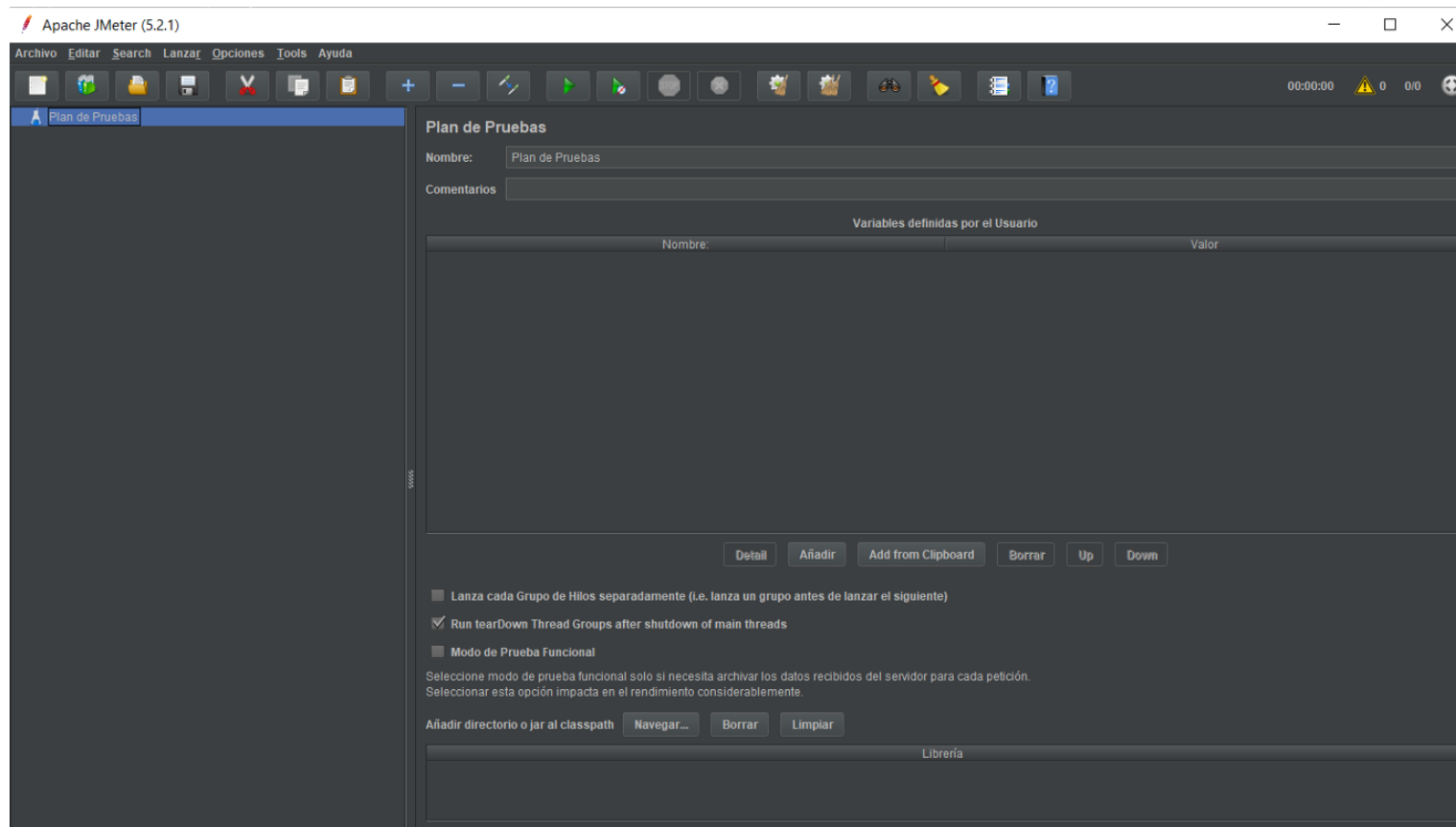
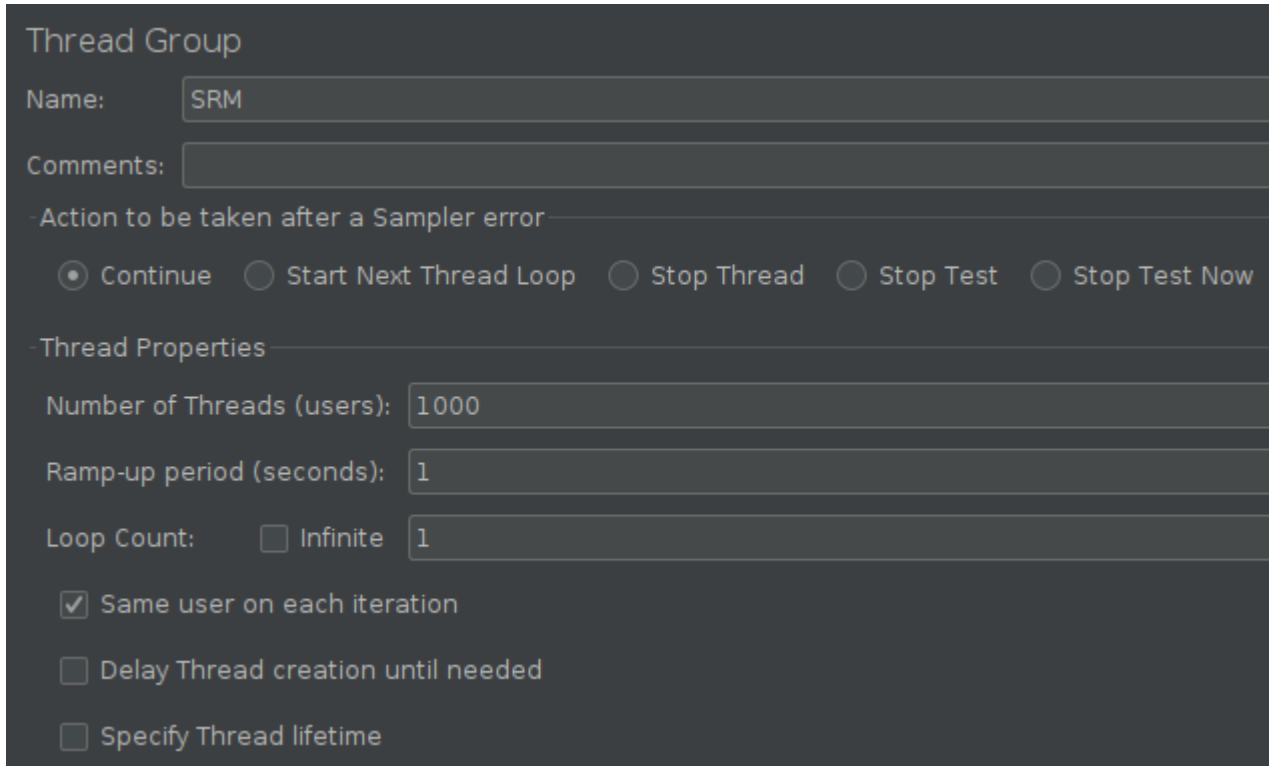


Figura 2.39: *Interfaz gráfica Jmeter en su versión 5.2.1*

*Fuente: Elaboración propia*

Para comenzar la evaluación se tiene que definir el número de hilos o usuarios para comenzar la prueba:



Thread Group

Name: SRM

Comments:

Action to be taken after a Sampler error

Continue  Start Next Thread Loop  Stop Thread  Stop Test  Stop Test Now

Thread Properties

Number of Threads (users): 1000

Ramp-up period (seconds): 1

Loop Count:  Infinite 1

Same user on each iteration

Delay Thread creation until needed

Specify Thread lifetime

Figura 2.40: Pantalla principal, donde se define el número de hilos

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se define el controlador lógico que es el responsable de conducir los procesamientos de prueba para el sistema de recomendación médico, es decir un Servidor HTTP de prueba que nos facilita jmeter para gestionar las solicitudes:

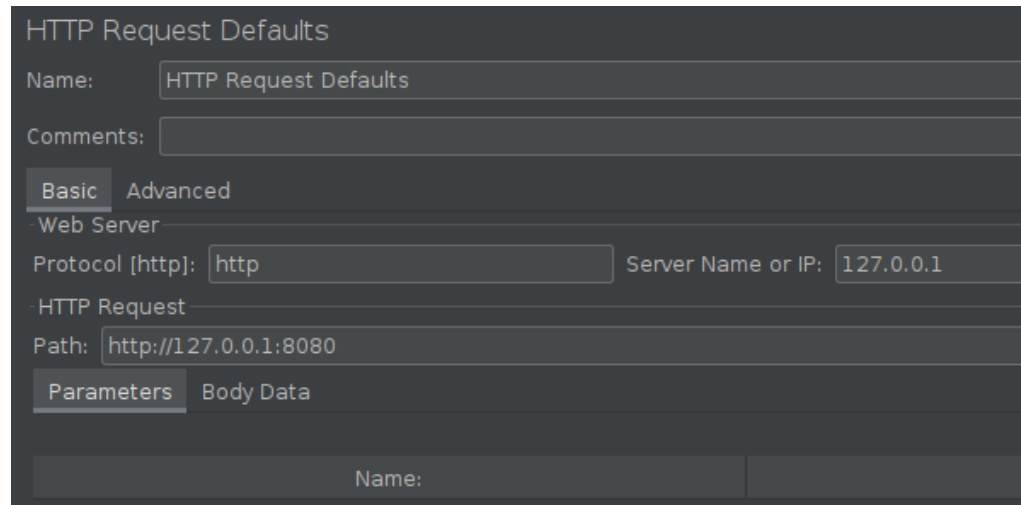


Figura 2.41: *Opinión de usuarios sobre cual es el objetivo fundamental de SRM*

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se muestra todas las solicitudes a ser evaluadas por el Jmeter, cada petición será representada por cada sección del software de Recomendación médico y son:

- DashBoard o index.xhtmll
- ListaEnfermedades.xhtmll
- ListaCausas.xhtmll
- NuevaEnfermedad.xhtmll
- NuevaCausa.xhtmll
- EditarEnfermedad.xhtmll
- EditarCausa.xhtmll

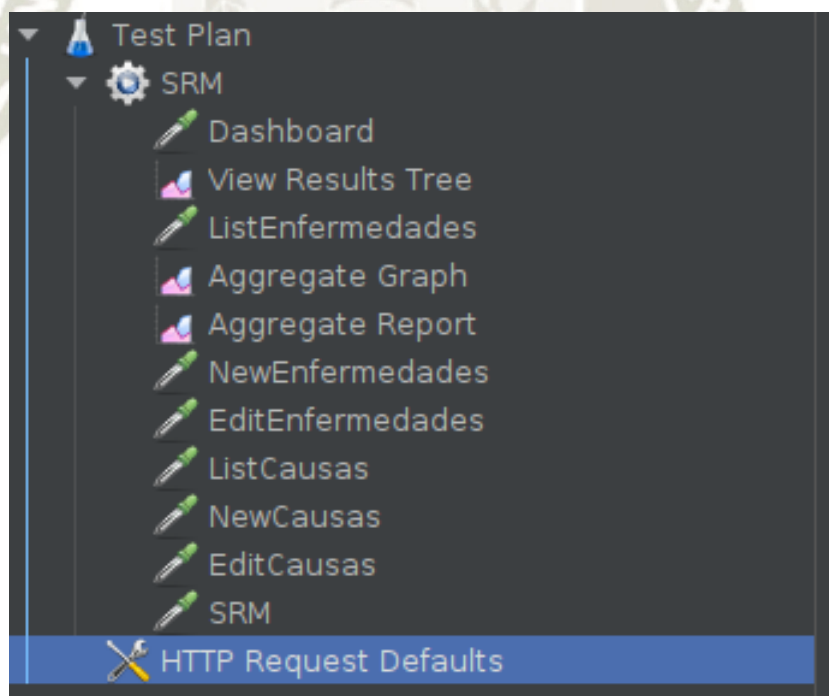


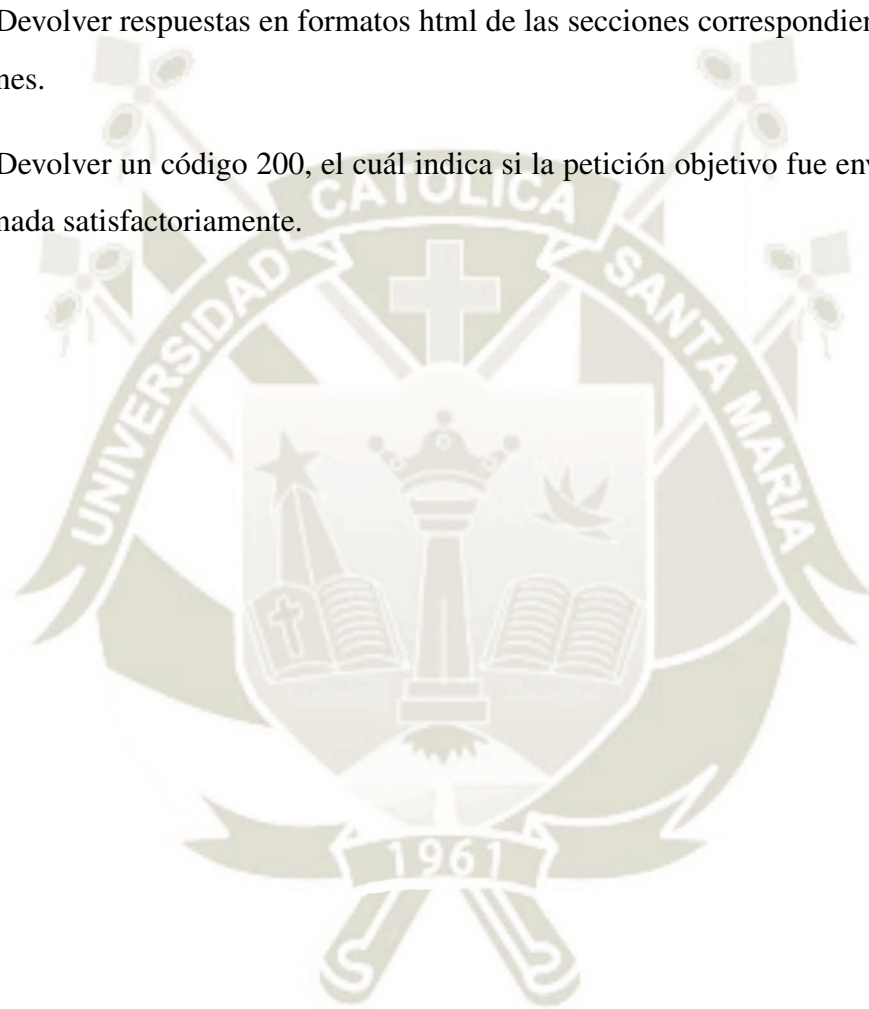
Figura 2.42: Menú principal con todas las peticiones del SRM

*Fuente: Elaboración propia*



A continuación en las figuras 2.43, 2.44, 2.45, se muestra todas las peticiones almacenadas en el grupo de hilos del Sistema de recomendación médico, para posteriormente mostrar los detalles de las solicitudes y respuestas de cada sección del Sistema de recomendación médico, las cuales son capaces de :

- Devolver respuestas en formatos html de las secciones correspondientes a las peticiones.
- Devolver un código 200, el cuál indica si la petición objetivo fue enviada y recepcionada satisfactoriamente.



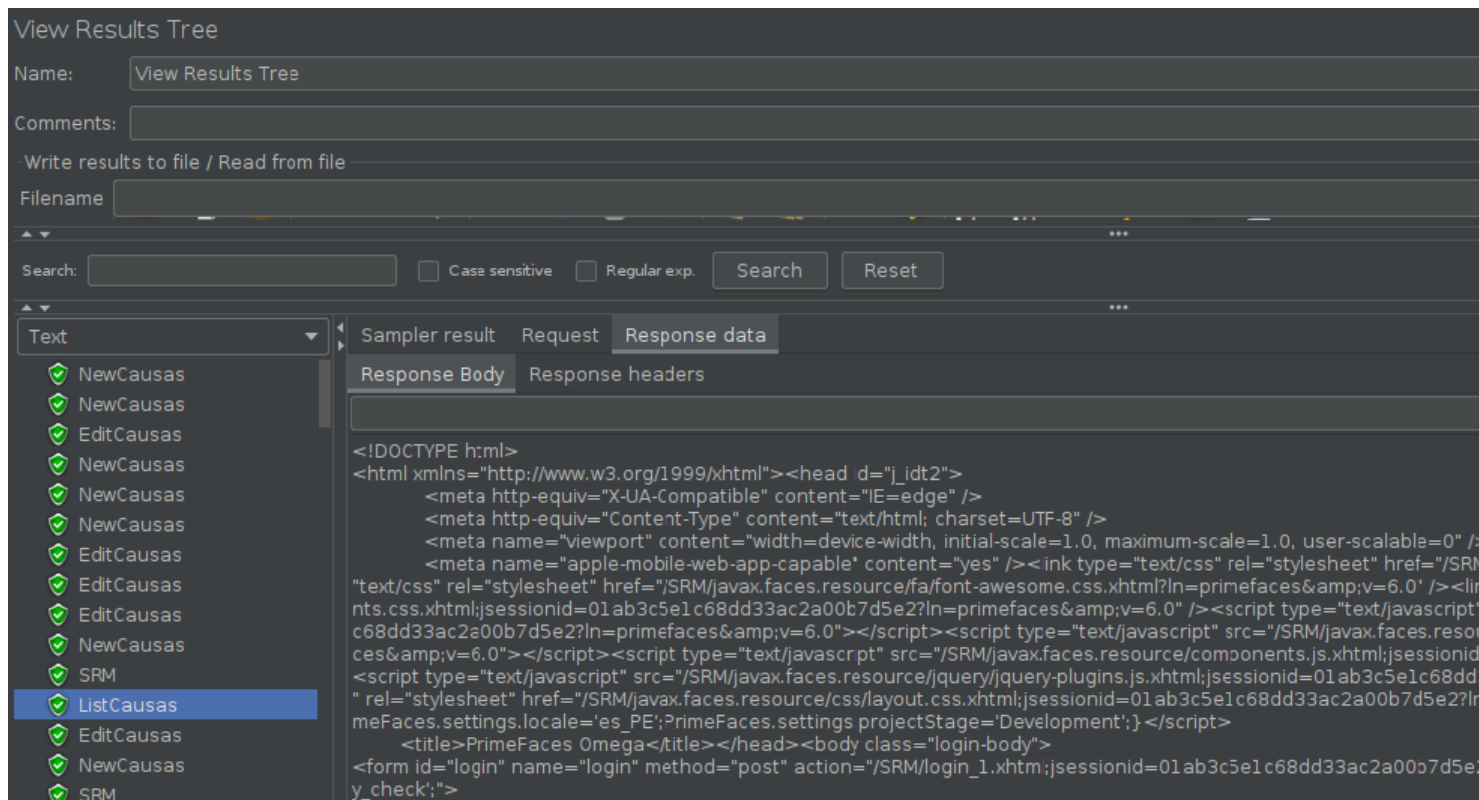


Figura 2.43: Evaluación exitosa de listar causas devolviendo el Html

Fuente: Elaboración propia

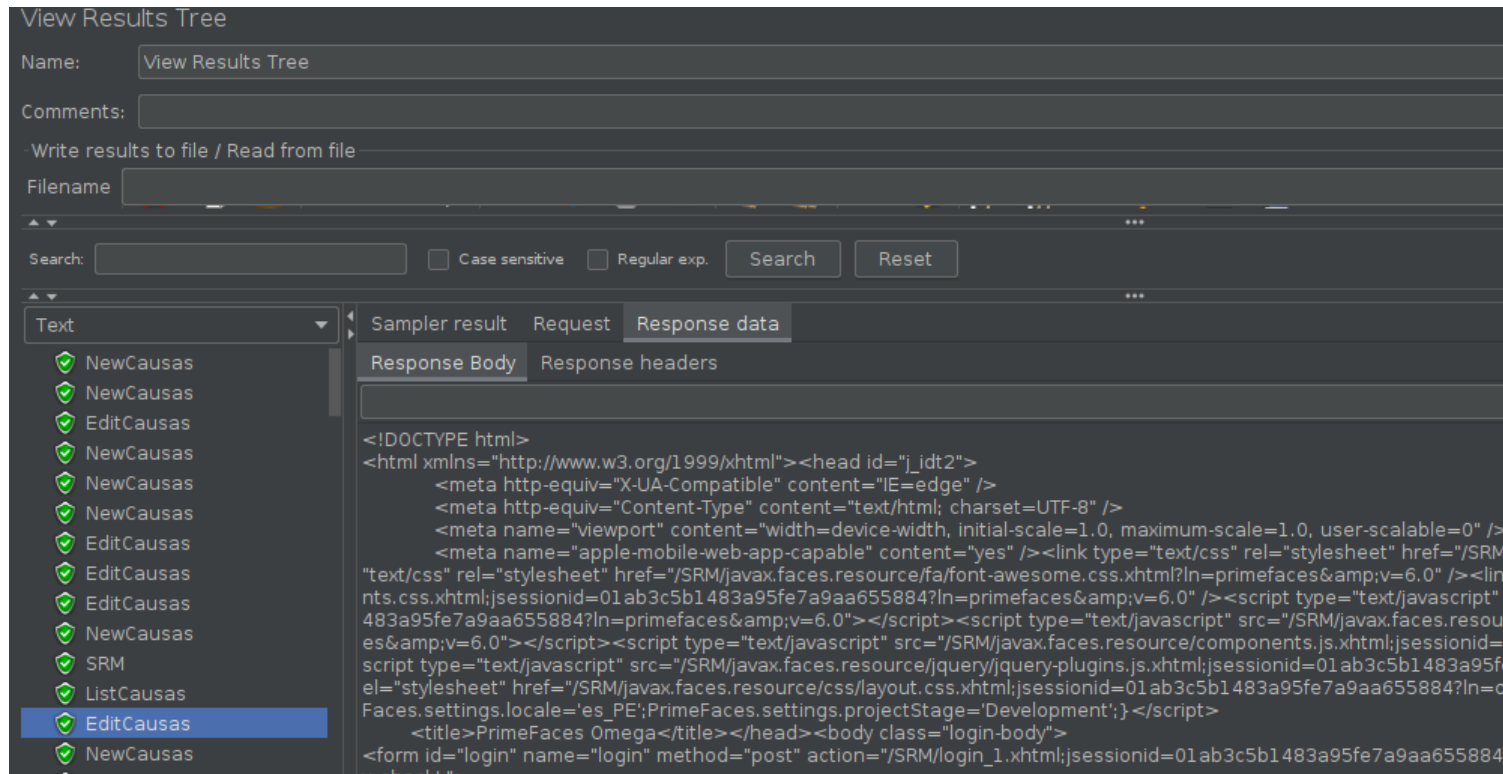


Figura 2.44: Evaluación exitosa de editar causas devolviendo el Html

Fuente: Elaboración propia

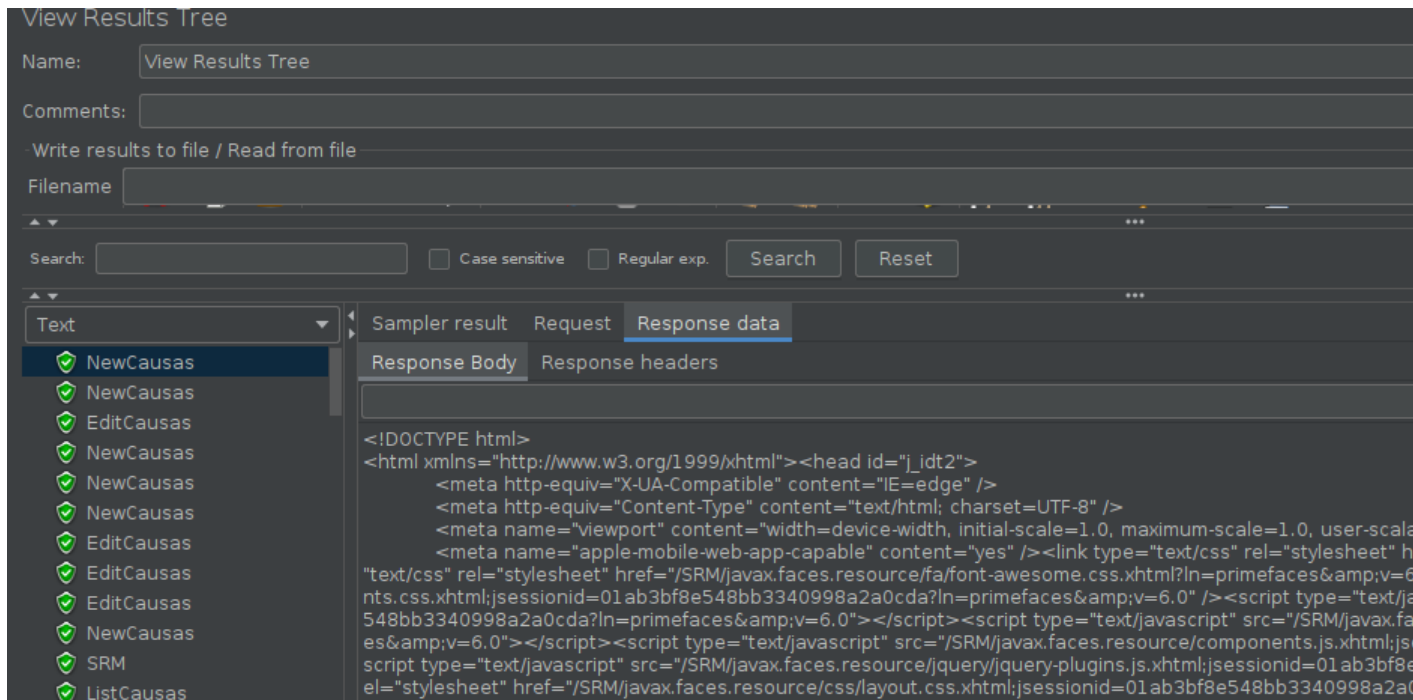


Figura 2.45: Evaluación exitosa de nueva causa devolviendo el Html

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran los resultados generales de la evaluación del Sistema de recomendación médico con la herramienta Jmeter.

159

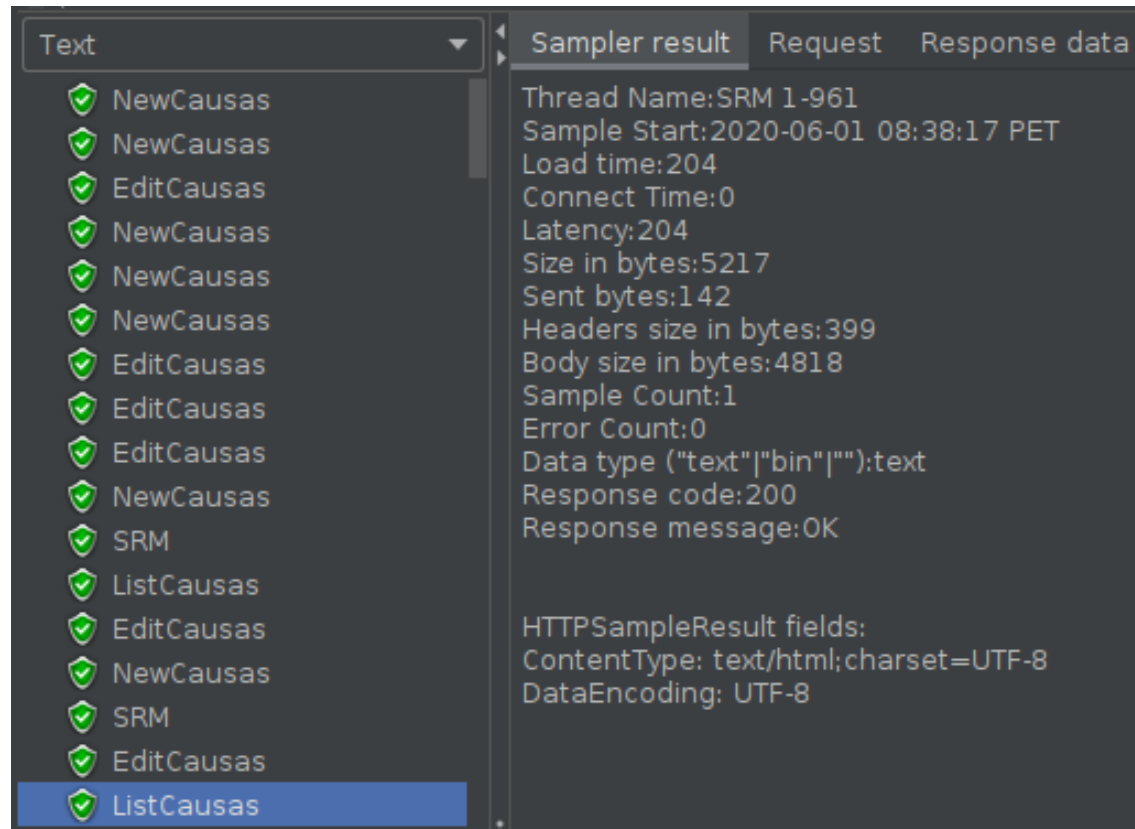


Figura 2.46: Resultado exitoso de la petición listar causas

Fuente: Elaboración propia

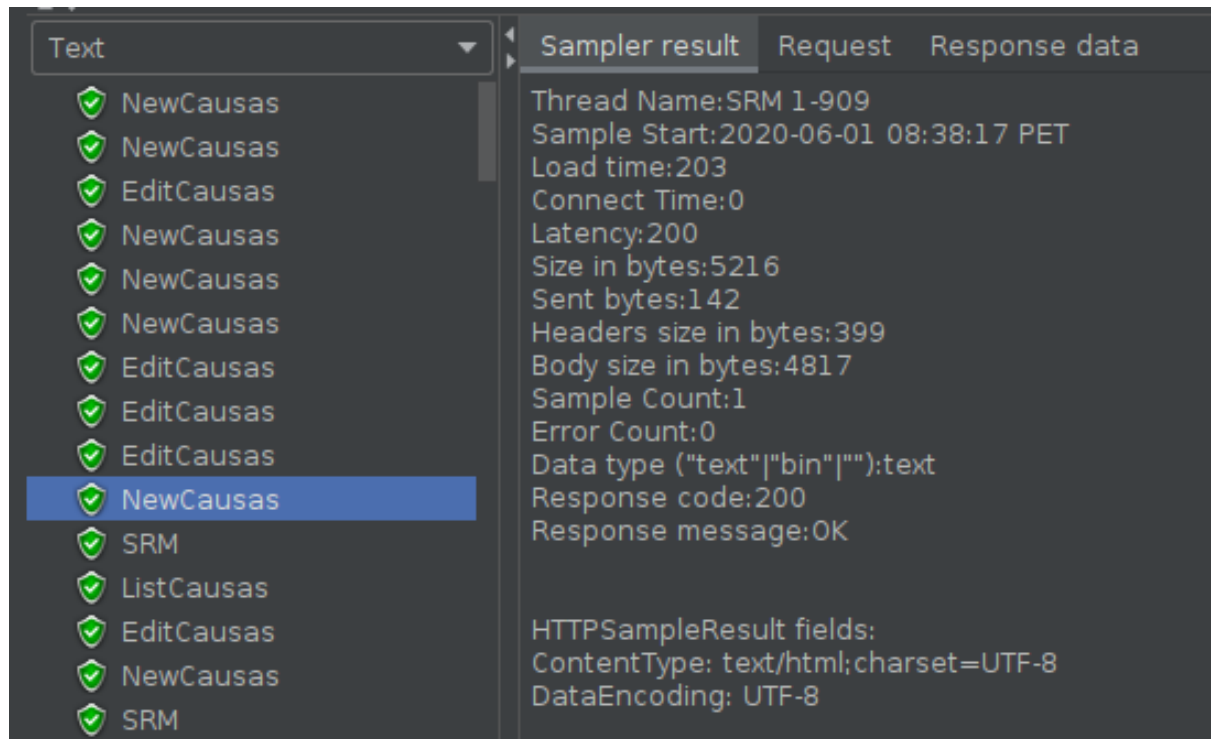


Figura 2.47: Resultado exitoso de la petición nueva causa

Fuente: Elaboración propia

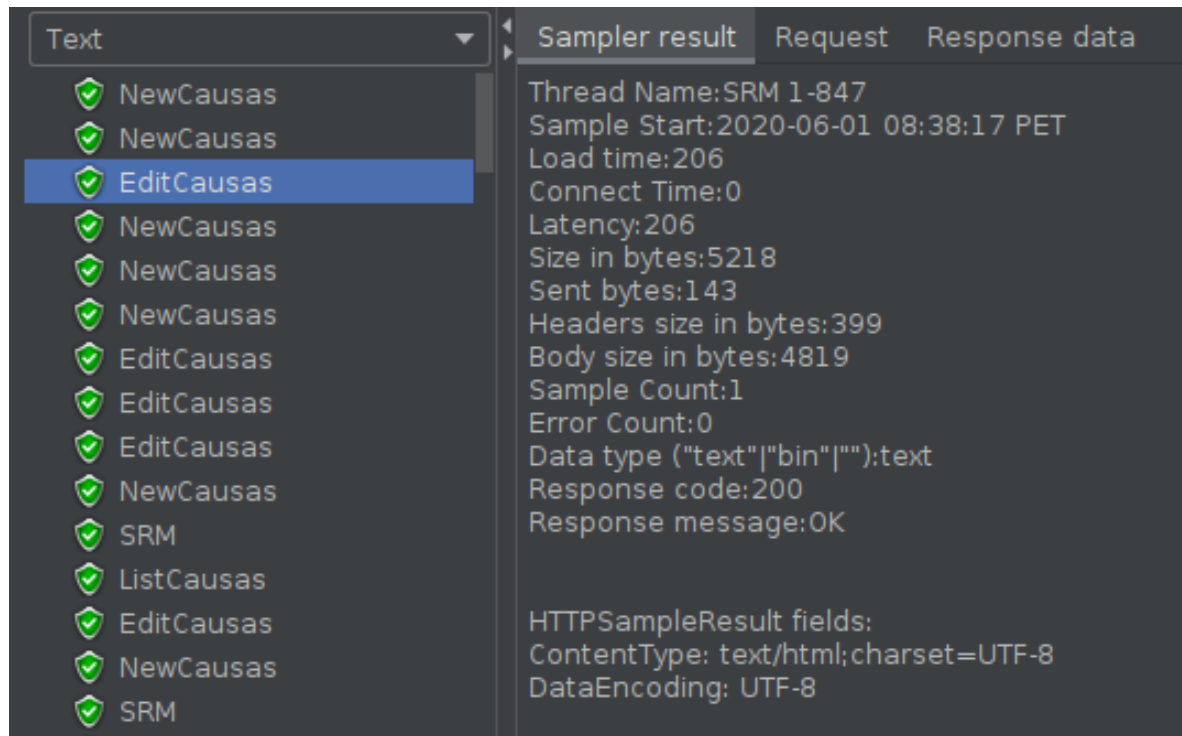


Figura 2.48: Resultado exitoso de la petición editar causas

Fuente: Elaboración propia

Para los reportes generales del jmeter, usamos un árbol de resultados que nos especifica información relevante como:

- Un cuadro estadístico con los intervalos de tiempo de cada petición.
- El tiempo de espera máximo y mínimo para cada petición.

Aggregate Graph

Name:

Comments:

Write results to file / Read from file

Filename

Label	# Samples	Average	Median	90% Line	95% Line	99% Line	Min	Maximum	Error %
EditEnfermeda...	1000	308	309	425	440	458	69	495	0.00%
ListCausas	1000	312	308	429	447	467	144	474	0.00%
NewCausas	1000	306	302	417	434	472	160	491	0.00%
EditCausas	1000	299	303	423	432	458	102	476	0.00%
SRM	1000	284	287	421	444	462	5	479	0.00%
TOTAL	8000	336	315	474	583	831	5	908	0.00%

Figura 2.49: Reporte general de las evaluaciones del SRM con jmeter

Fuente: Elaboración propia



Finalmente se despliega el grafo agregado en la herramienta Jmeter, el cuál describe los resultados del plan de prueba en base a tiempos de las peticiones correspondientes a las secciones, solicitudes y subprocessos del sistema de recomendación médico, del cual se interpretan los siguientes resultados:

- Las peticiones o solicitudes del Dashboard tuvieron un tiempo de espera de 564 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para listar enfermedades, tuvieron un tiempo de espera de 298 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para registrar nuevas enfermedades, tuvieron un tiempo de espera de 314 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para editar enfermedades, tuvieron un tiempo de espera de 308 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para listar causas, tuvieron un tiempo de espera de 312 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para registrar nuevas causas, tuvieron un tiempo de espera de 306 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para editar causas, tuvieron un tiempo de espera de 299 milisegundos.
- Las peticiones o solicitudes para volver al index.html o sección principal fué de 284 milisegundos.

Se concluye que, únicamente la petición del dashboard sobrepasó el tiempo de espera recomendado, por lo que los tiempos de espera en general, para el sistema de recomendación web son totalmente aceptables . A continuación , en el gráfico 2.50 se muestran el reporte del grafo agregado para el SRM.

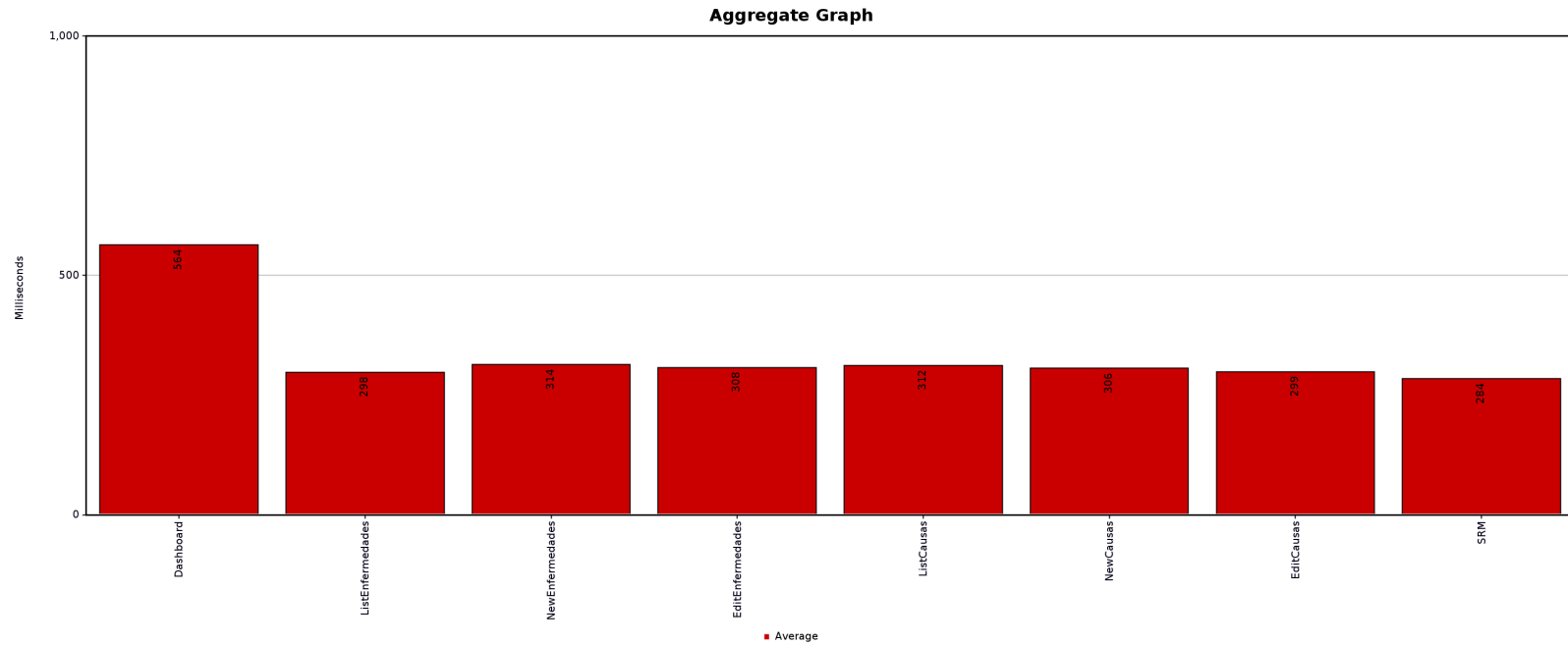


Figura 2.50: Diagrama resumen de todas peticiones en el software SRM

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.6. Pruebas Unitarias

Se hizo uso del framework de testing Junit para hacer pruebas unitarias de las clases java del Sistema de recomendación médico, evaluando el funcionamiento de cada uno de los métodos , para verificar que la funcionalidad es ejecutada correctamente y los resultados fueron los esperados.

Se evaluaron los métodos del Modelo Data Access Object, como por ejemplo las siguientes funciones correspondientes a la clase EnfermedadesDaoImplements:

- `public void testEliminarEnfermedades()`
- `public void testActualizarEnfermedades()`
- `public void testBuscarEnfermedades()`
- `public void testLoadTablaEnfermedades()`
- `public void testTotalEnfermedades()`

Los resultados fueron los esperados comprobando la funcionalidad en un 100 % de todos los métodos correspondientes, como se muestra en la figura 2.51

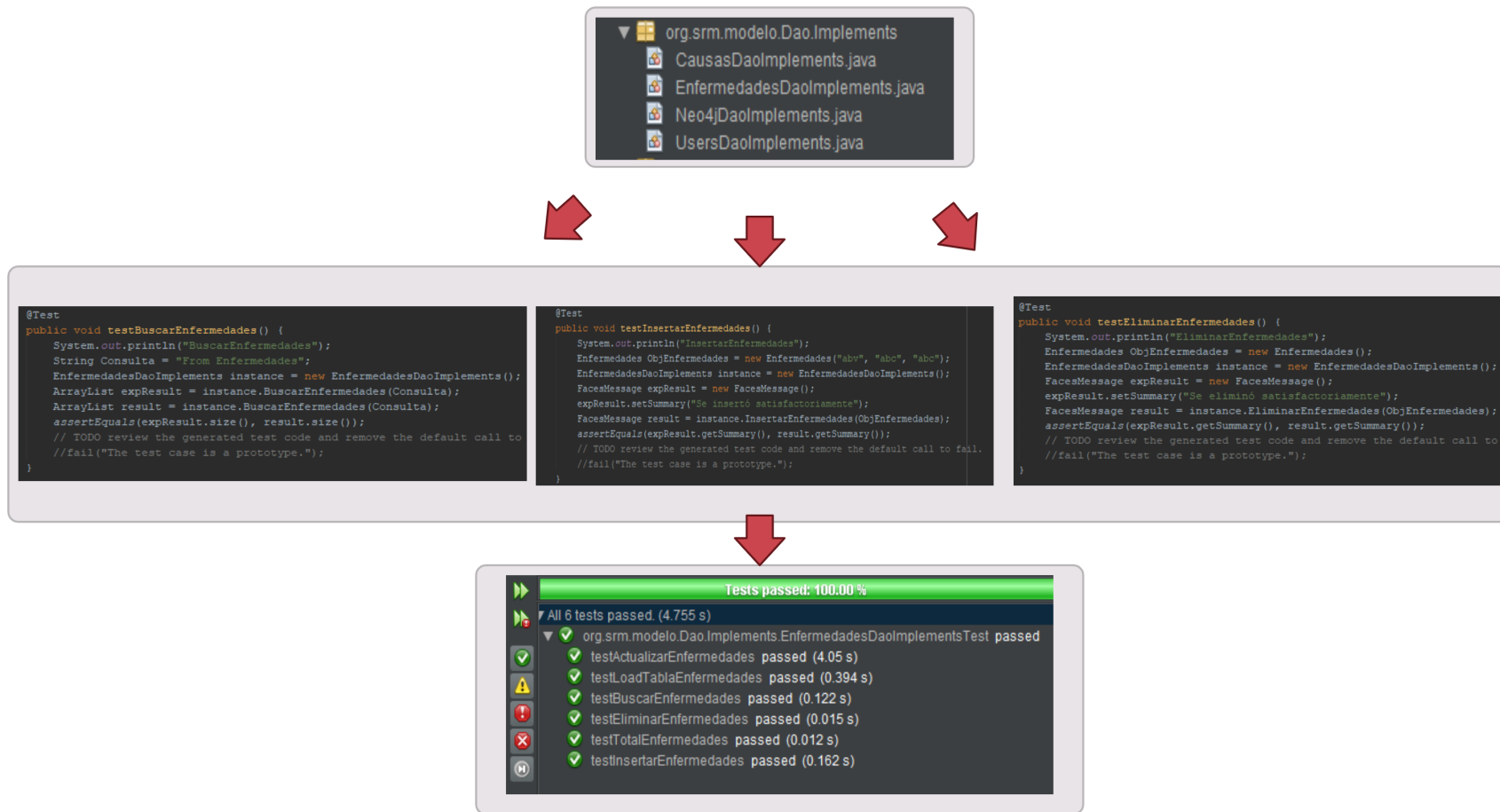


Figura 2.51: Pruebas unitarias con Junit

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Manual de usuario

El siguiente manual de usuario, fue diseñado con el objetivo de establecer los pasos específicos para el manejo del Sistema de recomendación médico, para las siguientes secciones , y son los siguientes

- **Sección del login del Sistema de recomendación médico** : En esta sección se desplegará el formulario de bienvenida, que pedirá el nombre del usuario y su respectiva contraseña, para su posterior validación.

Se procede a llenar las cajas de texto con la información requerida y hacemos click en el boton login para enviar como se muestra en la figura 2.52 a continuación

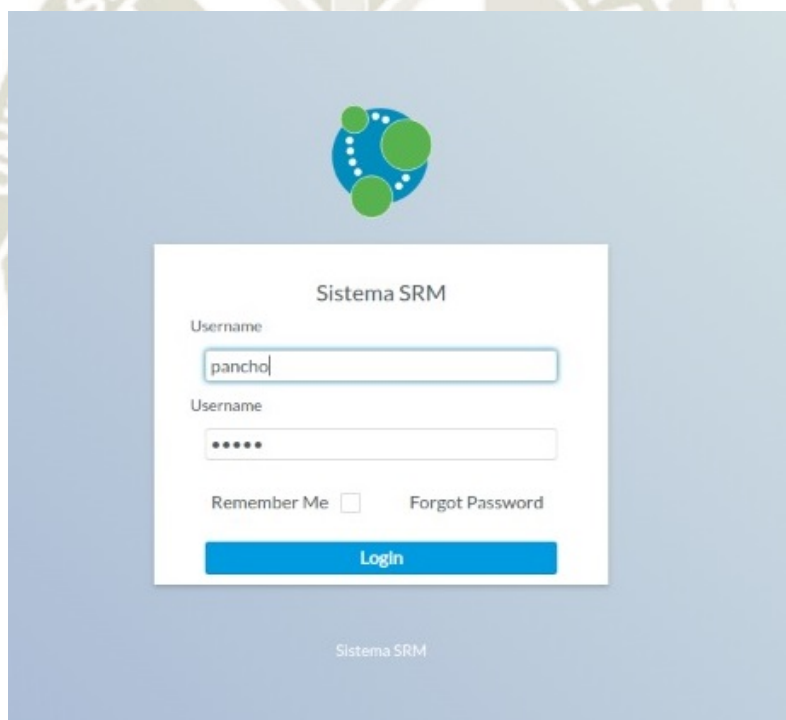


Figura 2.52: Página de login del Sistema de recomendación médico

*Fuente: Elaboración propia*

- **Menú principal de bienvenida** : En esta sección, una vez validada la información ingresada, el sistema de recomendación médico redirecciona al usuario hacia la sección de bienvenida o pagina principal.

A continuación en la figura 2.53 , se muestra el menú principal de la página de bienvenida del Sistema de Recomendación médico.

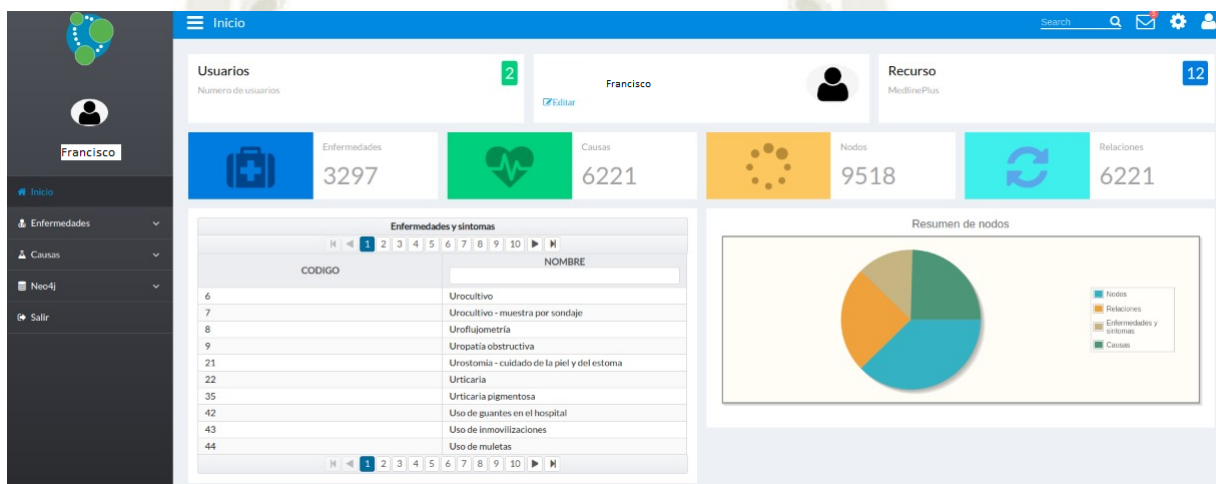


Figura 2.53: Vista completa del menú principal de bienvenida

*Fuente: Elaboración propia*

Esta sección a su vez se divide en:

- **Menú principal o Dashboard** :

Está conformado por las opciones del menú habilitadas para el respectivo usuario en uso, y también por los submenús que se desplegarán respectivamente debajo de cada menú. En la figura 2.54 , se muestra el contenido del menú principal o dashboard, con los menús disponibles: Enfermedades, causas y Neo4j, con sus respectivos submenús:

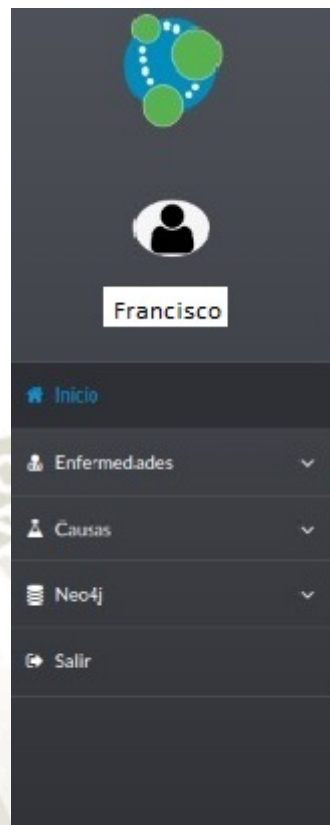
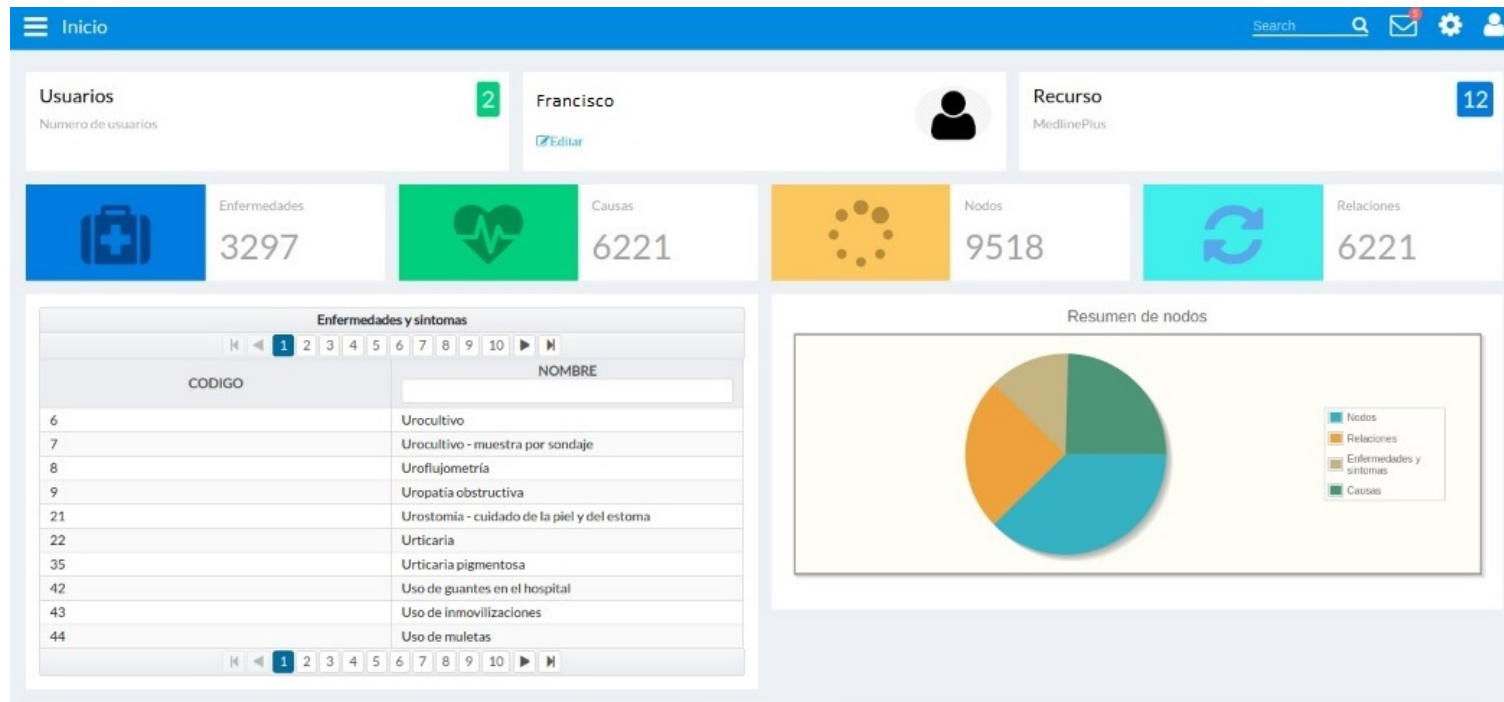


Figura 2.54: *Dashboard o menú principal situada en la parte izquierda*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Sección principal de bienvenida:** En esta sección se despliega los datos generales del estado del sistema de recomendación médico, tales como: Número de enfermedades existentes, número de causas de enfermedades, relaciones existentes, número de nodos, recursos visuales estadísticos y un tabla de búsqueda inicial.
- De la misma forma si usamos el scroll del mouse hacia abajo podemos apreciar representaciones iniciales del grafo en dos vistas disponibles:

En la figura 2.55, se muestran los componentes de la primera parte de la sección principal de bienvenida



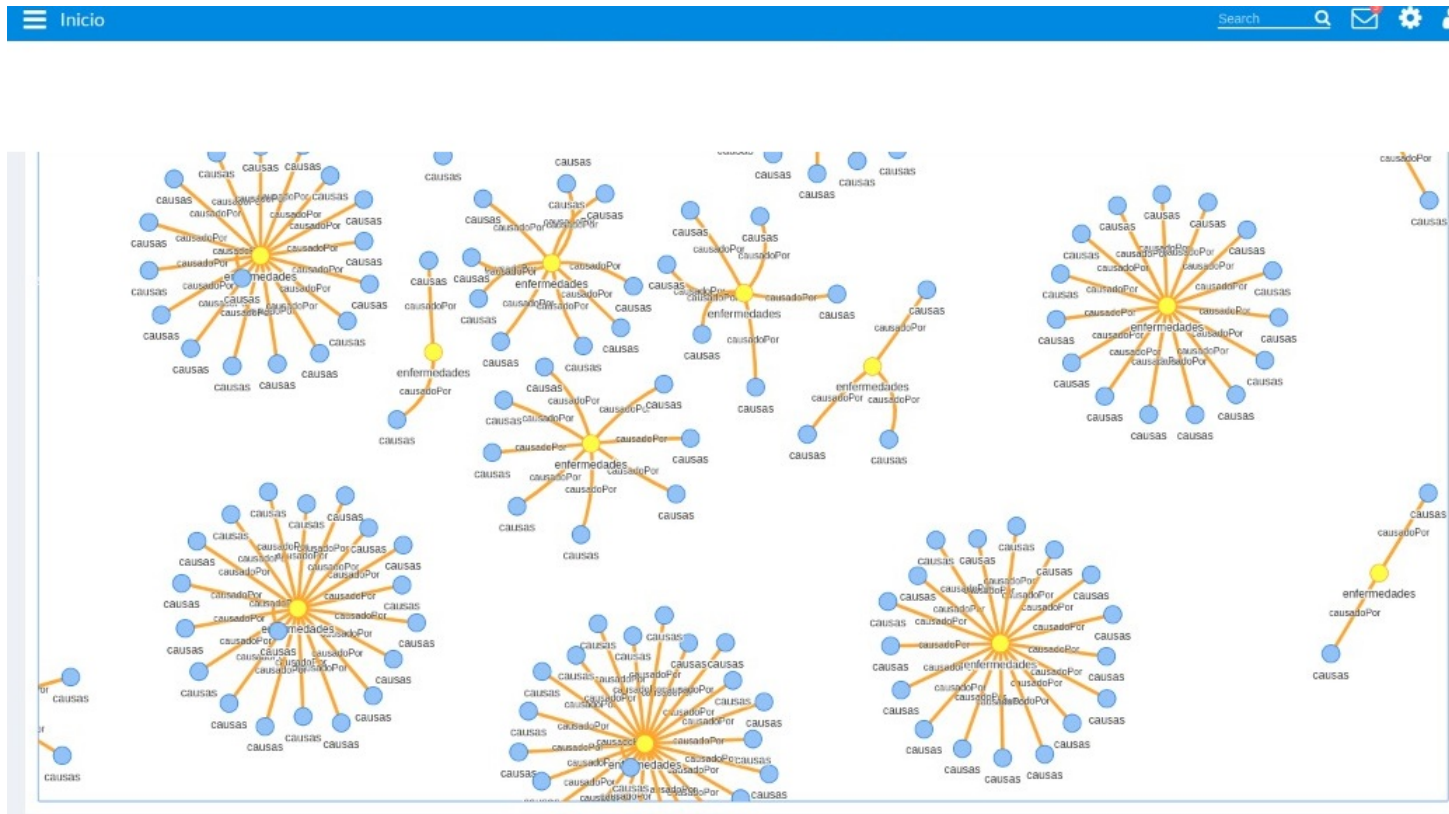
170

Figura 2.55: Dashborad o menú situado en la parte izquierda

Fuente: Elaboración propia



A continuación en la figura 2.56 se muestra la imagen del grafo del sistema en su primera vista.



171

Figura 2.56: Primera vista del grafo del sistema

Fuente: Elaboración propia



- **Sección de enfermedades** : en esta sección se desplegará la información correspondiente a las enfermedades, y accedemos a ella mediante el menu enfermedades, en donde por defecto nos despliega la pagina listar enfermedades.

En la sección listar enfermedades se mostrará un cuadro con las columnas de: Código, nombre y descripción, como se muestra a continuación:

Lista Enfermedades

CODIGO	NOMBRE	DESCRIPCION	url
4461	Dacrioadenitis		article/001625.htm
4462	Daltonismo		article/001002.htm
4463	Daño a los nervios laríngeos		article/001643.htm
4464	Daño hepático inducido por medicamentos		article/000226.htm
4465	Daño neurológico y diabetes		article/000693.htm
4466	Datos sobre las grasas trans		patientinstructions/000786.htm
4467	De regreso al trabajo después del cáncer: conozca sus derechos		patientinstructions/000923.htm
4468	Debilidad		article/003174.htm
4469	Decidir respecto a tratamientos que prolongan la vida		patientinstructions/000468.htm
4470	Decidir sobre la terapia hormonal		patientinstructions/000694.htm

Figura 2.58: Vista de la sección listar enfermedades

Fuente: Elaboración propia

En la sección editar enfermedades, el sistema requerirá llenar la información en las cajas de texto, correspondientes a :código, nombre, Url y descripción, para modificar el registro. Finalmente dando click en el boton Guardar, se guardará el respectivo registro.

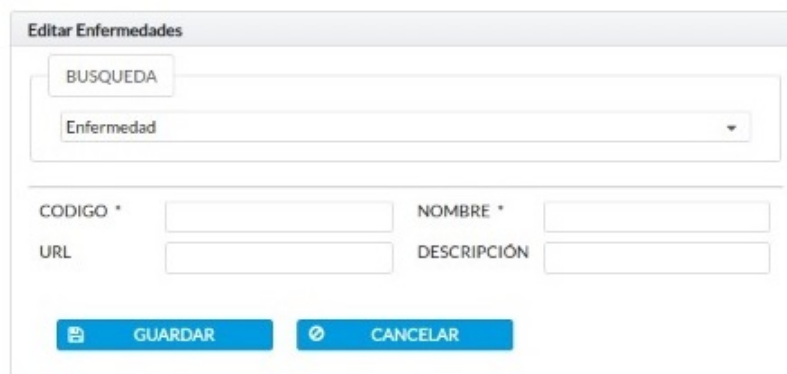



Figura 2.59: Vista de la sección *Editar enfermedades*

*Fuente: Elaboración propia*

En la sección Nueva enfermedad pedirá llenar las cajas de texto en los campos de: Nombre, Url y descripción, para agregar el nuevo registro de la enfermedad, dando un click sobre el botón crear para finalizar el proceso



Nueva enfermedad

NOMBRE \*

Nombre

URL

Uri

DESCRIPCIÓN

Descripción

+ CREAR

Figura 2.60: Vista de la sección Agregar nueva enfermedad

*Fuente: Elaboración propia*

- **Sección de Causas** : En esta sección se desplegará la información correspondiente a las causas de las enfermedades, accedemos a ella mediante el menu causas, en donde por defecto nos despliega la pagina listar causas

En la sección listar causas se mostrará un cuadro con las columnas de: código y descripción, como se muestra a continuación:

CODIGO	Descripcion
10898	Una complicación de una cirugía en el cuello o en el tórax (especialmente una cirugía de tiroides, pulmones, del corazón o de la columna cervical)
10899	Un tubo de respiración en la tráquea (sonda endotraqueal)
10900	Una infección viral que afecta los nervios
10901	Tumores en el cuello o en la parte superior del tórax, como el cáncer de pulmón o de la tiroides
10902	Como parte de una afección neurológica
10903	Amiodarona
10904	Esteroides anabólicos
10905	Pildoras anticonceptivas
10906	Clorpromazina
10907	Eritromicina

Figura 2.61: Vista de la sección listar causas

Fuente: Elaboración propia

En la sección editar causas pedirá llenar la información en las cajas de texto de: código, y descripción, para modificar el registro , finalmente dando click en la opción guardar.

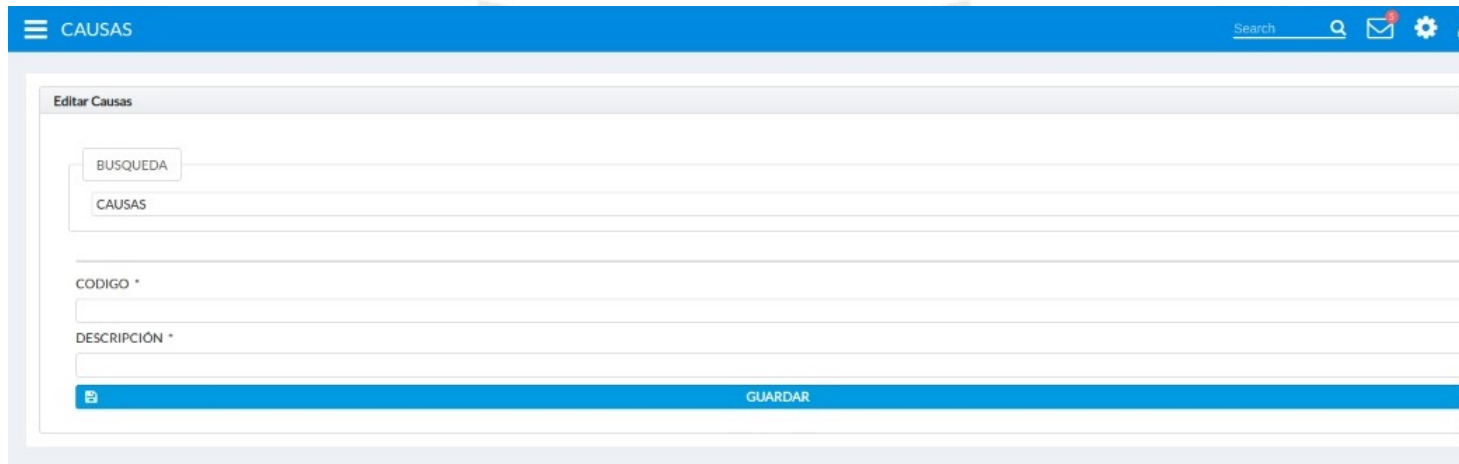


Figura 2.62: Vista de la sección *Editar causas*

*Fuente: Elaboración propia*

En la sección Nueva causa pedirá llenar la caja de texto correspondiente a la descripción, para agregar el nuevo registro de la causa, dando un click sobre el botón crear para finalizar el proceso como se muestra a continuación

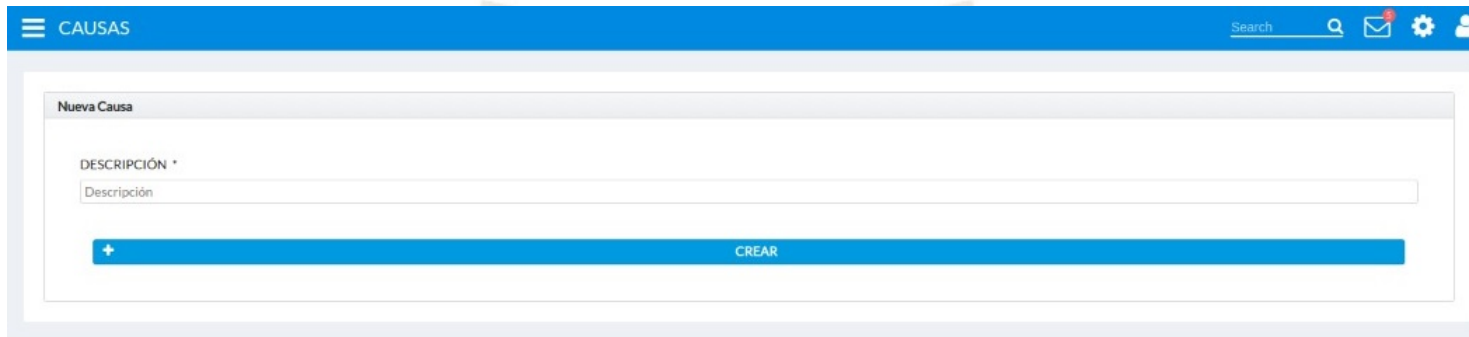


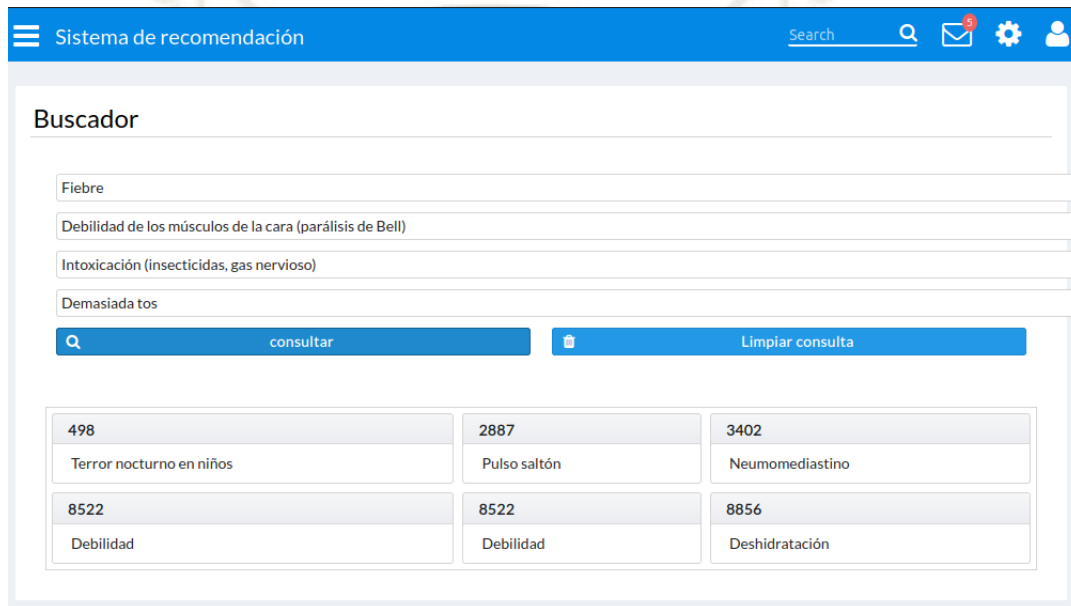
Figura 2.63: Vista de la sección nueva causa

Fuente: Elaboración propia



**Sección de Recomendación** : Se puede acceder a esta sección por medio de el menú Neo4j, en el cuál se desplegará la sección SRM, en donde se requerirá al usuario elegir los respectivos síntomas en el combobox, para poder procesar la información ,que posteriormente con un click en el botón consultar, se desplegarán todas las enfermedades que tienen en coincidencia, en base a los parámetros ingresados.

A continuación en la figura 2.64 , se muestra el proceso de la generación de recomendaciones de enfermedades



498	2887	3402
Terror nocturno en niños	Pulso saltón	Neumomediastino
8522	8522	8856
Debilidad	Debilidad	Deshidratación

Figura 2.64: Sección de recomendaciones

Fuente: Elaboración propia

**Sección buscador de enfermedades :** En esta sección se realiza la búsqueda de la enfermedad objetivo, seleccionandola por medio del combobox, el sistema de recomendación médico procesará automáticamente la petición y desplegará el gráfico correspondiente de la enfermedad requerida.

A continuación en la figura 2.65 , se muestra el proceso del despliegue de la enfermedad y sus nodos de causas respectivamente

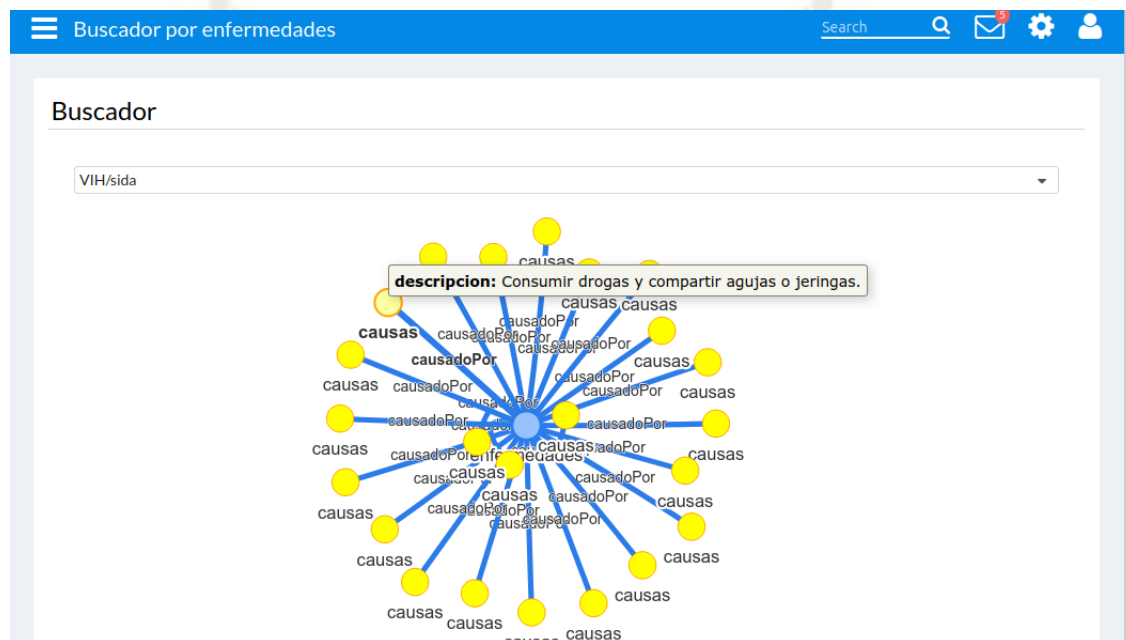


Figura 2.65: *Recomendación a partir de una enfermedad*

*Fuente: Elaboración propia*

Si se presenta un inconveniente en los accesos al Sistema de recomendación médico, este redireccionará hacia la página de error, como se muestra a continuación:

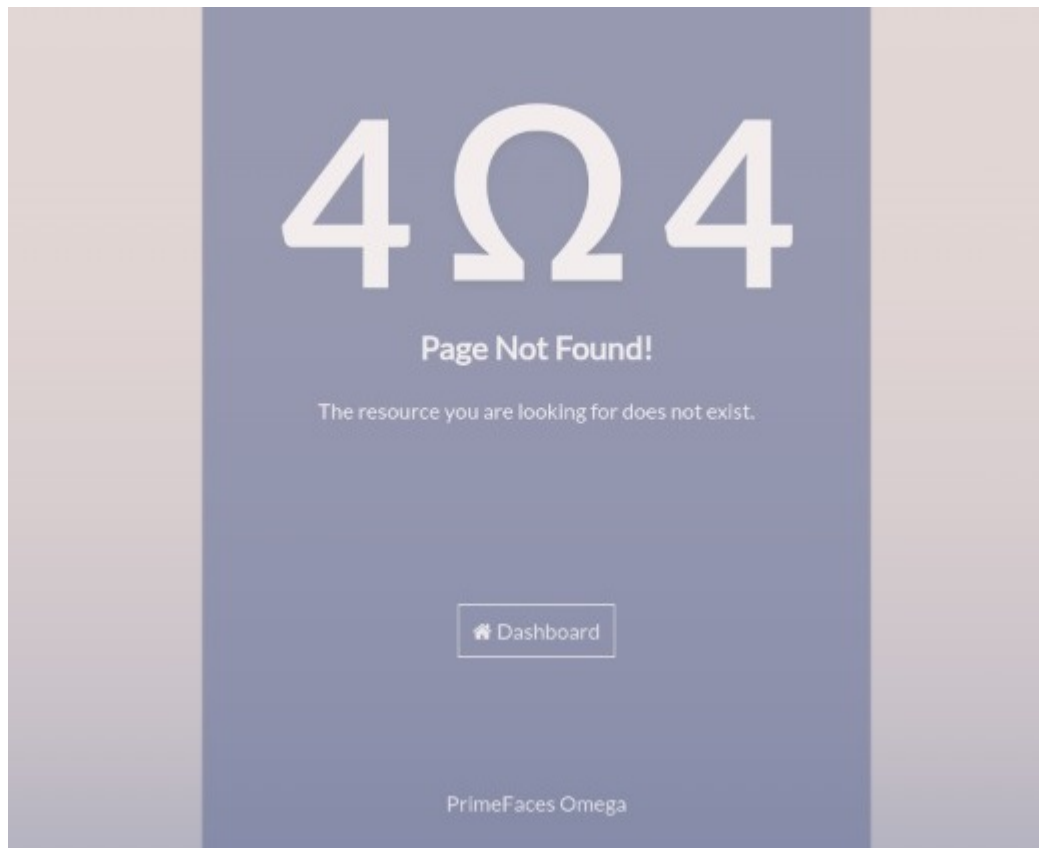


Figura 2.66: Vista de la página de error del SRM

*Fuente: Elaboración propia*

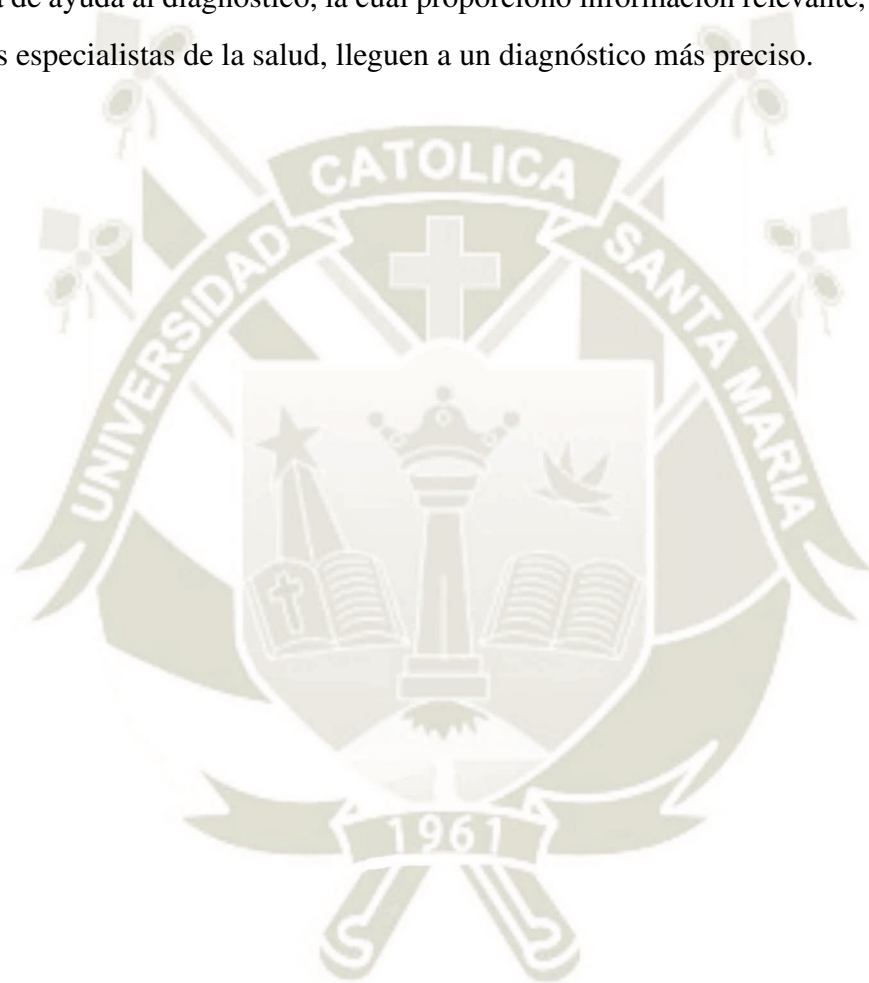
## CONCLUSIONES

Para esta sección, se detallan las conclusiones a las que se llegó, que se derivan de los resultados del proyecto de tesis, y son las siguientes:

1. Se implementó un sistema de información denominado Sistema de Recomendación Médico, que fue capaz de generar recomendaciones y sugerencias, sobre la presencia de alguna enfermedad en base a datos específicos de entrada como síntomas, y que proveyó datos de interés para ser considerados en el proceso de diagnóstico médico de un paciente.
2. Se implementó un modelo de datos nativo basado en grafos o árboles, que gestionó información de síntomas, enfermedades, y sus relaciones, con el objetivo de consolidar un modelo con un alto nivel de relación de datos, en base a un paradigma completamente orientado a la integración con sistemas de software de recomendación.
3. Se investigó y recopiló información sobre los sistemas de software de recomendación, correspondientes a los proyectos de investigación que conforman el estado del arte de esta tesis, que sirvieron como base o fundamento, para el desarrollo del Sistema de recomendación médico.
4. El sistema de recomendación médico fué evaluado con métricas adecuadas en la ingeniería del software que confirmaron su calidad, logrando obtener resultados aceptables en pruebas de accesibilidad, seguridad, estrés, fácil uso del software y unitarias.

5. El sistema de recomendación fue desplegado en una institución de salud pública, y validado por profesionales de la salud, quienes hicieron uso del software, pudiendo haber comprobado su funcionalidad.

6. Finalmente, se concluye que el Sistema de recomendación médico sirvió como una herramienta de ayuda al diagnóstico, la cual proporcionó información relevante, que contribuyó a que los especialistas de la salud, lleguen a un diagnóstico más preciso.



## RECOMENDACIONES

Para esta sección, se enumeran las sugerencias a considerar, tras la realización de este proyecto de tesis, que son las siguientes:

1. Se recomienda, para posibles trabajos futuros, considerar la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, como de aprendizaje automático para simular el criterio de un experto en medicina y se obtengan datos más precisos.
2. Se recomienda, que el Sistema de recomendación médico, pueda integrarse con el módulo de abastecimiento y/o farmacia del hospital, para implementar la funcionalidad de brindar posibles tratamientos en el sistema de recomendación médico.
3. Se recomienda a todo el personal técnico y no técnico, así como al personal asistencial de salud, hacer uso de la herramienta de forma responsable y prudente, para que la información arrojada en los resultados, sea tomada como un recurso referencial adicional, que aportará un panorama general de la situación del paciente, para una mejor toma de decisiones.
4. Se recomienda poner en conocimiento a todos los usuarios del sistema de recomendación médico, que la información provista por el mismo debería ser de carácter estrictamente confidencial, y que la atención de consultas y dudas se darán conforme al criterio de cada profesional de salud.
5. Siendo el SRM un sistema de software de recomendación y sugerencias, la toma de decisiones por parte del profesional de la salud no deberá basarse en solamente sus resultados, sino en la actualización de la base de datos orientada a grafos, que se actualiza de forma permanente.

6. Se recomienda que el Sistema de Recomendación médico en caso de ser comercializado como producto, deberá el equipo de desarrollo estar al tanto de las posibles modificaciones de la fuente de información para una correcta actualización de la data, en la base de datos, debido a que es sabido que el número de nuevas enfermedades y padecimientos se incrementan incesantemente.

7. En los sistemas de recomendación, es preciso el uso de un gestor de base de datos orientado a grafos, ya que podemos llegar a obtener información relevante tras ejecutar consultas. Por consiguiente, el sistema desarrollado para este proyecto de tesis es totalmente recomendable en el sector salud, por su rendimiento y por la capacidad de relacionar enfermedades, síntomas y sus causas en tiempo real.

8. Finalmente, se recomienda que el gobierno siga promoviendo el uso de tecnologías de información entre los miembros pertenecientes de todas las instituciones de salud de todo el país, con la finalidad de que el personal este permanentemente capacitado, y que se genere una integración conjunta de esfuerzos para obtener mejores resultados.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- JSON: Java Script Orientado a la Nomenclatura
- SRM: Sistema de Recomendación Médico
- ORM: Mapeo Objeto Relacional
- MVC: Modelo Vista Controlador
- API: Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones)
- JDBC: Java Database Connectivity (Conectividad a bases de datos de java)
- HTML: Hyper Text Markup Lenguaje(Lenguaje de marcas de hipertexto )
- IDE: Integrated Development Environment (Entorno de desarrollo interactivo)
- TAW: Test de Accesibilidad Web
- WCAG: Content Accessibility Guidelines

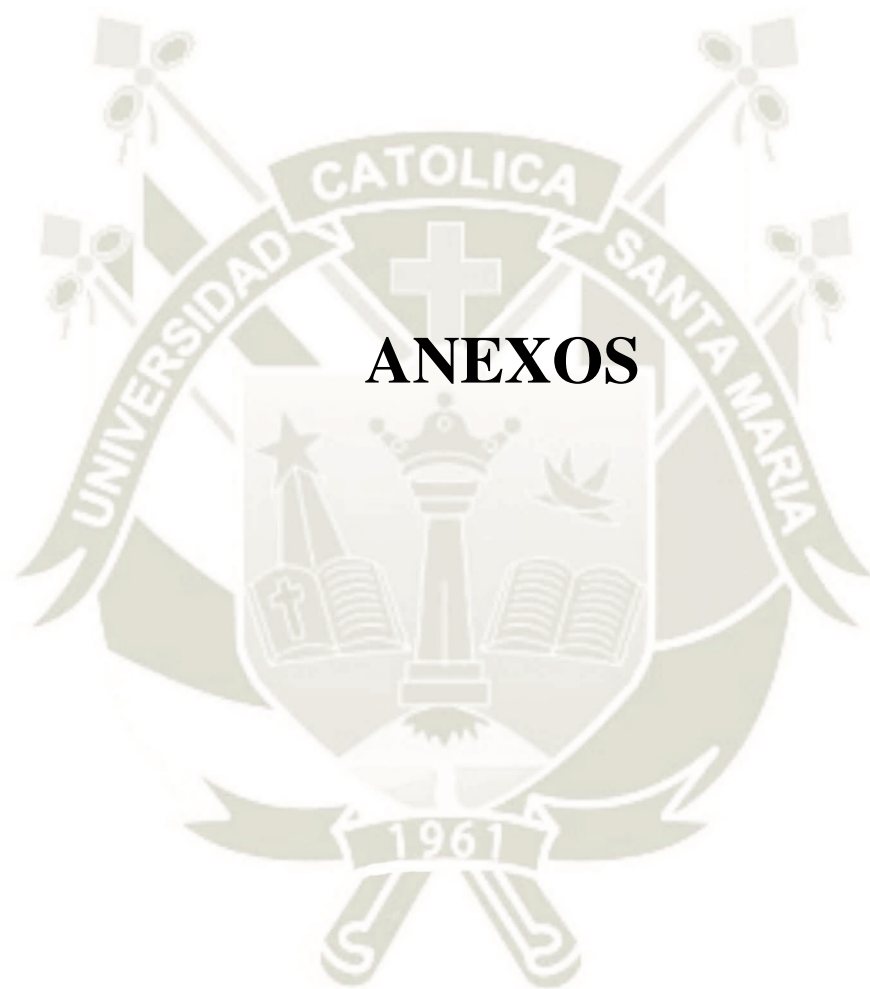


## 2.6. Bibliografía

- Cobo, Á. 2005. *PHP y MySQL: Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web*. Ediciones Díaz de Santos.
- Constantinov, C., M. Mocanu, C. Poteraş, y B. Popa. 2018. Using a graph database for evaluating and enhancing a social reputation engine. En *2018 19th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, páginas 518–523. IEEE.
- Díaz, F. J., C. A. Queiruga, y L. A. Fava. 2007. Struts y javaserver faces, cara a cara. En *IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Flanagan, D. 2006. *JavaScript: the definitive guide*. .ºReilly Media, Inc."
- Frain, B. 2012. *Responsive web design with HTML5 and CSS3*. Packt Publishing Ltd.
- Gauchat, J. D. 2012. *El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript*. Marcombo.
- Gómez, P., T. Guarda, J. Cedeño, A. Benavides, C. Alejandro, G. Mosquera, T. Garcia, y V. Benavides. 2019. Sistemas de recomendación: un enfoque a las técnicas de filtrado. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E18):286–293.
- Gormley, C. y Z. Tong. 2015. *Elasticsearch: the definitive guide: a distributed real-time search and analytics engine*. .ºReilly Media, Inc."
- Groussard, T. 2014. *JAVA 8: Los fundamentos del lenguaje Java (con ejercicios prácticos corregidos)*. Ediciones Eni.
- Guia, J., V. G. Soares, y J. Bernardino. 2017. Graph databases: Neo4j analysis. En *ICEIS*.
- Huang, Z., W. Chung, T.-H. Ong, y H. Chen. 2002. A graph-based recommender system for digital library. En *Proceedings of the 2nd ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, páginas 65–73. ACM.

- Konno, T., R. Huang, T. Ban, y C. Huang. 2017. Goods recommendation based on retail knowledge in a neo4j graph database combined with an inference mechanism implemented in jess. En *2017 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computed, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UI-C/ATC/CBDCCom/IOP/SCI)*, páginas 1–8. IEEE.
- Kuznetsov, S. 2006. Motivations of contributors to wikipedia. *ACM SIGCAS computers and society*, 36(2):1.
- Leon, S. A. y P. Fontelo. 2007. Medlineplus en español and spanish-speakers. En *AMIA Annual Symposium Proceedings*, páginas 1028–1028.
- Mezzanzanica, M., F. Mercorio, M. Cesarini, V. Moscato, y A. Picariello. 2018. Graphdblp: a system for analysing networks of computer scientists through graph databases. *Multimedia Tools and Applications*, 77(14):18657–18688.
- Miller, J. J. 2013. Graph database applications and concepts with neo4j. En *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, Atlanta, GA, USA*, volumen 2324.
- Müller, M. 2018. *Practical JSF in Java EE 8*. Springer.
- Nieto, S. M. G. 2007. Filtrado colaborativo y sistemas de recomendación. *Inteligencia en Redes de Comunicaciones. Madrid*.
- Panzarino, O. 2014. *Learning Cypher*. Packt Publishing Ltd.
- Robinson, I., J. Webber, y E. Eifrem. 2013. *Graph databases*. O'Reilly Media, Inc.
- Schwaber, K. y M. Beedle. 2002. *Agile software development with Scrum*, volumen 1. Prentice Hall Upper Saddle River.
- Slaimi, F., S. Sellami, O. Boucelma, y A. B. Hassine. 2016. A multigraph approach for web services recommendation. En *OTM Confederated International Conferences On the Move to Meaningful Internet Systems*, páginas 282–299. Springer.

- Stark, B., C. Knahl, M. Aydin, M. Samarah, y K. O. Elish. 2017. Betterchoice: A migraine drug recommendation system based on neo4j. En *2017 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCIA)*, páginas 382–386. IEEE.
- Van Bruggen, R. 2014. *Learning Neo4j*. Packt Publishing Ltd.
- Varaksin, O. 2013. *PrimeFaces Cookbook*. Packt Publishing Ltd.
- Vukotic, A., N. Watt, T. Abedrabbo, D. Fox, y J. Partner. 2014. *Neo4j in action*. Manning Publications Co.
- Wita, R., K. Bubphachuen, y J. Chawachat. 2017. Content-based filtering recommendation in abstract search using neo4j. En *2017 21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, páginas 1–5. IEEE.
- Yochum, P., L. Chang, T. Gu, M. Zhu, y W. Zhang. 2018. Tourist attraction recommendation based on knowledge graph. En *International Conference on Intelligent Information Processing*, páginas 80–85. Springer.



# ANEXOS

ANEXO **A**

## Plan de tesis



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y  
FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



PLAN DE TESIS

SOFTWARE DE RECOMENDACIÓN MÉDICO BASADO EN MODELO DE DATOS  
ORIENTADO A GRAFOS CON NEO4J

---

AUTOR: AMÉZQUITA LLERENA, JUAN FRANCISCO

Arequipa-Perú

2019

# 1. Planteamiento del problema

## 1.1. Planteamiento del problema

El desabastecimiento de medicamentos y la falta de equipos e instrumental médico constituyen una problemática grave en el sector de salud a nivel nacional, pero más aún, lo diversos tipos de negligencias que se suscitan a partir de diagnósticos médicos erróneos, basados en estrategias poco precisas y con muchas ambigüedades, en un contexto en donde básicamente influyen una serie de factores intuitivos que generan retrasos en la aplicación de terapias y/o tratamientos correspondientes oportunos. Estas negligencias médicas pueden llegar a ser muy graves y son la principal causa de decesos repentinos en diversos centros asistenciales de salud de nuestro país.

Emitir un diagnóstico médico acertado es de mucha importancia en el manejo de los pacientes, ya que, mediante la suposición de presencia de alguna enfermedad, se realizará la aplicación correcta de procedimientos y terapias. En medicina se trabaja constantemente para emitir diagnósticos confiables y acertados. Sin embargo, los mecanismos y estrategias utilizadas, así como el proceso de determinar la potencial enfermedad en efecto es un proceso muy complejo y poco sistematizado, de modo que, siempre pueden ocurrir errores humanos y retrasar el tratamiento oportuno de la enfermedad, por lo tanto, en tales escenarios, es crucial contar con herramientas apropiadas de ayuda al diagnóstico, de lo contrario podrían generarse consecuencias irreversibles en la salud del paciente y, en el peor de los casos, la muerte.

Las Tecnologías de Información cumplen un papel muy importante como instrumento de apoyo para el profesional de la salud, porque proporcionan información relevante para una mejor toma de decisiones. Para esto se propone el uso de un software de recomendación sobre las enfermedades según sus síntomas, y de tratamientos según los tipos de medicamentos. En efecto, el software permitirá mostrar las relaciones que se crean entre diferentes enfermedades y síntomas para que, el especialista de la salud posea recursos adicionales como referencia, para optimizar el proceso de identificación de la enfermedad y asegurar la fiabilidad de su diagnóstico final.

El software que se desarrollará en esta tesis, utilizará un modelo de datos orientado a grafos con la herramienta Neo4j, se trata de una tecnología de software libre implementada netamente en el lenguaje Java, desarrollada en el año 2006 en Suecia por Neo Technology,

y que actualmente posee importantes beneficios y ventajas sobre los gestores de base de datos relacionales y NoSQL.

## 1.2. Línea y sub-línea de investigación

### 1.2.1. Líneas

- Ingeniería del software
- Sistemas de Información y Bases de datos

### 1.2.2. Sub-líneas

- Gestión del conocimiento
- Gestión de proyectos
- Ingeniería Web
- Diseño de base de datos
- Data Mining-Datawarehouse
- Lenguajes de Consulta

## 1.3. Palabras clave

Neo4j, Sistema de recomendación Médico, Base de datos orientada a grafos.

## 2. Objetivos del proyecto

### 2.1. General

Desarrollar un sistema de recomendación web como herramienta de apoyo para los profesionales de la salud, que nos permita gestionar y optimizar, el proceso de emisión de un diagnóstico médico para que este sea oportuno y preciso. Mediante el uso de un modelo de datos orientado a grafos se establecerán relaciones entre síntomas y enfermedades, lo cual generará una respectiva clasificación ,teniendo en cuenta que la enfermedad que se



sitúe en la primera posición tendrá lugar a ser considerada como potencial enfermedad, información que será delegada al profesional de la salud, y que será usada como instrumento de referencia para tomar una decisión, dictaminar un diagnóstico acertado y optimizar el tiempo de espera de la aplicación de los tratamientos correspondientes al paciente . Asimismo, el software podrá brindar las indicaciones y recomendaciones de uso según el tipo de tratamiento, informará acerca de las precauciones que los pacientes deben de tener en cuenta para asegurar una apropiada administración del medicamento, y asimismo de los posibles efectos adversos que conlleva el uso de dichos fármacos, garantizando así, que los pacientes estén plenamente informados de lo que estuvieran consumiendo.

## 2.2. Específicos

1. Investigar y recopilar información sobre el estado del arte de todos los sistemas de recomendación médicos en los últimos 5 años en el que, se utilice un modelo de datos orientado a grafos.
2. Analizar y escoger la arquitectura de software adecuada para la construcción del Sistema de recomendación médico.
3. Crear un modelo de datos orientado a grafos de síntomas y enfermedades , de la misma forma que, de enfermedades y tratamientos.
4. Evaluar la precisión del software en las recomendaciones de enfermedades, síntomas y tratamientos.
5. Evaluar el fácil uso del software en un centro salud, mediante métricas adecuadas en la ingeniería del software.
6. Desplegar el software propuesto en un centro de salud en la ciudad de Arequipa.

## 3. Fundamentos teóricos

### 3.1. Antecedentes del proyecto

**A migraine drug recommendation system based on Neo4j** [Stark et al., 2017a]

La migraña es una enfermedad común en todo el mundo. No solo afecta enormemente la vida de las personas, sino que también genera altos costos, p debido a la incapacidad

para trabajar o de varios ciclos requeridos de toma de drogas para encontrar el mejor medicamento para un paciente. Resolver este último aspecto podría ayudar a mejorar la vida de los pacientes y disminuir el impacto de las otras consecuencias. Por lo tanto, en este documento, presentamos un enfoque para un sistema de recomendación de medicamentos basado en la base de datos de grafos altamente escalable Neo4J.

El sistema presentado utiliza datos de pacientes simulados para ayudar a los médicos a obtener más transparencia sobre qué medicamento se adapta mejor a un paciente con migraña teniendo en cuenta sus características individuales. Nuestra evaluación muestra que el sistema propuesto funciona según lo previsto. Esto significa que solo se recomiendan medicamentos con puntajes de relevancia más altos y ninguna interacción con las enfermedades, drogas o embarazo de la paciente.

**Managing Data in Healthcare Information Systems: Many Models, One Solution** [Kaur and Rani, 2015]

Debido a que los datos de atención médica provienen de múltiples fuentes muy diferentes, las bases de datos deben adoptar una variedad de modelos para procesarlos y almacenarlos. Un marco persistente polígota combina modelos de datos relacionales, grafos y de documentos para acomodar la variedad de información.

**Graph databases for large-scale healthcare systems: A framework for efficient data management and data services** [Park et al., 2014]

El diseño de un sistema de base de datos para la gestión eficiente de datos y los servicios de datos ha sido uno de los desafíos perdurables en el dominio de la salud. En muchos sistemas sanitarios, los servicios de datos y la gestión de datos a menudo se consideran dos tareas ortogonales; Los servicios de datos se refieren a consultas analíticas y de recuperación, como búsquedas, uniones, extracción de datos estadísticos y algoritmos simples de minería de datos, mientras que la gestión de datos se refiere a la creación de sistemas de bases de datos no redundantes y tolerantes a errores. La brecha entre el servicio y la administración ha dado como resultado sistemas y esquemas de bases de datos rígidos que no admiten análisis efectivos. Crearon una estructura de grafos rica de un RDBMS de atención médica abstraído para ilustrar cómo podemos llenar este vacío en la práctica. Mostramos cómo se puede construir automáticamente un grafo de atención médica a partir de una base de datos relacional normalizada utilizando la transformación propuesta de "Grafo Equivalente 3NF" (3EG). Discutieron un conjunto de consultas de grafos del mundo

real, como encontrar autorreferencias, proveedores compartidos y filtrado colaborativo, y evaluar su rendimiento en una base de datos relacional y su grafo transformado con 3EG. Los resultados experimentales muestran que la representación en grafo sirve como múltiples tablas desnormalizadas, reduciendo así la complejidad en una base de datos y mejorando la accesibilidad a los datos de los usuarios. Sobre la base de este hallazgo, proponemos un marco conjunto de bases de datos para aplicaciones de salud.

### **The Architecture and Datasets of Docear's Research Paper Recommender System** [Beel et al., 2014]

En los últimos años, hemos desarrollado un sistema de recomendación de trabajos de investigación para nuestro software de gestión de referencia (Docear). En este artículo, presentamos la arquitectura del sistema de recomendación y cuatro conjuntos de datos. La arquitectura se compone de múltiples componentes, para rastrear archivos PDF, generar modelos de usuario y calcular recomendaciones basadas en contenido. Apoya a los investigadores y desarrolladores en la construcción de sus propios sistemas de recomendación de trabajos de investigación, y es, según nuestro conocimiento, la arquitectura más completa que se ha lanzado en este campo. Los cuatro conjuntos de datos contienen metadatos de 9,4 millones de artículos académicos, incluidos 1,8 millones de artículos disponibles públicamente en la Web; la red de citas de artículos; información anónima sobre 8.059 usuarios de Docear; información sobre los 52.202 mapas mentales y bibliotecas personales de los usuarios; y detalles sobre las 308,146 recomendaciones que entregó el sistema de recomendación. Los conjuntos de datos son una fuente única de información para permitir, por ejemplo, la investigación sobre el filtrado colaborativo, el filtrado basado en contenido y el uso de software de gestión de referencias y mapas mentales.

## **3.2. Bases teóricas del proyecto**

### **3.2.1. ¿Qué es un sistema de recomendación?**

Los sistemas de recomendación aconsejan a los usuarios sobre productos e información relevantes al predecir el interés en función a varios tipos de información específica [Miller, 2013]. Hay dos métodos de correlación que se aplican naturalmente al modelo de datos orientado a grafos. Son los siguientes:

1. **Elemento para Elemento:** Este modelo es basado en las relaciones de nuevos

elementos con elementos de interés previo.

2. **Usuario para usuario:** Este modelo de los sistemas de recomendación de usuario a usuario dan predicciones basadas en correlaciones hechas al observar como interactúa el usuario con el sistema.

### 3.2.2. ¿Qué es un grafo?

Un grafo es una colección de vertices y aristas, se trata de un conjunto de nodos y relaciones que se conectan entre si. Los grafos representan entidades como nodos y caminos en los cuales dichas entidades relacionan al mundo real [Robinson et al., 2013]. Los grafos están en todo lugar, nos sirve para entender una amplia variedad de conjuntos de datos en diferentes campos tales como: ciencia, gobierno y negocios.

### 3.2.3. Base de datos orientado a grafos Neo4j

Para definir que es un base de datos orientada a grafos, se tiene que definir primero ¿Qué es un grafo?. Un grafo es un objeto que contiene nodos y relaciones. Los nodos tienen propiedades y son organizados por relaciones, las cuales a su vez también tienen propiedades [Miller, 2013]

La base de datos orientada a grafos Neo4j es más fácil de desarrollar y usar cuando la estructura de sus datos coinciden con tu propia forma de pensar y hablar sobre ellos. Neo4j permite almacenar datos de forma más natural desde dominios como redes sociales y motores de recomendación, donde representar los datos como un grafo de nodos interconectados es una opción natural. Neo4j supera significativamente las bases de datos relacionales al consultar datos de los grafos. Admite grandes conjuntos de datos mientras que conserva los atributos completos de la base de datos transaccional [Vukotic et al., 2014].

Los gestores de datos orientados a grafos son también denominados bases de datos NoSQL, pero no son inherentemente lo mismo. Las bases de datos orientadas a grafos como Neo4j tiene como objetivo brindar a los usuarios la mejor manera de administrar la densidad de una red o de una gran estructura de datos [Van Bruggen, 2014].

Existen dos propiedades de las bases de datos orientadas a grafos [Robinson et al., 2013] que, son las siguientes:

1. **almacenamiento subyacente:** Algunas bases de datos orientadas a grafos usan

un almacenamiento de datos nativo, el cual fue optimizado para almacenar y administrar grafos. No todas las bases de datos orientada a grafos utilizan el almacenamiento nativo, sin embargo, algunos serializan los datos de los grafos en base de datos relacionales, base de datos orientado a objetos o base de datos de proposito general.

2. **el motor de procesamiento:** Algunas definiciones de bases de datos orientada a grafos utilizan la adyacencia sin índice, es decir todos los nodos estan conectados fisicamente entre si. Las bases de datos pueden realizar operaciones CRUD (Create, Read, Update and Delete), poseendo ventajas de rendimiento sin utilizar adyacencia sin índices.

### 3.2.4. Beneficios de las base de datos orientadas a grafos

El mundo en el que vivimos podemos modelar casi cualquier cosa en un grafo. Nosotros vivimos en un mundo en el que, se realizan presupuestos como cronogramas de proyectos, estandares corporativos y productos básicos con un conjunto de habilidades. Una base orientada a grafos proporciona un modelo de datos potente pero novedoso. Las bases de datos orientadas a grafos ofrece un modelo de datos extremadamente flexible y un modo de entrega alinado con las practicas agiles de entrega de software de hoy [Robinson et al., 2013]. Los beneficios más resaltantes son los siguientes:

- **Rendimiento:** Las bases de datos orientadas a grafos tienen mejor rendimiento en las conexiones y transacciones en contraste con las bases de datos relacionales y las bases de datos NoSQL. El rendimiento de una base de datos orientada a grafos no se deteriora si va creciendo el conjunto de datos.
- **Flexibilidad:** Las bases de datos orientadas a grafos son flexibles, porque podemos añadir nuevos nodos, etiquetas, relaciones y sub-grafos a la estructura existente del modelo, sin que alteremos las existentes consultas y la funcionalidad de la aplicación.
- **Ágilidad:** Las bases de datos orientadas a grafos son sencillas a la hora de realizar el mantenimiento. Debido a la naturaleza de las base de datos orientadas a grafos nos permite evolucionar la aplicación de una forma controlada.

### 3.2.5. Características de Neo4j

Las características de Neo4j según el libro [Robinson et al., 2013] son las siguientes:

- **Escalabilidad horizontal:** permite agregar fácilmente más nodos al sistema, esto en la versión empresarial, pero en la versión comunitaria se tiene acceso a una escalabilidad vertical [Guia et al., 2017].
- **Lenguaje de consultas propietario:** Neo4j posee un lenguaje de consulta cifrado llamado Cypher, que nos permite realizar transacciones optimamente [Guia et al., 2017].
- **Almacenamiento basado en disco:** el almacenamiento está basado en disco mediante sistemas de archivos propietarios [Guia et al., 2017].
- **Inegridad basada en ACID:** son propiedades de las bases de datos para garantizar la validez incluso cuando hay errores, etc [Guia et al., 2017].
- **Interfaz amigable:** Neo4j posee una interfaz amigable intuitiva y accesible [Guia et al., 2017].

### 3.2.6. Lenguaje de consultas Cypher

Es un lenguaje de consultas para las propiedades de los grafos con Neo4j, fue diseñado e implementado como parte de esta base de datos y es actualmente usada en numerosos proyectos comerciales, industriales y de investigación [Francis et al., 2018a].

Cypher es un lenguaje declarativo inspirado en SQL. En la versión de Cypher gobernado por OpenCypher, se define una semántica formal de características principales de consultas incluida su variante en las propiedades del modelo de datos orientado a grafos [Francis et al., 2018b]. Además, nos provee capacidades para procesos tales como: consultas, modificar data, así como especificar las definiciones de los esquemas.

En Cypher, los tipos de datos se dividen en dos grupos:

- Básicos:
  - Booleano: puede tomar como valores verdadero o falso.
  - Integer: entero de 64 bits (equivalente al tipo long en Java).
  - Float: coma flotante de 64 bits (equivalente al tipo double en Java).
  - String: valor de tipo texto.

- List: lista de elementos ordenados (equivalente al tipo listen Java).
- Map: mapa de pares clave/valor (equivalente al tipo mapen Java).
- De estructura:
  - Node: almacena un nodo del grafo con sus propiedades.
  - Relationship: almacena una relación del grafo con sus propiedades.
  - Path: almacena una ruta en el grafo.

## 4. Presentación del proyecto

### 4.1. Justificación

En la actualidad somos testigos que, en Perú la tasa de mortalidad por negligencias alcanza índices alarmantes en los diferentes centros de salud; en la mayoría de casos los pacientes no son atendidos adecuadamente por una serie de factores, siendo los más concurrentes : la impericia , imprudencia, prescripción inadecuada de medicamentos, y errores en el diagnóstico. Siendo este último el más resaltante, debido a que a que en la mayoría de casos, no se usaron todos los medios posibles para detectar el padecimiento exacto y en un periodo de tiempo conveniente, por ende, este proyecto nace con la convicción de erradicar la "pérdida de oportunidad", este aspecto se refiere a todas las consecuencias generadas por retrasar el diagnóstico, descartando tratamientos que hubiesen tenido efecto en su totalidad contra la enfermedad si se hubiesen aplicado oportunamente. Además, es de conocimiento que, diversas enfermedades presentan los mismos síntomas primarios, y que ciertos tipos de enfermedades surgen a partir de otras no diagnosticadas, ni tratadas apropiadamente.

A partir de los factores mencionados anteriormente, la motivación principal de este proyecto es de desarrollar un sistema de recomendación basado en un modelo de datos orientado a grafos que, sea lo más confiable y exacto al momento de brindar información de respaldo para una correcta toma de decisiones, de esta manera el especialista tendrá la capacidad de, proponer exámenes auxiliares convenientes, tener un rango de posibles enfermedades como referencia, detectar enfermedades comunes y encontrar patrones de enfermedades complejas, en este contexto, los especialistas podrán brindar un mejor servicio y a largo plazo salvarán mas vidas humanas . Esta idea surge a partir de los avances

tecnológicos que, nos permiten pensar en nuevas dimensiones de análisis de datos para detectar enfermedades en base a las relaciones que existen entre sus características y particularidades, como los que se describen en los artículos [Stark et al., 2017b, Guia et al., 2017].

## 4.2. Resumen del proyecto

Software de recomendación de diagnósticos médicos basado en un modelo de datos orientado a grafos con Neo4j

### 4.2.1. Descripción del proyecto a medio y largo plazo

- A medio plazo, el sistema de recomendación médico propuesto en este proyecto, será desplegado en la ciudad de Arequipa en un centro salud del estado. Además, el software será capaz de diagnosticar enfermedades comunes y concurrentes en la población arequipeña. Asimismo propondrá tratamientos específicos en la especialidad de Medicina General
- A largo plazo, el sistema de recomendación médico propuesto en este proyecto será desplegado a nivel nacional y será capaz de brindar información valiosa, para diagnosticar enfermedades complejas en diversas especialidades.

### 4.2.2. Usuarios del proyecto

- Especialistas de la salud (médicos, enfermeras, obstetras, etc)
- Pacientes

### 4.2.3. Beneficios

- Disminución de negligencias médicas por diagnósticos médicos erróneo.
- Reducción de tiempo del proceso de emisión del diagnóstico médico.
- Detectar patrones de enfermedades, síntomas y tratamientos para la toma de decisiones.



#### 4.2.4. Localización

El software propuesto, se desplegará en un servicio en la nube proporcionado por Microsoft Azure, el que, nos brindará el alojamiento del modelo de datos orientado a grafos y también, nos permitirá desplegar el sistema propiamente dicho. Es importante mencionar los beneficios de Azure, tales como: seguridad, escalabilidad, disponibilidad, flexibilidad y calidad del servicio.

El equipo humano de gestión podrá conectarse remotamente para realizar los respaldos de la base de datos y para realizar actualizaciones del sistema tales como: cambios en la interfaz gráfica del usuario y/o cambios en el algoritmo de recomendación. Los usuarios que interactúan directamente con el propuesto software, operarán desde los centros de salud en Arequipa

#### 4.2.5. Impacto y sostenibilidad del proyecto

El diagnóstico clínico acertado ayudará a que, el especialista de la salud pueda prescribir medicamentos y proponer procedimientos adecuados oportunamente, programar terapias e intervenciones quirúrgicas y descartar enfermedades graves de menor incidencia en base a resultados de exámenes auxiliares. Los especialistas de la salud al utilizar el propuesto software tomarán mejores decisiones , para prevenir el deterioro de la salud del paciente y reducir la tasa de mortalidad.

No se puede concebir la idea de que los especialistas de la salud y/o sus actividades puedan ser reemplazados, es muy importante esclarecer que el software propuesto será una herramienta de apoyo crucial, que será capaz de detectar patrones y relaciones entre enfermedades y síntomas, y de la misma forma entre enfermedades y tratamientos. Asimismo será de gran utilidad para la prevención de enfermedades graves que pueden desencadenar una epidemia o consecuencias irreversibles para la salud del paciente.

#### 4.2.6. Riesgos que debemos afrontar

Se ha identificado los siguientes riesgos:

- El sistema de recomendación no sea suficientemente preciso y genere desaciertos en el proceso de emisión del diagnóstico clínico.

- El sistema propuesto no sea amigable o fácil de usar para los especialistas de la salud.
- El modelo de datos orientado a grafos no sea capaz de brindar un significado correcto al diagnóstico, por las relaciones ambiguas que puedan existir.
- Finalmente el riesgo más grande es que, el modelo de datos orientado a grafos sea muy extenso y tenga un rendimiento inesperado.

## 5. Plan de implantación del proyecto

### 5.1. Definición del proyecto

#### 5.1.1. Aspectos técnicos

Las tecnologías que el proyecto requiere para funcionar son las siguientes:

- **Tecnologías de front-end**

1. HTML5: Es un lenguaje de etiquetas en su quinta versión que constituye un estándar para la construcción de páginas web en la world wide web.
2. CSS: Es un lenguaje cuyo acrónimo es CSS (hojas de estilo en cascada en español). Esta tecnología nos permite definir la presentación, aplicar diferentes estilos y personalizar el sitio web.
3. JSF: Es un marco de trabajo para aplicaciones que utiliza JSP para desplegar las páginas. Esta tecnología simplifica el desarrollo de las interfaces cuando se utiliza Java EE.
4. JavaScript: Es un lenguaje de programación interpretado que, proporciona importantes efectos, cabe señalar que este lenguaje de programación es del lado del cliente. Basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico
5. JQuery: Es un marco de trabajo basado en JavaScript que, nos permite simplificar e interactuar con los componentes del DOM (Document Object Model).

- **Tecnologías de back-end**

1. JavaEE: Es una tecnología propia de Oracle que, nos permite desarrollar software de gran emvergadura y constituye un estándar en la industria para desarrollar aplicaciones Java de lado del servidor.
2. Hibernate: Es una herramienta de mapeo objeto relacional para Java que, nos permite mapear atributos de una base datos relacional a archivos XML o anotaciones en los beans, para simplificar la manera de trabajar con base de datos en el back-end.
3. Cypher: Es un lenguaje de consultas declarativo que, nos permite realizar consultas de manera eficiente en un gestor de datos basados en grafos Neo4j.

#### ■ Tecnologías de base de datos

1. MySQL: Es un sistema de gestión de base de datos relacional basado en un lenguaje estructurado para las consultas.
2. Neo4j: Es un sistema de gestión de base de datos basado en grafos escrito netamente en Java, el cual almacena la datos estructurados en grafos en lugar de en tablas.

#### 5.1.2. Aspectos económicos

En está sección se traduce los beneficios del proyecto de forma monetaria de la siguiente manera:

- Disminución de negligencias médicas, Dismunición de multas a las entidades de salud y a los respectivos especialistas médicos: El software que se pretende desarrollar, optimizará costos, evitando el uso de recursos innecesarios destinados para diagnosticar, tales como: Exámenes específicos de laboratorio, exámenes sofisticados de Imagenología y de ayuda al diagnóstico, etc. Además de la prevención de posibles multas a los centros de salud y a los especialistas que cometan negligencias. Esto se debe a que, con un diagnóstico acertado los errores serán mínimos, y se mejorará la toma de decisiones. El valor económico estimado será proporcional al hipotético monto referente a la infracción cometida por parte del especialista, por ende el software propuesto será de mucha utilidad para evitar dichas sanciones que perjudiquen a la institución a medio y largo plazo.

- Detecta patrones de enfermedades complejas, tratamientos y síntomas: se reducen costos de procedimientos médicos sofisticados y/o específicos, tratamientos especializados u otros, al detectar oportunamente el padecimiento y tratarlo eficazmente, esto se debe que el software de recomendación al detectar patrones de enfermedades comunes y de menor relevancia, pues se evitará el desarrollo de enfermedades mas complejas, por ende. El valor económico estimado será proporcional a la cantidad de recursos económicos que se evitaran destinar en procedimientos muy costosos, que en la mayoría de casos el paciente no puede abonar.

### 5.1.3. Aspectos comerciales

El proyecto que se pretende desarrollar, tiene los siguientes aspectos:

- En la comercialización del software, se venderá el proyecto como un servicio, es decir se ofrecerán paquetes con licencias anuales que permitá el uso del software a 100 usuarios.
- El software que se pretende desarrollar es un sistema de recomendación de diagnósticos clínicos. Es un software de ayuda al diagnóstico, reducirá el margen de error. Asimismo, se trata de un proyecto que no se ha desarrollado en la actualidad, será lanzado como un producto innovador en el ámbito médico y tendrá acogida en diversos centros médicos públicos y privados

### 5.1.4. Recursos del proyecto

- Recursos Humanos: En este proyecto de tesis, se requiere de un desarrollador de aplicaciones web con altos conocimientos en Java EE.
- Recursos de Hardware: El servidor en el que, se desplegará el software debe tener las siguientes especificaciones técnicas: Tener un procesador Xeon Phi de 12 nucleos y 4.1 Ghz de frecuencia, un disco duro de 4TB de capacidad de almacenamiento, y por último la memoria RAM debe ser de 32GB.
- Recursos de Software: El servidor estará configurado en Linux en la distribución de Ubuntu server 18, Java con el JRE 11, MySQL en su versión 8, y finalmente Neo4j en su versión 3.4.15. last release

## 6. Metodología a emplear

En el proyecto que se pretende desarrollar, se utilizará la metodología ágil SCRUM. Esta metodología está diseñada con el objetivo de adaptarse a cambios en los requerimientos, de tal forma que el producto pueda adaptarse a las necesidades del cliente en tiempo real. La mayor ventaja de SCRUM es que, nos permite entregar un producto que realmente cumpla con las necesidades del cliente, es decir consigue la satisfacer todas sus necesidades.

Para este proyecto de tesis, se escogió SCRUM porque se considera que, es la más adecuada metodología ágil. SCRUM se divide en varios SPRINT (iteraciones definidas por el equipo de desarrollo) que duran de 2 a 4 semanas de trabajo, en el que se presentarán los avances y metas alcanzadas [Schwaber and Beedle, 2002]. Para cada SPRINT se programarán reuniones diariamente y al final de cada SPRINT habrá una retrospectiva en la que, se describen los puntos de mejora y las dificultades en la iteración. La Figura 1 muestra el desarrollo de la metodología ágil SPRINT.

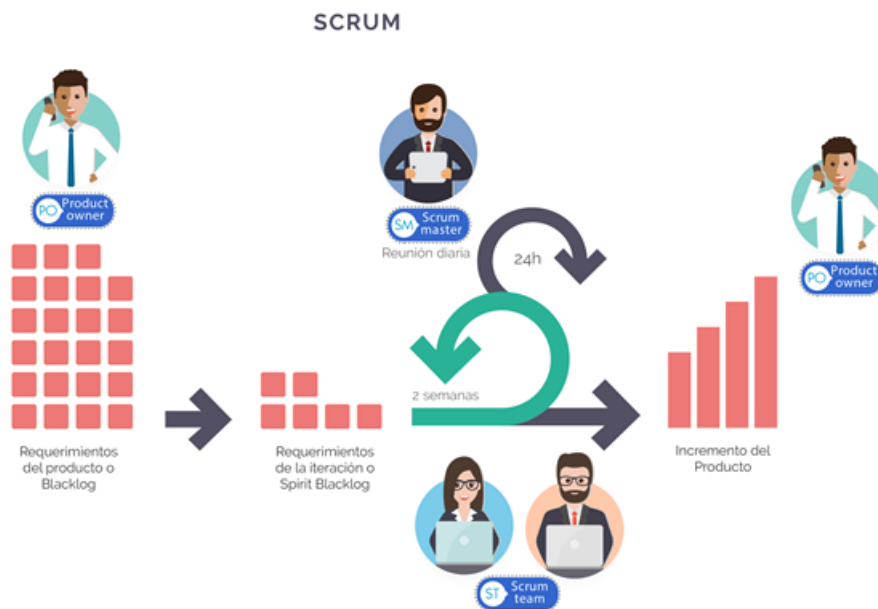


Figura 1: *Flujo de trabajo de SCRUM*

a) **Análisis:** Para el analisis del proyecto, se tiene lo siguiente:

- Viabilidad: Se basará en un estudio de mercado, factibilidad técnica, factibilidad legal y factibilidad económica del proyecto. Nos basaremos en [Cairo et al., ].
  - Definición de requisitos: Se basará en el estándar IEEE 830-2015, el cual es un conjunto de recomendaciones para la especificación de requerimientos de software que, tiene como propósito la documentación final de requerimientos funcionales, y no funcionales estipulados.
  - Modelado Funcional: Para el modelado funcional se basará en UML (Lenguaje Unificado para Modelado), utilizando los diagramas más importantes como: diagramas de clase, diagramas de casos de uso, diagramas de secuencia, diagramas de estado, etc.
- b) Diseño:** La arquitectura del software que se va a utilizar es el MVC (Modelo Vista Controlador). En el recurso de datos relacional se tendrá el diseño Entidad-Relación. En el recurso de datos basado en grafos, se tendrá el modelo en grafos con nodos y relaciones existentes. En el funcionamiento del sistema se tendrán como modelos los diagramas de UML que, es un estándar internacional para reducir la complejidad del sistema en un lenguaje modelado unificado para modelado orientado a objetos, y así poder planificar y documentar como se construye el software apropiadamente.
- c) Implementación:** Para la implementación se utilizará el lenguaje de programación Java, esto se debe a que, el equipo humano posee un conocimiento avanzado de programación orientada a objetos. Asimismo, por los grandes beneficios que Java nos ofrece, tales como: es multi-plataforma, escalable, robusto, distribuido y seguro. En el despliegue utilizaremos un VPS (Servidor Privado Virtual) mediante el servicio de la plataforma en la nube, Microsoft Azure. Como recursos de datos, se utilizarán dos tecnologías diferentes: un modelo de datos relacional mediante MySQL, y un modelo de datos basado en grafos mediante Neo4j.
- d) Pruebas:** Se desarrollarán las siguientes pruebas:
- Se plantearán casos de prueba para verificar el correcto funcionamiento del software.
  - Se realizarán pruebas de accesibilidad mediante los lineamientos de la WCAG con el uso de la herramienta TAW.

- Se realizarán pruebas de facil uso del software mediante encuestas y cuestionarios con la herramienta SurveyMonkey.
- Se realizarán pruebas de carga y estress mediante la herramienta Jmeter.
- Se realizarán pruebas de seguridad mediante casos de prueba que verifiquen los correctos roles de acceso de los usuarios.

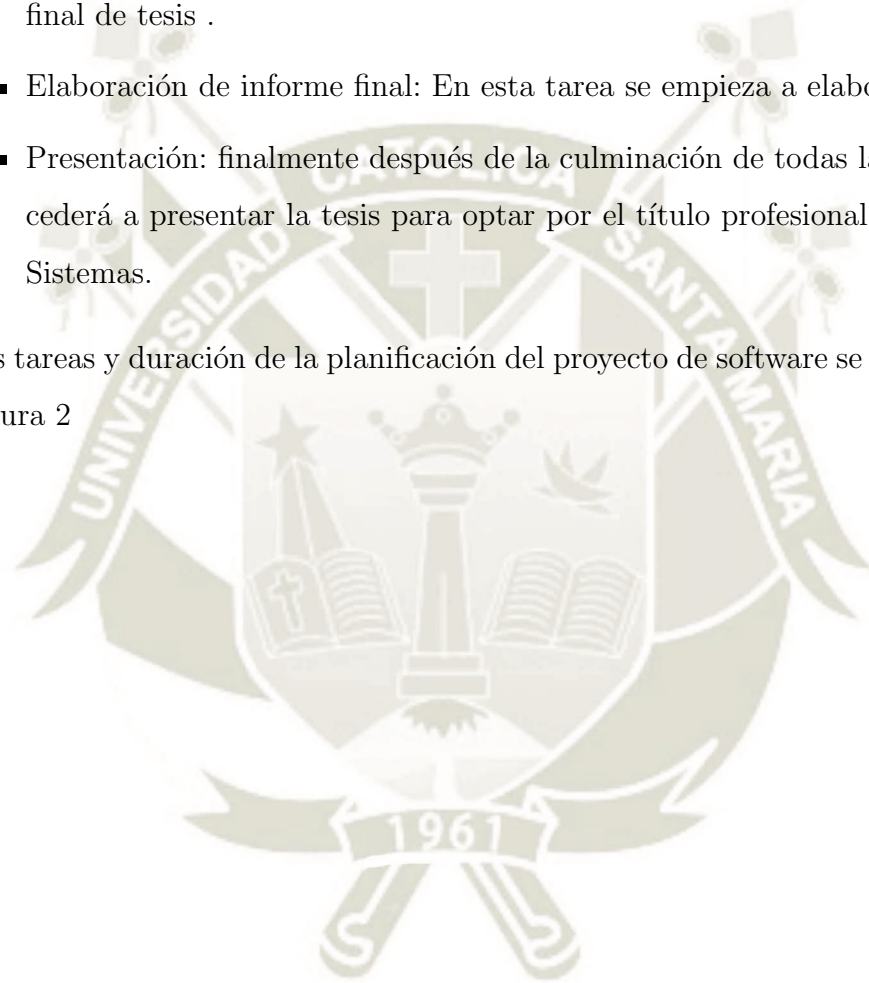
## 7. Plan de trabajo

La planificación de trabajo para este plan de tesis, se divide en dos etapas:

1. Planeamiento teórico: Esta etapa tiene una duración de 31 días, se tienen las siguientes tareas:
  - Planteamiento del problema: Se describe el problema que motiva el querer desarrollarr este proyecto de tesis.
  - Justificación: Se describe el porque es importante resolver el problema.
  - Objetivos: Se identifican y definen: el objetivo general y los objetivos específicos.
  - Marco teórico: se describe los antecedentes del proyecto o estado de arte, se identifican todos los trabajos relacionados al que se está planteando. Además, se describen los conceptos claves para entender el desarrollo del proyecto.
2. Planeamiento operacional: Esta etapa tiene una duración de 151 días, se tienen las siguientes tareas:
  - Análisis y diseño: En esta tarea se desarrollarán los diagramas de UML, el modelo de la arquitectura del softwarte, los modelo de datos relacional y basado en grafos, la recolección de requerimientos, y el producto final será un documento de requerimientos basados en el estandar IEEE-830-2015.
  - Implementación: En esta tarea se empieza a diseñar en base a la documentación de la IEEE-830-2015. Se utiliza las herramientas y lenguajes de programación para el desarrollo del software.

- Pruebas de software: En esta tarea se realizan los casos de uso adecuados para las pruebas de funcionalidad. Además, se realizarán pruebas de carga, pruebas de estrés, pruebas de accesibilidad y de fácil uso del software.
- Documentación y mantenimiento: Se creará en esta tarea, el manual de usuario del sistema y el manual de despliegue del software.
- Formulación de informe final: Se creará la estructura adecuada para el informe final de tesis .
- Elaboración de informe final: En esta tarea se empieza a elaborar la tesis .
- Presentación: finalmente después de la culminación de todas las tareas se procederá a presentar la tesis para optar por el título profesional de Ingeniero de Sistemas.

Todas las tareas y duración de la planificación del proyecto de software se podrá visualizar en la Figura 2





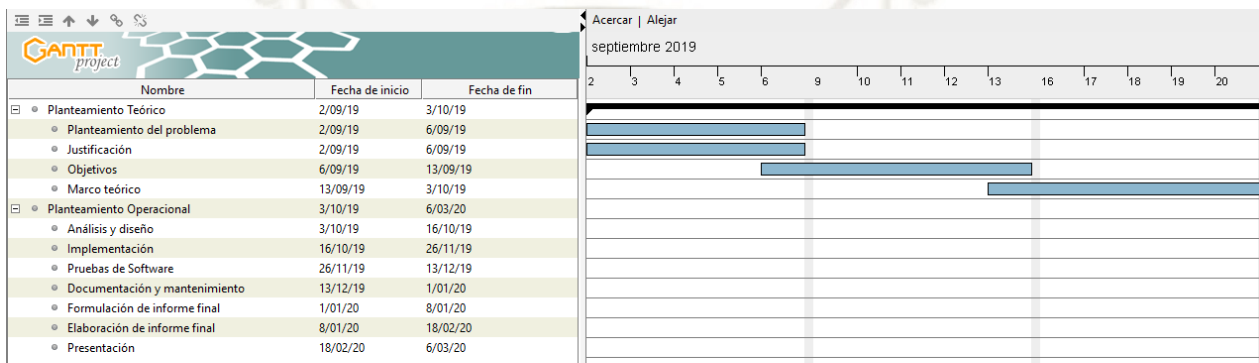


Figura 2: *Planificación de proyecto de tesis*

## 8. Referencias

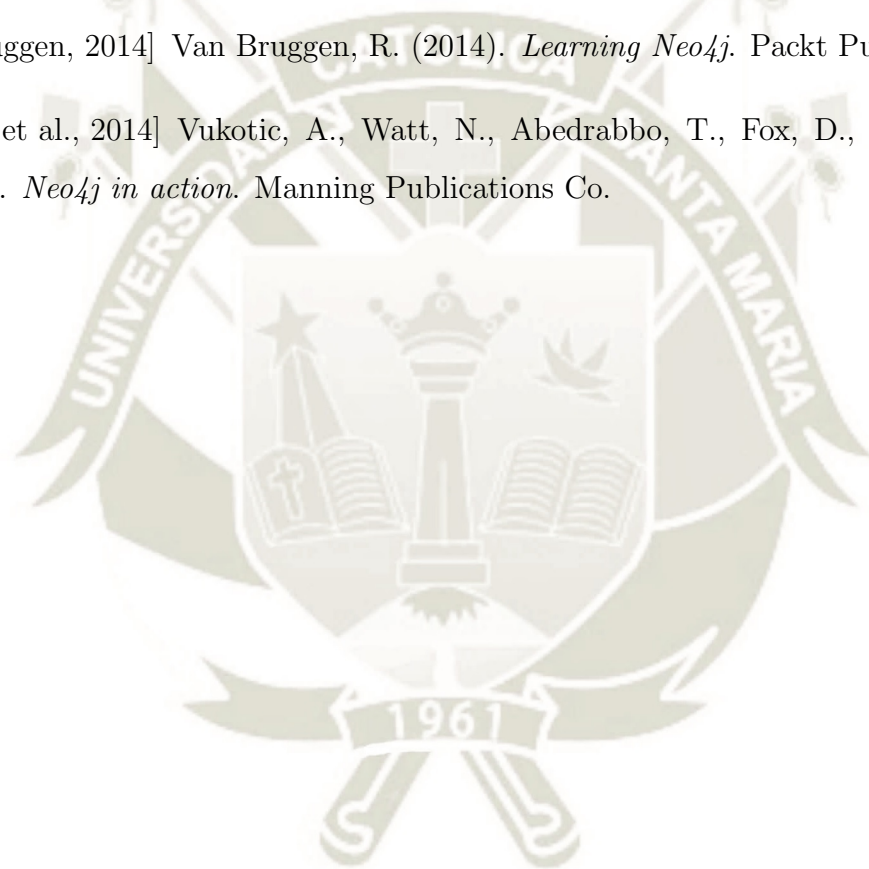
- [Beel et al., 2014] Beel, J., Langer, S., Gipp, B., and Nürnberger, A. (2014). The architecture and datasets of docear’s research paper recommender system. *D-Lib Magazine*, 20(11/12).
- [Cairo et al., ] Cairo, V. R., García, R. B., and Lucero, L. C. *Formulación y evaluación de proyectos*.
- [Francis et al., 2018a] Francis, N., Green, A., Guagliardo, P., Libkin, L., Lindaaker, T., Marsault, V., Plantikow, S., Rydberg, M., Schuster, M., Selmer, P., et al. (2018a). Formal semantics of the language cypher. *arXiv preprint arXiv:1802.09984*.
- [Francis et al., 2018b] Francis, N., Green, A., Guagliardo, P., Libkin, L., Lindaaker, T., Marsault, V., Plantikow, S., Rydberg, M., Selmer, P., and Taylor, A. (2018b). Cypher: An evolving query language for property graphs. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Management of Data*, pages 1433–1445. ACM.
- [Guia et al., 2017] Guia, J., Soares, V. G., and Bernardino, J. (2017). Graph databases: Neo4j analysis. In *ICEIS*.
- [Kaur and Rani, 2015] Kaur, K. and Rani, R. (2015). Managing data in healthcare information systems: many models, one solution. *Computer*, 48(3):52–59.
- [Miller, 2013] Miller, J. J. (2013). Graph database applications and concepts with neo4j. In *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, Atlanta, GA, USA*, volume 2324.
- [Park et al., 2014] Park, Y., Shankar, M., Park, B.-H., and Ghosh, J. (2014). Graph databases for large-scale healthcare systems: A framework for efficient data management and data services. In *2014 IEEE 30th International Conference on Data Engineering Workshops*, pages 12–19. IEEE.
- [Robinson et al., 2013] Robinson, I., Webber, J., and Eifrem, E. (2013). *Graph databases*. ‘Reilly Media, Inc.’.
- [Schwaber and Beedle, 2002] Schwaber, K. and Beedle, M. (2002). *Agile software development with Scrum*, volume 1. Prentice Hall Upper Saddle River.

[Stark et al., 2017a] Stark, B., Knahl, C., Aydin, M., Samarah, M., and Elish, K. O. (2017a). Betterchoice: A migraine drug recommendation system based on neo4j. *2017 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCI)*, pages 382–386.

[Stark et al., 2017b] Stark, B., Knahl, C., Aydin, M., Samarah, M., and Elish, K. O. (2017b). Betterchoice: A migraine drug recommendation system based on neo4j. In *2017 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCI)*, pages 382–386. IEEE.

[Van Bruggen, 2014] Van Bruggen, R. (2014). *Learning Neo4j*. Packt Publishing Ltd.

[Vukotic et al., 2014] Vukotic, A., Watt, N., Abedrabbo, T., Fox, D., and Partner, J. (2014). *Neo4j in action*. Manning Publications Co.



ANEXO

**B**

## Especificación de requisitos



---

---

**Especificación de requisitos de software**

**Proyecto: Sistema de recomendación médico  
SRMédico basado en un modelo de datos  
orientado a grafos con Neo4j**

---

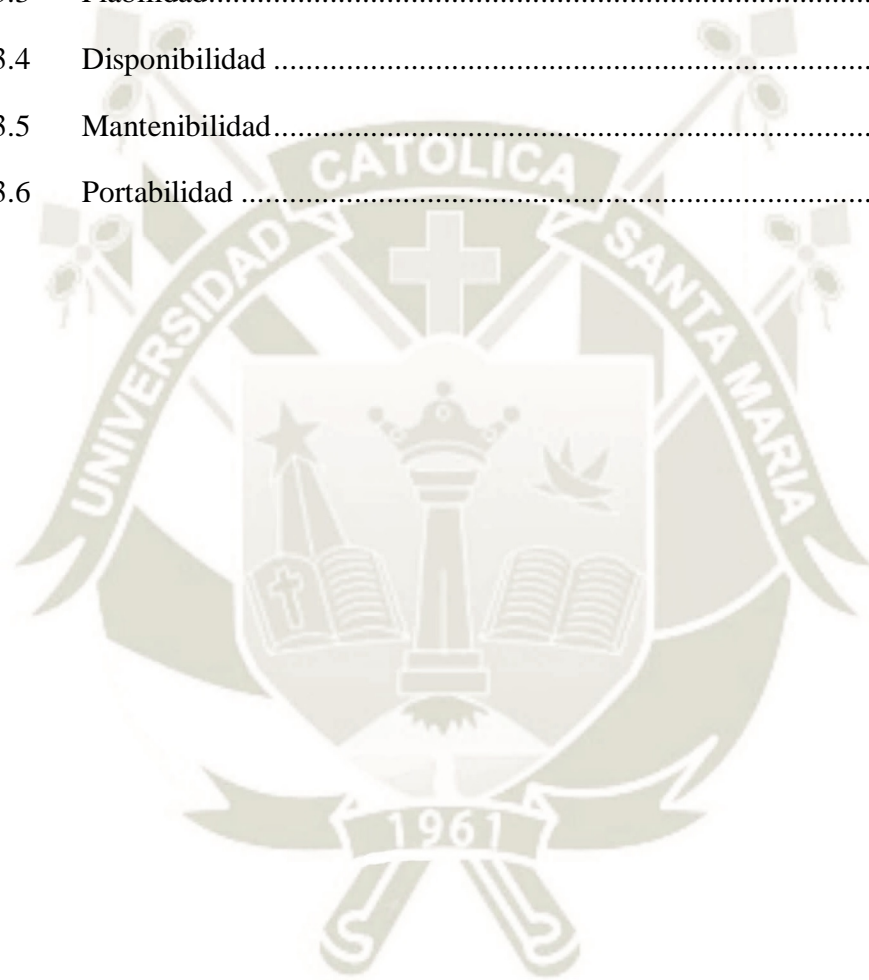
---

**2020**

## Contenido

Ficha del documento .....	4
1 Introducción.....	5
1.1 Propósito .....	5
1.2 Alcance o ámbito del sistema .....	5
1.3 Personal involucrado.....	5
1.4 Definiciones, Acrónimos y abreviaturas.....	5
1.5 Referencias .....	6
1.6 Resumen.....	6
2 Descripción general .....	6
2.1 Perspectiva del producto .....	6
2.2 Funcionalidad del producto .....	7
2.3 Características de los usuarios.....	7
2.4 Restricciones.....	7
2.5 Suposiciones y dependencias .....	7
3 Requisitos Específicos .....	8
3.1 Requisitos comunes de las interfaces.....	12
3.1.1 Interfaces de usuario .....	12
3.1.2 Interfaces de hardware .....	12
3.1.3 Interfaces de software .....	13
3.1.4 Interfaces de comunicación.....	13
3.2 Requisitos Funcionales .....	13
3.2.1 Requisito funcional 1 .....	13
3.2.2 Requisito funcional 2 .....	13
3.2.3 Requisito funcional 3 .....	14

3.2.4	Requisito funcional 4 .....	14
3.3	Requisitos no funcionales .....	14
3.3.1	Requisitos de rendimiento.....	14
3.3.2	Seguridad.....	14
3.3.3	Fiabilidad.....	14
3.3.4	Disponibilidad .....	14
3.3.5	Mantenibilidad.....	15
3.3.6	Portabilidad .....	15



## Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. Calidad.
14/01/2020		Juan Francisco Amezcuita LLerena	

Documento validado por las partes en fecha:

Por la comunidad	Por la universidad
Karina Rosas Paredes	Universidad Católica de Santa María



## 1 Introducción

### 1.1 Propósito

El presente documento contiene los requerimientos funcionales, así como los no funcionales, que hacen posible el desarrollo del sistema de software de recomendación médico basado en un modelo de datos orientado a grafos con Neo4j. Este documento está dirigido para los futuros involucrados en el proyecto y expertos del dominio.

### 1.2 Alcance o ámbito del sistema

El sistema SRMédico es un sistema de recomendación que, servirá de apoyo para los profesionales de la salud y pacientes, capaz de filtrar información y proporcionar resultados en forma de una lista de posibles enfermedades, que podrían estar presentes, en base a los síntomas ingresados en el software.

Los beneficios que nos proporcionará SRMédico son: un mayor detalle de los síntomas, tratamientos y enfermedades que presenta un paciente. Además, el especialista de la salud tendrá un mayor grado de precisión al momento de emitir un diagnóstico médico.

### 1.3 Personal involucrado

<b>Nombre</b>	Juan Francisco Amezcua Llerena
<b>Rol</b>	Analista, diseñador y programador
<b>Categoría Profesional</b>	Bachiller en Ingeniería de Sistemas
<b>Responsabilidad</b>	Análisis de información, diseño y programación del SRMédico
<b>Información de contacto</b>	Jfall2789@gmail.com

### 1.4 Definiciones, Acrónimos y abreviaturas

Nombre	Descripción
<b>Usuario</b>	Persona que usará el sistema para gestionar procesos
<b>SRMédico</b>	Sistema de recomendación médico de enfermedades según los síntomas

<b>ERS</b>	Especificación de Requisitos Software
<b>RF</b>	Requerimiento Funcional
<b>RNF</b>	Requerimiento No Funcional
<b>SR</b>	Sistema de recomendación

## 1.5 Referencias

Título del Documento	Referencia
Standard IEEE 830 - IEEE 1998	IEEE

## 1.6 Resumen

Este documento consta de tres secciones. En la primera sección se realiza una introducción al mismo y se proporciona una visión general de la especificación de recursos del sistema.

En la segunda sección del documento se realiza una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que éste debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles.

Por último, la tercera sección del documento es aquella en la que se definen detalladamente los requisitos que debe satisfacer el sistema.

## 2 Descripción general

### 2.1 Perspectiva del producto

El sistema SRMédico será un producto diseñado para trabajar en entornos WEB y Mobile, lo que permitirá su utilización de forma rápida y eficaz, además se integrará conjuntamente con moodle (Aula Virtual) para lograr una mejor respuesta.

## 2.2 Funcionalidad del producto

## 2.3 Características de los usuarios

<b>Tipo de usuario</b>	Administrador
<b>Formación</b>	Bachiller en Ingeniería de sistemas
<b>Actividades</b>	Control y manejo del sistema en general

<b>Tipo de usuario</b>	Especialistas de la salud
<b>Formación</b>	Universitaria (titulado en medicina humana)
<b>Actividades</b>	Realiza consultas de síntomas, tratamientos y enfermedades

<b>Tipo de usuario</b>	Pacientes
<b>Formación</b>	No existe restricción
<b>Actividades</b>	Realiza consultas de síntomas, tratamientos y enfermedades

## 2.4 Restricciones

No se tienen restricciones

## 2.5 Suposiciones y dependencias

- Se asume que los requisitos aquí descritos son estables
- Los equipos en los que se vaya a ejecutar el sistema deben cumplir los requisitos antes indicados para garantizar una ejecución correcta de la misma.

### 3 Requisitos Específicos

#### Requerimientos Funcionales

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF01
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Autenticación de Usuario.
<b>Características:</b>	Los usuarios deberán identificarse para acceder a cualquier parte del sistema.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El sistema podrá ser consultado por cualquier usuario dependiendo del módulo en el cual se encuentre y su nivel de accesibilidad.
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RNF01</li> <li>• RNF02</li> <li>• RNF05</li> <li>• RNF08</li> </ul>
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF02
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Recomendación de presencia de posible enfermedad
<b>Características:</b>	El usuario deberá ingresar sus síntomas para procesar la recomendación y así se muestre una lista de las posibles enfermedades con porcentajes.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El sistema podrá ser consultado por cualquier usuario del rol paciente.
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RNF01</li> <li>• RNF02</li> <li>• RNF05</li> <li>• RNF08</li> </ul>
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF03
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Recomendación de tratamientos según la enfermedad
<b>Características:</b>	El usuario deberá ingresar la enfermedad para procesar la recomendación y así se muestre una lista de los tratamientos más efectivos.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El sistema podrá ser consultado por cualquier usuario del rol especialista.
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RNF01</li> <li>• RNF02</li> <li>• RNF05</li> <li>• RNF08</li> </ul>
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF04
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Consultar enciclopedia
<b>Características:</b>	El usuario podrá consultar la enciclopedia para esclarecer dudas y preguntas frecuentes con respecto a enfermedades, síntomas y procedimientos.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El sistema podrá ser consultado por cualquier usuario del rol especialista y paciente.
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RNF01</li> <li>• RNF02</li> <li>• RNF05</li> <li>• RNF08</li> </ul>
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

### Requerimientos No Funcionales

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF01
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Interfaz del sistema.

<b>Características:</b>	El sistema presentara una interfaz de usuario sencilla para que sea de fácil manejo
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El sistema debe tener una interfaz de uso intuitiva, sencilla, dinámica y responsiva.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF02
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Ayuda en el uso del sistema.
<b>Características:</b>	La interfaz del usuario deberá de presentar un sistema de ayuda para que los mismos usuarios del sistema se les faciliten el trabajo en cuanto al manejo del sistema.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	La interfaz debe estar complementada con un buen sistema de ayuda (la administración puede recaer en personal con poca experiencia en el uso de aplicaciones informáticas).
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF03
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Mantenimiento.
<b>Características:</b>	El sistema deberá de tener un manual de instalación y manual de usuario para facilitar los mantenimientos que serán realizados por el administrador.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El sistema debe disponer de una documentación fácilmente actualizable que permita realizar operaciones de mantenimiento con el menor esfuerzo posible.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF04
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Diseño de la interfaz a la característica de la web.
<b>Características:</b>	El sistema deberá de tener una interfaz de usuario accesible, teniendo en cuenta las WCAG.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	La interfaz de usuario debe ajustarse a las características de la accesibilidad web.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF05
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Desempeño
<b>Características:</b>	El sistema garantizara a los usuarios un desempeño en cuanto a las consultas realizadas en el sistema ofreciéndole confiabilidad a esta misma.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	Garantizar el desempeño del sistema informático a los diferentes usuarios.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF06
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Nivel de Usuario
<b>Características:</b>	Garantizara al usuario el acceso de información de acuerdo al nivel que posee.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	Facilidades y controles para permitir el acceso a la información al personal autorizado a través de Internet, con la intención de consultar y subir información pertinente para cada una de ellas.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF07
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Confiabilidad continua del sistema.
<b>Características:</b>	El sistema tendrá que estar en funcionamiento las 24 horas los 7 días de la semana.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	La disponibilidad del sistema debe ser continua con un nivel de servicio para los usuarios de 7 días por 24 horas, garantizando un esquema adecuado que permita la posible falla en cualquiera de sus componentes, contar con una contingencia, generación de alarmas.
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF08
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Seguridad en información
<b>Características:</b>	El sistema garantizara a los usuarios una seguridad en cuanto a la información que se procede en el sistema.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	Garantizar la seguridad del sistema con respecto a la información y datos que se manejan tales sean documentos, archivos y contraseñas.
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

### 3.1 Requisitos comunes de las interfaces

#### 3.1.1 Interfaces de usuario

La interfaz con el usuario es web y consistirá en un conjunto de ventanas con botones, listas y campos de textos. Ésta deberá ser construida específicamente para el sistema propuesto y, será visualizada desde cualquier navegador de internet

#### 3.1.2 Interfaces de hardware

En las interfaces de hardware los navegadores de internet actuales requieren de equipos con las siguientes características:

- Sistema operativo Windows XP, 7 o superior, distribuciones en Linux y Mac.



- Procesador mínimo de 1.0 GHZ
- Memoria RAM de 256 MB
- Gráficos compatibles con Directx y son capacidad de 64 MB mínimo
- Disco duro de 600 MB de espacio libre

En las interfaces de Hardware en las que se desplegará el sistema de recomendación médico debe poseer las siguientes características:

- Procesador mínimo Intel Core I7 o Xeon
- Memoria RAM de 16 GB o más
- Disco duro SSD sata express de 240 GB

### 3.1.3 Interfaces de software

- Sistema operativo: Windows 8 o superior
- Explorador: Mozilla, Chrome, Opera y Edge

### 3.1.4 Interfaces de comunicación

Los servidores, clientes y aplicaciones se comunicarán entre sí, mediante protocolos estándares en internet, siempre que sea posible.

## 3.2 Requisitos Funcionales

### 3.2.1 Requisito funcional 1

**Autenticación de Usuarios:** los usuarios deberán identificarse para acceder a cualquier parte del sistema. El sistema podrá ser consultado por cualquier usuario dependiendo de su nivel de accesibilidad.

### 3.2.2 Requisito funcional 2

**Recomendación de presencia de posible enfermedad:** El usuario deberá ingresar sus síntomas para procesar la recomendación y así se muestre una lista de las posibles enfermedades con porcentajes.

### 3.2.3 Requisito funcional 3

**Recomendación de tratamientos según la enfermedad:** El usuario deberá ingresar la enfermedad para procesar la recomendación y así se muestre una lista de los tratamientos más efectivos

### 3.2.4 Requisito funcional 4

**Consultar enciclopedia:** El usuario podrá consultar la enciclopedia para esclarecer dudas y preguntas frecuentes con respecto a enfermedades, síntomas y procedimientos.

## 3.3 Requisitos no funcionales

### 3.3.1 Requisitos de rendimiento

En SRMédico se garantizará que el rendimiento sea el adecuado en el diseño de las consultas u otro proceso no afecte el desempeño de la base de datos basada en grafos, ni considerablemente el tráfico de la red.

### 3.3.2 Seguridad

Garantizar la confiabilidad, la seguridad y el desempeño del sistema informático a los diferentes usuarios. En este sentido la información almacenada o registros realizados podrán ser consultados y actualizados permanente y simultáneamente, sin que se afecte el tiempo de respuesta.

### 3.3.3 Fiabilidad

- El sistema debe tener una interfaz de uso intuitiva y sencilla
- La interfaz de usuario debe ajustarse a las características de la web de la institución, dentro de la cual estará incorporado el sistema de gestión de procesos y el inventario

### 3.3.4 Disponibilidad

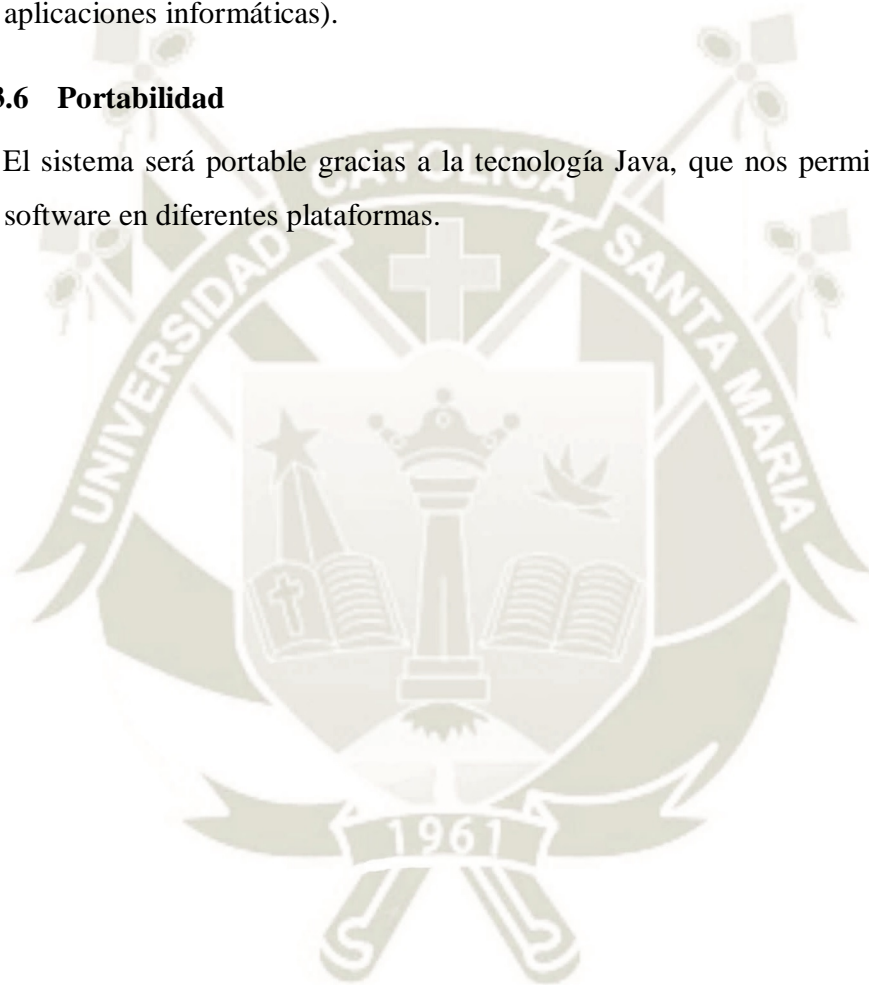
- La disponibilidad del sistema debe ser continua con un nivel de servicio para los usuarios de 7 días por 24 horas, garantizando un esquema adecuado que permita la posible falla en cualquiera de sus componentes, contar con una contingencia, generación de alarmas.

### 3.3.5 Mantenibilidad

- El sistema debe disponer de una documentación fácilmente actualizable que permita realizar operaciones de mantenimiento con el menor esfuerzo posible
- La interfaz debe estar complementada con un buen sistema de ayuda (la administración puede recaer en personal con poca experiencia en el uso de aplicaciones informáticas).

### 3.3.6 Portabilidad

- El sistema será portable gracias a la tecnología Java, que nos permite desplegar el software en diferentes plataformas.



ANEXO **C**

## Encuesta



## #1

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** jueves, 14 de mayo de 2020 11:08:08  
**Última actualización:** jueves, 14 de mayo de 2020 11:09:25  
**Tiempo consumido:** 00:01:16  
**Correo electrónico:** fabricio\_n\_g@hotmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.225.108

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, he escuchado y sé acerca de ellos**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **No estoy seguro**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **El encuestado omitió esta pregunta**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **Básicamente considero que está en un nivel promedio de complejidad.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fue lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **dependiendo, básicamente de la procedencia del software y sus fuentes de información**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****El encuestado omitió esta pregunta**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****El encuestado omitió esta pregunta**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****El encuestado omitió esta pregunta**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #2

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:39:42  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:40:26  
**Tiempo consumido:** 00:00:43  
**Correo electrónico:** blancallerena@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Tal vez sean útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **posiblemente, si se ha demostrado que el software es confiable y posee un respaldo mayor**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---



## #3

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:41:13  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:41:57  
**Tiempo consumido:** 00:00:44  
**Correo electrónico:** jfall2789@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **no estoy seguro.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #4

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:44:20  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:46:04  
**Tiempo consumido:** 00:01:43  
**Correo electrónico:** cechoflex@gmail.com  
**Dirección IP:** 190.239.91.177

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **no estoy seguro.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

#5

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:42:06  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 16:46:38  
**Tiempo consumido:** 00:04:31  
**Correo electrónico:** janabzdt@gmail.com  
**Dirección IP:** 132.184.131.107

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #6

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 17:20:13  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 17:24:20  
**Tiempo consumido:** 00:04:06  
**Correo electrónico:** jrebheka@gmail.com  
**Dirección IP:** 190.237.34.95

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---



## #7

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 17:41:11  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 17:50:22  
**Tiempo consumido:** 00:09:10  
**Correo electrónico:** lmengoacasanova@gmail.com  
**Dirección IP:** 201.240.58.42

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **no estoy seguro.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **No estoy seguro.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Tal vez, pero se necesitarían más estudios.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

#8

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** viernes, 15 de mayo de 2020 19:49:14  
**Última actualización:** viernes, 15 de mayo de 2020 19:52:05  
**Tiempo consumido:** 00:02:50  
**Correo electrónico:** Diegomllerena@gmail.com  
**Dirección IP:** 190.113.214.101

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

**P2** **no estoy seguro.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

**P6** **dependiendo, básicamente de la procedencia del software y sus fuentes de información**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

**P7**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

**Tal vez, pero se necesitarían más estudios.****P8**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

**Sí, lo recomendaría.****P9**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

**En algunos casos fueron acertados.****P10**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

**Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas**

#9

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 11:27:37  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 11:29:22  
**Tiempo consumido:** 00:01:45  
**Correo electrónico:** alejandraespinozavargas@gmail.com  
**Dirección IP:** 190.42.184.253

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #10

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 11:10:38  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 13:22:05  
**Tiempo consumido:** 02:11:26  
**Correo electrónico:** Chris.smontoya@icloud.com  
**Dirección IP:** 107.77.219.137

---

Página 1

**P1** **No estoy seguro.**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí , conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---



## #11

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:27:35  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:28:51  
**Tiempo consumido:** 00:01:16  
**Correo electrónico:** panch\_23@hotmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #12

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:29:07  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:29:52  
**Tiempo consumido:** 00:00:44  
**Correo electrónico:** edgarito256326@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **no estoy seguro.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **posiblemente, si se ha demostrado que el software es confiable y posee un respaldo mayor**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #13

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:39:20  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:42:04  
**Tiempo consumido:** 00:02:44  
**Correo electrónico:** ivan.lopez.surco@gmail.com  
**Dirección IP:** 200.37.122.240

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #14

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 18:59:25  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 19:01:18  
**Tiempo consumido:** 00:01:53  
**Correo electrónico:** Lcvm3082@gmail.com  
**Dirección IP:** 190.237.34.216

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Tal vez sean útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---



## #15

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** sábado, 16 de mayo de 2020 19:12:39  
**Última actualización:** sábado, 16 de mayo de 2020 19:21:31  
**Tiempo consumido:** 00:08:52  
**Correo electrónico:** Joadhimar@gmail.com  
**Dirección IP:** 190.113.214.242

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #16

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** domingo, 17 de mayo de 2020 11:16:16  
**Última actualización:** domingo, 17 de mayo de 2020 11:32:29  
**Tiempo consumido:** 00:16:12  
**Correo electrónico:** carolinacalcinazevallos@gmail.com  
**Dirección IP:** 181.176.105.14

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****El encuestado omitió esta pregunta**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #17

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** domingo, 17 de mayo de 2020 13:00:24  
**Última actualización:** domingo, 17 de mayo de 2020 13:01:25  
**Tiempo consumido:** 00:01:00  
**Correo electrónico:** tukito232789@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #18

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** domingo, 17 de mayo de 2020 13:11:08  
**Última actualización:** domingo, 17 de mayo de 2020 13:11:46  
**Tiempo consumido:** 00:00:38  
**Correo electrónico:** tukito232790@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Tal vez sean útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer un sistema de consulta rápida para esclarecer dudas sobre enfermedades y sus síntomas**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---



## #19

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** domingo, 17 de mayo de 2020 16:48:13  
**Última actualización:** domingo, 17 de mayo de 2020 16:48:43  
**Tiempo consumido:** 00:00:30  
**Correo electrónico:** ro65468451@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **Sí, estoy de acuerdo.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **posiblemente, si se ha demostrado que el software es confiable y posee un respaldo mayor**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Todas las anteriores.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---

## #20

**COMPLETO**

**Recopilador:** Email Invitation 1 (Correo electrónico)  
**Inicio:** lunes, 18 de mayo de 2020 9:50:51  
**Última actualización:** lunes, 18 de mayo de 2020 9:51:29  
**Tiempo consumido:** 00:00:37  
**Correo electrónico:** jonito2789@gmail.com  
**Dirección IP:** 179.7.226.190

---

## Página 1

**P1** **Sí, mejoran mucho la calidad de atención**

Considera usted que las tecnologías de Información mejoran la calidad de atención de los pacientes en general

---

**P2** **Sí, conozco ese tipo de sistemas informáticos.**

¿Sabe usted a qué se denominan los Sistemas de software de recomendación?

---

**P3** **Sí, estoy de acuerdo que pueden ser útiles**

Considera usted que el uso de un sistema de recomendación médico, puede ser útil como herramienta de apoyo para diagnosticar de enfermedades

---

**P4** **No estoy seguro.**

¿Consideraría el uso del Sistema de Recomendación Médico (SRM), durante una consulta?

---

**P5** **No, el sitio es muy interactivo y el sistema es fácil de usar, el manual no fué necesario.**

Qué opina del sitio web y el funcionamiento del sistema de recomendación, ¿considera usted que fué lo suficientemente complicado como para hacer uso del manual de usuario ?

---

**P6** **Sí, toda información adicional es importante**

Como profesional de la salud, ¿consideraría relevante la información que se genera por un sistema de software orientada a la salud?

---

**P7****Sí, definitivamente.**

Considera usted que la información que se obtuvo como resultado en el Sistema de recomendación médico, podría tomarse en cuenta como referencia adicional para la toma de decisiones a corto plazo

---

**P8****Sí, lo recomendaría.**

¿Recomendaría el uso del Sistema de recomendación médico en instituciones de salud del estado?

---

**P9****Si, fueron acertados.**

¿Como calificaría los resultados obtenidos por el Sistema de Recomendación médico, podría afirmar que a largo plazo fueron acertados?

---

**P10****Proveer de información acerca de síntomas, enfermedades y sus relaciones.**

¿Cual cree que es el objetivo fundamental del Sistema de Recomendación Médico?

---