

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA  
AYUDAR EN LA PREVENCIÓN DE INFARTO AGUDO  
DE MIOCARDIO EN PERSONAS DE 30 A 75 AÑOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR  
NEVENKA MILUSKA CAPUÑAY MENDOZA**

**ASESOR  
HUILDER JUANITO MERA MONTENEGRO**

<https://orcid.org/0000-0001-6830-5415>

**Chiclayo, 2021**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA AYUDAR  
EN LA PREVENCIÓN DE INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO  
EN PERSONAS DE 30 A 75 AÑOS**

PRESENTADA POR:  
**NEVENKA MILUSKA CAPUÑAY MENDOZA**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

APROBADA POR:

Ricardo David Iman Espinoza  
PRESIDENTE

Marlon Eugenio Vilchez Riva  
SECRETARIO

Huiler Juanito Mera Montenegro  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme salud e inteligencia para concluir mis estudios.

A mi madre, por educarme y estar a mi lado siempre, guiarme y cuidarme.

A mi hermana por motivarme a seguir adelante y a mi hermano por cuidar de mí.

A mi abuelita, por consentirme y darme amor en el tiempo que estuvo viva.

## **Agradecimientos**

A mi familia, por ayudarme en todo el proceso universitario e incentivar me a luchar por mis sueños.

Al Ing. Huilder, mi asesor, por ayudarme en cada etapa del trabajo de investigación.

A mis amigos, por compartir sus conocimientos conmigo y ayudarme en todo momento.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1. HISTORIA CLÍNICA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1.1. Definición de Historia Clínica .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1.2. Características de una Historia Clínica.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1.3. Estructura de una Historia Clínica.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2. ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2.1. Definición de enfermedades cardiovasculares .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2.2. Definición de infarto agudo de miocardio .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3.1. Definición de inteligencia artificial .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3.2. Machine Learning.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3.3. Sistema Inteligente.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3.4. Sistema Basado en Reglas .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4. SISTEMAS EXPERTOS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4.1. Definición de sistema expertos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4.2. Tipos de sistemas expertos .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.3. Metodologías de los sistemas expertos .....</b>	<b>23</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.1. Tipo de investigación .....</b>	<b>27</b>

3.1.2.	Nivel de investigación.....	27
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	27
3.3.1.	Población.....	27
3.3.2.	Muestra .....	27
3.3.3.	Muestreo.....	28
3.4.	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	28
3.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	28
3.5.1.	Variables .....	28
3.5.1.1.	Variable independiente .....	28
3.5.1.2.	Variable dependiente.....	28
3.5.2.	Indicadores (Operacionalización de variables) .....	29
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30
3.7.	PROCEDIMIENTOS.....	30
3.7.1.	Metodología de desarrollo .....	30
3.7.2.	Análisis de riesgos .....	31
3.7.3.	Producto acreditable.....	31
3.7.4.	Manual de usuario .....	32
3.8.	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	32
3.9.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	33
3.10.	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	34
IV.	RESULTADOS.....	35
4.1.	EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA .....	35
4.1.1.	METODOLOGÍA RUP .....	35
4.1.1.1.	Iteración #2: Análisis Preliminar de Requerimientos – Modelado de Negocio .....	35
4.1.1.2.	Iteración #4: Análisis .....	40

4.1.1.3.	Iteración #5: Diseño .....	47
4.1.1.4.	Iteración #6: Implementación y Prueba.....	55
4.1.2.	<b>METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO</b>	
	<b>JHON DURKIN.....</b>	<b>56</b>
4.1.2.1.	<b>FASE 1: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA</b>	
	<b>(EVALUACIÓN).....</b>	<b>56</b>
4.1.2.2.	<b>FASE 2: ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>62</b>
4.1.2.3.	<b>FASE 3: DISEÑO .....</b>	<b>64</b>
4.1.2.4.	<b>FASE 5: DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>64</b>
4.2.	<b>EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>67</b>
V.	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
VI.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
VII.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
VIII.	<b>LISTA DE REFERENCIAS.....</b>	<b>74</b>
IX.	<b>ANEXOS .....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXO N° 01. ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXO N° 02: ÁRBOL AND OR.....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO N° 03. MANUAL DE USUARIO .....</b>	<b>82</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 .....	29
TABLA 2 .....	30
TABLA 3 .....	33
TABLA 4 .....	57
TABLA 5 .....	58
TABLA 6 .....	59
TABLA 7 .....	59
TABLA 8 .....	60
TABLA 9 .....	77
TABLA 10 .....	77
TABLA 11 .....	78
TABLA 12 .....	78
TABLA 13 .....	79
TABLA 14 .....	80

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DE CONTEXTO DE NEGOCIO .....	35
FIGURA 2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL NEGOCIO .....	35
FIGURA 3. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO SOLICITAR ATENCIÓN .....	36
FIGURA 4. DIAGRAMA DE OBJETOS DEL PROCESO SOLICITAR ATENCIÓN.....	36
FIGURA 5. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO REGISTRAR NUEVO PACIENTE.....	37
FIGURA 6. DIAGRAMA DE OBJETOS DEL PROCESO REGISTRAR NUEVO PACIENTE.....	37
FIGURA 7. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO REGISTRAR TRIAJE .....	38
FIGURA 8. DIAGRAMA DE OBJETOS DEL PROCESO REGISTRAR TRIAJE .....	38
FIGURA 9. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO ENVIAR A CONSULTORIO DE MÉDICO	39
FIGURA 10. DIAGRAMA DE OBJETOS DEL PROCESO ENVIAR A CONSULTORIO DE MÉDICO .	39
FIGURA 11. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO REALIZAR ATENCIÓN.....	39
FIGURA 12. DIAGRAMA DE OBJETOS DEL PROCESO REALIZAR ATENCIÓN.....	40
FIGURA 13. DIAGRAMA DE CONTEXTO DE ANÁLISIS .....	40
FIGURA 14. DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SISTEMA DE PACIENTE.....	40
FIGURA 15. DIAGRAMA DE CASO DE ANÁLISIS DEL PROCESO REGISTRAR PACIENTE .....	41
FIGURA 16. DIAGRAMA DE CLASES PARCIALES DEL PROCESO REGISTRAR PACIENTE .....	41
FIGURA 17. DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DEL PROCESO REGISTRAR PACIENTE.....	41
FIGURA 18. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO GESTIONAR PACIENTE .....	42
FIGURA 19. DIAGRAMA DE CLASES PARCIALES DEL PROCESO GESTIONAR PACIENTE .....	42
FIGURA 20. DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DEL PROCESO GESTIONAR PACIENTE.....	43
FIGURA 21. DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SISTEMA DE ATENCIÓN.....	43
FIGURA 22. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO REGISTRAR ATENCIÓN.....	44
FIGURA 23. DIAGRAMA DE CLASES PARCIALES DEL PROCESO REGISTRAR ATENCIÓN .....	44
FIGURA 24. DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DEL PROCESO GESTIONAR ATENCIÓN.....	45
FIGURA 25. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO GESTIONAR ATENCIÓN .....	45
FIGURA 26. DIAGRAMA DE CLASES PARCIALES DEL PROCESO GESTIONAR ATENCIÓN .....	45
FIGURA 27. DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DEL PROCESO GESTIONAR ATENCIÓN.....	46
FIGURA 28. DIAGRAMA DE CLASES GENERAL .....	46
FIGURA 29. DIAGRAMA DE CONTEXTO DE DISEÑO .....	47
FIGURA 30. DIAGRAMA DE REALIZACIONES DE CASO DE USO DE DISEÑO.....	47
FIGURA 31. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO DEL PROCESO REGISTRAR PACIENTE.....	47
FIGURA 32. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO REGISTRAR PACIENTE .....	48
FIGURA 33. DIAGRAMA DE CLASE DE DISEÑO DEL PROCESO GESTIONAR PACIENTE .....	48

FIGURA 34. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO GESTIONAR PACIENTE .....	48
FIGURA 35. DIAGRAMA DE REALIZACIONES DE CASO DE USO DEL DISEÑO .....	49
FIGURA 36. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO DEL PROCESO REGISTRAR ATENCIÓN .....	49
FIGURA 37. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO REGISTRAR ATENCIÓN .....	49
FIGURA 38. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO DEL PROCESO GESTIONAR ATENCIÓN.....	50
FIGURA 39. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO GESTIONAR ATENCIÓN .....	50
FIGURA 40. DIAGRAMA DE LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA .....	51
FIGURA 41. INTERFAZ DEL MANTENIMIENTO DE PACIENTES .....	51
FIGURA 42. INTERFAZ DEL REGISTRO DE UN PACIENTE .....	52
FIGURA 43. INTERFAZ DEL MANTENIMIENTO DE ATENCIONES.....	52
FIGURA 44. INTERFAZ DEL REGISTRO DE ATENCIÓN DEL PACIENTE .....	53
FIGURA 45. INTERFAZ DEL DETALLE DE LA ATENCIÓN DEL PACIENTE .....	54
FIGURA 46. INTERFAZ DEL PDF QUE MUESTRA LOS RESULTADOS DEL PACIENTE .....	54
FIGURA 47. DIAGRAMA DE COMPONENTES .....	55
FIGURA 48. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EXPERTO .....	64
FIGURA 49. DIAGRAMA DE ÁRBOL AND OR .....	81

## RESUMEN

La posibilidad de sufrir de infarto es muy frecuente en este tiempo, tanto en las personas adultas, por la edad, como en los jóvenes por el estilo de vida que llevamos, muchos factores influyen para que se haga presente en la vida de cualquier persona, sin importar género o edad. Determinar si las personas sufrirán de infarto es un tema complejo, pero sí se puede establecer un porcentaje de probabilidad de acuerdo con los datos que la historia clínica nos muestre y también de la información que puedan brindarnos los pacientes, por ejemplo: peso, edad, antecedentes familiares que padecieron alguna enfermedad cardiovascular, etc. Nuestro país no es ajeno a este problema, por lo que este trabajo de investigación tiene como objetivo principal desarrollar un sistema experto capaz de evaluar distintos casos mediante reglas y así determinar el óptimo para calcular el porcentaje probable del padecimiento de infarto en una persona. Después de analizar y desarrollar el trabajo de investigación, se concluyó que, el sistema experto es capaz de evaluar los distintos casos obtenidos de los pacientes a través de las reglas estructuradas con el lenguaje PROLOG, obteniendo como resultado el porcentaje que muestra la probabilidad de infarto en una persona.

**PALABRAS CLAVE:** Infarto agudo de miocardio, sistema experto, enfermedad cardiovascular.

## ABSTRACT

The possibility of suffering from heart attack is very frequent currently, both in adults, by age, and in young people by the lifestyle we lead, many factors influence to be present in the life of any person, regardless of gender or age. Determining whether people will suffer from a heart attack is a complex issue, but a percentage of probability can be established according to the data that the medical history shows us and also of the information that patients can give us, for example: weight, age, family history who suffered from cardiovascular disease, etc. Our country is no stranger to this problem, so this research work has as its main objective to develop an expert system capable of evaluating different cases through rules and thus determining the optimum to calculate the probable percentage of the infarction in a person. After analyzing and developing the research work, it was concluded that, the expert system is able to evaluate the different cases obtained from patients through the rules structured with the PROLOG language, obtaining as a result the percentage that shows the probability of infarction In a person.

**KEYWORDS:** Acute myocardial infarction, expert system, cardiovascular disease

## I. INTRODUCCIÓN

Según la OMS [1] “el 80% de las defunciones en el mundo tienen como causa principal a las enfermedades cardiovasculares, indicando que en el 2012 fallecieron 17,5 millones de personas”. Las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la causa primordial de muerte en el mundo; así como, de morbilidad y pérdida de calidad de vida relacionada con la salud.

En el caso del Perú, “las enfermedades isquémicas del corazón y las enfermedades cerebrovasculares se constituyen como segunda y tercera causa de mortalidad”. Según el coordinador del Servicio de Cardiología del Hospital Regional Lambayeque [2], la tercera parte de las muertes en personas mayores 35 años se debe a un infarto, es por ello que la demanda de pacientes con problemas cardiológicos ha ido en aumento sin importar la edad, sexo, nivel de educación o quintiles de pobreza, lo que arroja una estadística de que de cada 10 personas 1 sufre estas patologías, siendo la más frecuente la hipertensión arterial. Por otro lado, también se pronunció el jefe de Cardiología del Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo de Chiclayo, indicando que actualmente el 30 % de pacientes con infartos cardiacos son jóvenes; esto se debe al estilo de vida sedentario, así como al consumo de cigarrillos y drogas como la cocaína [3]. Por tanto, podemos deducir que la edad, ahora, no es el único factor influyente para padecer de un infarto, ya que solo en la región Lambayeque, de 10 personas aseguradas que llegan a diario a los diversos hospitales de EsSalud, el 30 % fallece [4].

Ante esta realidad es urgente e importante realizarnos la pregunta ¿De qué manera se puede ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio en personas de 30 a 75 años? Frente a esta pregunta y la necesidad de profundizar el problema, se realizó la investigación del tipo tecnológica aplicada, porque responde a problemas técnicos y busca demostrar la validez de ciertas técnicas aplicando principios científicos que demuestren su veracidad, cuya población fue de personas de 30 a 75 años. Para ello, se determinó desarrollar un sistema experto capaz de evaluar distintos casos mediante reglas y así determinar el óptimo para hallar la probabilidad que indique si una persona puede tener un infarto, considerando las siguientes etapas de la metodología de ingeniería del conocimiento Jhon Durkin: Evaluación, adquisición del conocimiento, diseño, pruebas, documentación y mantenimiento, además de RUP, para ello se tuvo que determinar los factores de riesgo y su probabilidad, relacionados al infarto agudo de miocardio, identificar el modelo más adecuado para evaluar la medida de los factores de riesgo,

desarrollar el sistema experto basado en reglas tomando en cuenta los factores de riesgo relacionados al infarto agudo de miocardio y finalmente validar la funcionalidad del sistema experto según los casos atendidos en personas de 30 a 75 años.

La presente tesis está dividida en nueve (9) capítulos: I) Introducción, II) Marco teórico, III) Metodología, IV) Resultados, V) Discusión, VI) Conclusiones, VII) Recomendaciones, VIII) Lista de referencias y IX) Anexos.

En el Capítulo I se narra la introducción del trabajo de investigación, teniendo en cuenta datos precisos que garantizan que la situación problemática planteada necesita una solución inmediata para corregir la calidad de vida de la población. Al mismo tiempo, para tener información histórica se considera el marco teórico mostrado en el Capítulo II, el cual muestra definiciones de los términos que no son claros y trabajos de investigación anteriores que me ayudaron a tener una visión más clara para definir la solución planteada posteriormente. En el Capítulo III veremos la metodología usada en el trabajo de investigación, considerando el tipo, nivel y diseño de la investigación, así como también, la población y muestra, usada para las pruebas posteriores del sistema. En el Capítulo IV se desplegarán las fases de RUP y al mismo tiempo, las fases de la metodología de ingeniería del conocimiento Jhon Durkin, las cuales sirvieron de guía para el correcto desarrollo del sistema experto; seguidamente, se realizó un análisis de los objetivos específicos, explicando brevemente la forma en la que se cumplieron; finalmente, se muestra el impacto del trabajo de investigación en cuatro secciones.

En el Capítulo V se analizará la consistencia de los objetivos específicos, mostrando las bases teóricas usadas para el desarrollo de cada uno de ellos, así mismo, en el Capítulo VI se muestran las conclusiones obtenidas luego del desarrollo del sistema, teniendo en cuenta cada objetivo planteado en el trabajo de investigación. En el Capítulo VII se indican algunas recomendaciones que los investigadores futuros pueden tener en cuenta para un desarrollo más preciso de su trabajo de investigación. Finalmente, en el Capítulo VIII se muestra la lista de referencias que se consideraron en el desarrollo de la investigación y en el Capítulo IX se presentan los anexos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

#### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Vanegas [5], narra la problemática del aumento de mortalidad a raíz de las enfermedades cardiovasculares en el mundo, siendo el infarto agudo de miocardio la más frecuente. Se aplicó el estudio analítico de casos y controles no pareados, logrando obtener la OR de los factores influyentes en un ataque cardiaco para la problemática de mortalidad de dicha enfermedad. El valor agregado de esta investigación es la obtención del principal factor de riesgo para infarto, que ayudará a tener una visión más asertiva si se realiza un diagnóstico posterior. Finalmente, el autor concluyó que de los casos evaluados todos los factores investigados presentaron asociación con el infarto. Se consideró esta tesis ya que, el tesista usa tablas de valores para evaluar los factores y determinar el nivel de influencia que tienen con respecto a la enfermedad.

Ramírez [6], narra la problemática del desconocimiento de la población española acerca de cómo las variables sociodemográficas pueden influir en los factores de riesgo cardiovascular y los valores que poseen. Se aplicó el estudio observacional descriptivo y transversal, logrando obtener los valores de los factores de riesgo cardiovasculares indicando como variable principal el sexo del paciente, así como también, logra elegir el modelo adecuado para la evaluación de dichos factores. El valor agregado de esta investigación es el análisis comparativo de la conducta de los factores de riesgo cardiovascular teniendo en cuenta variables sociodemográficas. Finalmente, el autor concluyó que las variables sociodemográficas como sexo, edad, nivel de estudio, aumentan en el riesgo cardiovascular en los trabajadores estudiados. Se consideró

esta tesis ya que, el tesista realiza un estudio exhaustivo de la influencia de lo que considera como variables sociodemográficas.

Artacho [7], narra la problemática de las discordancias que existen al aplicar los diferentes modelos estadísticos predictivos que toman en cuenta la prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular. Se aplicó el estudio descriptivo transversal sobre la población general española, logrando obtener porcentajes de la población teniendo en cuenta los factores de riesgo que se involucraron para realizar la investigación. El valor agregado de esta investigación es el uso de dos modelos con metodologías diferentes para la obtención de prevalencia de riesgo cardiovascular en la ciudad. Finalmente, el autor concluyó que existe una alta prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en la población española, determinando las ventajas de emplear instrumentos para calcular la probabilidad de riesgo. Se tomó en consideración esta tesis ya que, el tesista realiza comparaciones de los diferentes modelos y métodos estadísticos predictivos, mostrando ventajas y desventajas para el uso de estos.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Calero [8], relata la problemática del crecimiento de mortalidad a nivel mundial a raíz del infarto agudo de miocardio y el reto de prevención que tienen las autoridades para aprender más acerca de los factores prevalentes. Se aplicó el estudio observacional, retrospectivo, analítico, caso-control, logrando obtener la relación en porcentajes de los factores de riesgo en pacientes fallecidos, evaluando qué factor tuvo mayor influencia en su deceso para la problemática del aumento de mortalidad a nivel mundial a causa de infarto. El valor agregado de esta investigación es la forma en la que el tesista realiza estudios comparativos con pacientes fallecidos. Finalmente, el autor concluyó que algunos factores son más influyentes que otros para determinar el riesgo de infarto. La razón

por la que considero esta tesis es porque define porcentajes de los factores predominantes en el riesgo de infarto agudo de miocardio.

Díaz [9], narra la problemática de la desnutrición en menores de 5 años considerándolo como uno de los problemas de salud no resueltos en el mundo, que es consecuencia de la exclusión social, económica, política y cultural. Se aplicó la metodología CommonKads, logrando obtener un análisis de las historias clínicas y posteriormente, a través del sistema experto, el diagnóstico de los pacientes que presentan desnutrición, comparando dichos resultados con el diagnóstico del médico nutricionista. El valor agregado de esta investigación es permitir un diagnóstico más rápido y eficiente de los casos de desnutrición en niños menores de 5 años para brindar un tratamiento preciso. Finalmente, el autor concluyó que al diseñar la base de conocimiento se abarca un 60% de la experiencia del experto haciendo que el sistema sea confiable y logre un mejor diagnóstico. La razón por la que considero esta tesis es porque muestra la forma en la que se pueden usar las distintas metodologías de un sistema experto y así evaluar cuál es la adecuada para mi trabajo de investigación.

Astudillo [10], narra la problemática que tiene la población con la tasa de letalidad debido al infarto de miocardio agudo, tasa que es mayor en los países con un desarrollo bajo, teniendo en cuenta también la migración. Se aplicó el estudio de diseño de casos y controles, logrando obtener una cantidad de factores asociados al infarto de miocardio agudo como el sobrepeso, diabetes, hipertensión, entre otros. El valor agregado de esta investigación es el uso de análisis estadísticos que permitieron obtener los factores con mayor influencia en el IMA. Finalmente, el autor concluyó que los factores determinados deben ser vigilados constantemente para identificar a aquellos pacientes que puedan llegar a tener dicha enfermedad. La razón por la que considero esta tesis es porque indica valores de los factores relacionados al infarto.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Dávila y Nomberto [11], describe la problemática del Hospital Belén la cual indica que realiza las atenciones manualmente y la necesidad de un sistema que agilice las labores administrativas y médicas. Se aplicó la metodología CommonKads, consiguiendo obtener un diagnóstico más preciso de los pacientes del hospital con respecto a las enfermedades gastrointestinales y permitir que el doctor tenga una fácil interacción con el sistema. El valor agregado de esta investigación es el uso de algoritmos de búsqueda que permitan un diagnóstico más preciso ya que, ayuda al árbol de decisión a escoger el camino adecuado. Finalmente, los autores concluyeron que era necesaria la utilización de un sistema que tenga una disponibilidad de 7 días a la semana con una estabilidad del 99.9% de caídas, además de asegurar un diagnóstico certero. La razón por la que considero esta tesis es porque muestra distintos algoritmos de búsqueda que pueden usarse en mi trabajo de investigación.

Quintana [12], narra la problemática de la hipertensión como factores de riesgo cardiovascular con mayor prevalencia en países con ingresos bajos y medianos. Se aplicó el estudio de diseño correlacional trasversal, logrando obtener la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la hipertensión arterial en el adulto mayor. El valor agregado de esta investigación es analizar los distintos datos de los adultos mayores en el hospital para determinar la prevalencia de un factor de riesgo. Finalmente, el autor concluyó que la hipertensión es un factor prevalente para que un adulto mayor pueda llegar a tener infarto de miocardio agudo. La relación que se tiene con esta tesis es que muestra uno de factores prevalentes para dicha enfermedad, usando distintos análisis estadísticos.

Lip [13], narra la problemática de las opciones existentes para que los menores de 3 años realicen estimulación temprana ya que, eran opciones que no podían adaptarse al problema de cada infante y así

buscar una solución personalizada. Se aplicó la metodología Jhon Durkin, obteniendo una visión completa del problema planteado y así poder buscar la solución adecuada, beneficiando a los usuarios. El valor agregado de esta investigación es permitir una correcta planificación de la estimulación temprana de los infantes. Finalmente, el autor concluyó que gracias al sistema implementado se pueden dar evaluaciones más completas y personalizadas con actividades automatizadas. La relación que se tiene con esta tesis es la metodología del sistema experto que usa ya que, puedo ver cómo se llevan a cabo todas las fases.

## **2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. HISTORIA CLÍNICA**

#### **2.2.1.1. Definición de Historia Clínica**

Definimos Historia clínica como un grupo de legajos referentes al proceso de asistencia y al curso de salud de una persona, llevado a cabo por un profesional de salud, o como un grupo de legajos referentes a los métodos asistenciales de cada paciente, con la individualización de los médicos y de los otros profesionistas que se han involucrados con ellos, cuyo objeto es conseguir la mayor unificación viable del expediente clínico de cada paciente, por lo menos en el entorno del centro.

La historia clínica es un registro de datos recopilados que tienen como fin asistir a un paciente, tanto en la actualidad como en el futuro y, no solamente asistir, sino también en el ámbito preventivo y rehabilitador, y se crea para cuidar y guardar la información para su uso inmediato, así como también para la acumulación de situaciones que nos ayuden a avanzar en la producción de conocimientos referente a la enfermedad y la asistencia. [14]

De acuerdo con la Ley 23 de 1981 y la Resolución 1995 de 1999, la historia clínica es un “documento privado, obligatorio y sometido a reserva”, en donde se registran ordenada y cronológicamente las circunstancias en las que se encuentra la salud del paciente, las acciones que realizan los médicos y otros procesos supervisados por todo el grupo médico. [15]

#### **2.2.1.2. Características de una Historia Clínica**

La historia clínica posee 4 características importantes que nos enseñan a tener claro cuando tenemos al frente una correcta o incorrecta.

- La primera característica es que es un documento obligatorio, es decir, ninguna consulta o atención médica debe realizarse sin el registro correspondiente en la historia clínica.
- La segunda característica es que lo que está escrito en la historia clínica no puede ser reemplazada por cualquier información que dé el médico u otra persona, el registro debe realizarse con el

paciente presente indicando cada síntoma o malestar que tenga en el momento.

- La tercera característica es la confidencialidad que se debe tener con respecto a su contenido, puesto que no debe revelarse a nadie sin autorización previa del paciente.
- Finalmente debemos considerar que la historia debe ser objetiva y veraz, es decir, debe basarse en hechos reales y que muestren las situaciones de salud del paciente como realmente la siente y no como el médico se imagina o plantea. [16]

### **2.2.1.3. Estructura de una Historia Clínica**

La historia clínica posee una estructura que contiene la información básica del paciente de forma ordenada y controlada.

El registro empieza por completar los datos de carácter personal del paciente que contiene: edad, sexo, peso, estatura, alergias, etc.

Luego vemos la anamnesis y la exploración física, que muestra la información del motivo de la consulta, antecedentes familiares y personales, todos los síntomas que el paciente pueda sentir en ese momento.

Tenemos también la hoja en la que el médico anota las indicaciones que debe cumplir el paciente, es decir, el tratamiento que este debe seguir y los medicamentos que debe tomar para que exista la mejora posterior. [14]

## **2.2.2. ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

### **2.2.2.1. Definición de enfermedades cardiovasculares**

Según la OMS [1] son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos, siendo considerada la principal causa de defunción en todo el mundo.

Este problema surge cuando la grasa se acumula en las paredes del vaso sanguíneo (placa) causando la obstrucción de la arteria llevando por consiguiente a que la persona sufra un ataque cardíaco o un accidente cardiovascular.

### **2.2.2.2. Definición de infarto agudo de miocardio**

Según la revista Finlay [17], el infarto agudo se da tras la muerte de las células del miocardio como consecuencia de una isquemia extendida, originada por la reducción brusca de la irrigación sanguínea coronaria, afectando varias zonas del miocardio”.

## **2.2.3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

### **2.2.3.1. Definición de inteligencia artificial**

Existen varios autores que definen este concepto, a continuación, veremos algunos:

Según Marvin Minsky, “la define como el estudio encargado de programar computadores capaces de crear y aprender aquellas cosas que la mente humana puede realizar.”

Según Hayes, es la ejecución de razonamientos inteligentes mediante técnicas propias de la computación.

### **2.2.3.2. Machine Learning**

Según Hawkins, es una rama del campo de la inteligencia artificial que, a través de algoritmos, dota a los computadores de la capacidad de identificar patrones en datos masivos para hacer predicciones. Este aprendizaje permite a las computadoras, cumplir tareas concretas de forma autónoma, es decir, sin necesidad de ser programados. [18]

Es una herramienta útil para analizar los datos concernientes a la la inteligencia artificial y tiene como finalidad enseñar a las computadoras.

### **2.2.3.3. Sistema Inteligente**

Según Tulio A. Ramírez Silva, “son sistemas con conocimiento, organizados y estructurados que poseen alta integración y sensibilidad, cuyas características le permiten responder oportuna y adecuadamente cuando interactúan con el entorno”. [19]

Un sistema inteligente tiene la característica de superar distintas situaciones complejas con éxito y transformar dicha información en un nuevo conocimiento ya que, posee una memoria capaz de guardar el resultado de sus acciones, logrando así adaptarse al entorno en el que se encuentre.

#### **2.2.3.4.Sistema Basado en Reglas**

Está conformado por reglas deterministas cuya finalidad definir el problema y analizar los diferentes caminos presentados para proceder a seleccionar el óptimo teniendo en cuenta el caso a evaluar. Otro elemento importante es la base de conocimientos cuyas variables son extraídas de la información previa que el experto aporta para el sistema y finalmente, se tiene el motor de inferencia cuya función es brindar las conclusiones usando lógica básica aplicada a las reglas. [20]

Se dice también que es la representación en la que se guarda el conocimiento mediante el uso de reglas. Una regla es solo una parte del conocimiento con el cual se soluciona el problema. No son deducciones lógicas, sino más bien el conocimiento adquirido por un experto. Se les puede asignar una prioridad para tener ordenadas las reglas de acuerdo con su importancia de aplicación. [21]

### **2.2.4. SISTEMAS EXPERTOS**

#### **2.2.4.1.Definición de sistema expertos**

Según Giarrato y Riley, es una disciplina de la inteligencia artificial cuya finalidad es realizar un amplio uso del conocimiento especializado para solucionar problemas como lo haría un experto humano, con experiencia en cierta área. [22]

Otra definición que podemos dar es que un SE es un sistema informático que tiene características similares a las de un experto humano en una determinada rama (como, por ejemplo, un sistema experto para el diagnóstico de alguna enfermedad realiza ciertas

acciones que un médico podría haber realizada para así facilitar el proceso).

Por otro lado, podemos decir que los sistemas expertos ayudan en el mejoramiento de otros sistemas que simbolizan el conocimiento como una secuencia de reglas a seguir.

#### **2.2.4.2. Tipos de sistemas expertos**

Según la forma del problema se dividen en 2 grupos:

- i. Deterministas:** Son aquellos que adquieren conclusiones teniendo en cuenta un determinado conjunto de reglas haciendo uso de procedimientos con un razonamiento racional. Un ejemplo de este tipo de SE son los “Sistemas basados en reglas”.
  
- ii. Estocásticos:** En este caso, se añaden algunos factores para poder lidiar con la duda en situaciones inciertas. Es parecida a los SE deterministas ya que, usan la estructura de los sistemas basados en reglas, pero agregan otro factor que ayuda a determinar la incertidumbre de las reglas. Aquí podemos encontrar a los “Sistemas expertos probabilísticos” y al “Razonamiento probabilístico”.

#### **2.2.4.3. Metodologías de los sistemas expertos**

Según la RAE, metodología es el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica. Teniendo en cuenta esa definición vamos a ver algunas metodologías que han ido apareciendo a lo largo del tiempo, las cuales servirán para la creación de un sistema experto según las necesidades del usuario.

##### **i. Metodología de Buchanan**

Es una herramienta que sirve como una guía de elaboración que ayuda al ingeniero de conocimiento a desarrollar un sistema experto con una correcta documentación. Al generar pautas se puede decir que tiene como característica básica la relación

continua entre el ingeniero de conocimientos y el experto del área a tratar. Esta metodología consta de 6 etapas:

- **Identificación:** En esta etapa se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento. También se establecen las facilidades computacionales y presupuestos, facilitando que los objetivos que se plantean en la fase se cumplan óptimamente.
- **Conceptualización:** Se analizarán los conceptos vertidos por el experto de campo. Dichos conceptos deben ser considerados con carácter de mucha importancia puesto que es el experto quién sabe detalladamente cada punto de tu tema.
- **Formalización:** Se identifican los conceptos relevantes e importantes. El resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos subproblemas es una especificación parcial para construir un prototipo de la base de conocimiento.
- **Implementación:** Se formaliza el conocimiento obtenido del experto y se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.
- **Testeo:** Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose la performance del sistema.
- **Revisión del prototipo:** En esta etapa final, se reformulan los conceptos y se rediseña y refina el prototipo. [24]

## **ii. Metodología Grover**

Esta metodología se concentra en la definición del dominio (conocimiento, referencias, situaciones y procedimientos) en la formulación del conocimiento fundamental (reglas elementales, creencias y expectativas) y en la consolidación del conocimiento de base (revisión y ciclos de corrección). [25]

Aquí se muestran 3 fases:

- Definición del dominio: Esta fase se trata de entender el dominio, es decir, realizar desde la descripción general del problema toda la teoría que se necesita para una correcta investigación.
- Formulación el conocimiento: En esta segunda etapa, se evalúan los distintos escenarios seleccionados por el experto para formar una base y así determinar la performance mínima, realizar un testeo y ejercer las correcciones para finalmente lograr determinar las capacidades del sistema experto.
- Consolidación del conocimiento basal: Esta última fase consiste en la revisión y mejoramiento del conocimiento, por tanto, es el conjunto de reglas y definiciones adecuadas para producir actividad basal (menor nivel de actividad).

### **iii. Metodología de Ingeniería del Conocimiento John Durkin**

Esta metodología consta de 6 fases:

#### **FASE 1: EVALUACIÓN**

- Motivación para el Esfuerzo.
- Identificar problemas candidatos.
- Estudio de viabilidad.
- Análisis de Costo/Beneficio
- Seleccionar el mejor proyecto.
- Escribir el proyecto propuesto.

#### **FASE 2: ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO**

- Recolección del conocimiento.
- Interpretación.
- Análisis
- Diseño de métodos para recolectar conocimiento adicional.

#### **FASE 3: DISEÑO**

- Seleccionar Técnica de Representación del Conocimiento.
- Seleccionar Técnica de Control.

- Seleccionar Software de Desarrollo de Sistema Experto.
- Desarrollo de Prototipo.
- Desarrollo de Interfase.
- Desarrollo del Producto.

#### **FASE 4: PRUEBAS**

- Validación del Sistema.
- Evaluación de la Prueba/Evaluación.

#### **FASE 5: DOCUMENTACIÓN**

- Relación de temas que deben ser documentados.
- Organización de la documentación.
- Documentación Impresa.
- Documentación en hipertexto.
- Reporte final.

#### **FASE 6: MANTENIMIENTO**

- Modificaciones probables del sistema.
- Responsables de mantenimiento.
- Interfaces de documentación del mantenimiento.

Teniendo en cuenta las dos primeras metodologías, se puede determinar que estas se basan en la recolección de la información para el sistema experto más no en el desarrollo del mismo.

Luego de la comparación de las tres metodologías mencionadas anteriormente se ha seleccionado la metodología de ingeniería del conocimiento de Jhon Durkin para el desarrollo del sistema experto ya que tiene como característica principal la interacción con el experto con quién se puede recolectar la información necesaria y posteriormente analizarla en las fases mencionadas, además de contener una fase encargada de la documentación del sistema.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Es de tipo tecnológica aplicada porque responde a problemas técnicos, está orientada a demostrar la validez de ciertas técnicas aplicando principios científicos que demuestren su veracidad.

##### 3.1.2. Nivel de investigación

Investigación descriptiva puesto que me ofrece predecir situaciones teniendo en cuenta los estudios realizados y la observación.

#### 3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la investigación que se desarrolló y según los estudios realizados se determinó que la investigación tiene un diseño Posprueba con un solo grupo (Porque evaluaré los resultados y los iré comparando después de la implementación).

El diseño se diagrama como sigue:



Donde:

**G1** = Grupo a investigar – personas de 30 a 75 años

**X** = Tratamiento – implementación de sistema y realización de prueba

**O1** = Ayuda de prevención de infarto agudo de miocardio

#### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

##### 3.3.1. Población

La población de esta investigación son las personas del departamento de Lambayeque

✓ **Pacientes** = 58276

##### 3.3.2. Muestra

La muestra se ha obtenido haciendo uso de la fórmula del procedimiento para estimar el tamaño de la muestra representativa para una población finita definida por Bernal [26]

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N-1) * e^2 + Z^2 * P * Q}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra por estimar.

$Z$  = 1.96 (coeficiente de confianza)

$N$  = Población

$P$  = 0.5 (número de personas involucradas en el estudio)

$Q$  = 0.5 (número de personas no involucradas en el estudio)

$E$  = 0.05 (coeficiente de error)

#### ✓ Muestra 1

La muestra de la población 1 estuvo constituida por:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 58276}{(58276-1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 382 \text{ individuos}$$

#### 3.3.3. Muestreo

Aplicaré muestreo aleatorio simple porque todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser seleccionado.

### 3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para la investigación consideraré a personas que oscilan entre los 30 a 75 años porque es el promedio de edad en la que una persona puede prevenir el infarto agudo de miocardio.

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables que se han utilizado como elementos básicos en el desarrollo de la hipótesis están identificadas de la siguiente manera:

#### 3.5.1. Variables

##### 3.5.1.1. Variable independiente

Desarrollo de un sistema experto

##### 3.5.1.2. Variable dependiente

Ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio

### 3.5.2. Indicadores (Operacionalización de variables)

*Tabla 1*  
INDICADORES

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento
Determinar los factores de riesgo y su probabilidad, relacionados al infarto agudo de miocardio	- Número de factores de riesgo.	Evaluar el número de factores que se tomarán en cuenta para el S.E. Según el estudio investigado, determinar los valores de cada factor	Unidad	Guía de observación
	-Número de valores de cada factor de riesgo		Unidad	
Identificar el modelo más adecuado para evaluar la medida de los factores de riesgo	- Número de modelos a evaluar.	Seleccionar el modelo más adecuado para que sea aplicado en mi tema de investigación	Unidad	Guía de observación
Desarrollar el sistema experto basado en reglas tomando en cuenta los factores de riesgo relacionados al infarto agudo de miocardio	- Número de reglas realizadas por factor	Evaluar el número de reglas que se realizarán por cada factor establecido. Evaluar y determinar el número total de reglas que se ejecutarán en el S.E.	Unidad	Guía de observación
	-Número de reglas totales usadas en el sistema experto		Unidad	
Validar la funcionalidad del sistema experto según los casos brindados por el doctor.	-Porcentaje de validación del sistema experto	Evaluar la funcionalidad del S.E. Evaluar los resultados determinados por el S.E.	Porcentaje	Guía de observación
	-Porcentaje de probabilidad por paciente.		Porcentaje	

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A continuación, en la siguiente tabla se muestra las técnicas e instrumentos que fueron útiles para la recolección de datos.

*Tabla 2*  
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Observación	Guías de observación	Pacientes y registros de historias clínicas	Tomar información y registrarla para que sea evaluada posteriormente
Entrevista	Cuestionario con preguntas abiertas y cerradas	Experto en cardiología y doctor encargado	Recopilar información referente al infarto agudo de miocardio

### 3.7. PROCEDIMIENTOS

#### 3.7.1. Metodología de desarrollo

A continuación, se mencionan las actividades que se realizaron en cada una de las fases de la metodología a seguir, en este caso Ingeniería del conocimiento John Durkin:

#### 1. Fase #1: Determinación del problema (Evaluación)

En esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Realizar análisis de viabilidad del proyecto
- ✓ Entrevista al médico a cargo del centro de salud
- ✓ Test a las enfermeras encargadas del triaje

#### 2. Fase #2: Adquisición del conocimiento

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Entrevista al experto en cardiología
- ✓ Elegir los factores de riesgo prevalentes
- ✓ Elaboración y análisis de reglas en general

### 3. Fase #3: Diseño

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Se eligió el tipo de sistema experto apropiado
- ✓ Se eligieron las herramientas apropiadas para desarrollar las reglas y el sistema web
- ✓ Se define el tipo de razonamiento para el sistema experto

### 4. Fase #5: Documentación

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Se realiza el diagrama del funcionamiento del sistema experto
- ✓ Se explica la estructura de las reglas planteadas
- ✓ Se realiza el análisis de una de las reglas desarrolladas

#### 3.7.2. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos en el desarrollo de la presente tesis se efectuó con la finalidad de identificar las fases, entregables y objetivos afectados durante desarrollo de la presente tesis, las mismas de detallan en el *Anexo N° 02*.

#### 3.7.3. Producto acreditable

##### 1. Interfaces

Se construyeron las interfaces del sistema “Desarrollo de un sistema experto para ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio” haciendo uso del lenguaje PHP para la elaboración del sistema Web en donde se consideran módulos para el paciente y sus atenciones, los mismos que se presentan en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de interfaces, en el Capítulo IV. Resultados.*

##### 2. Arquitectura

De diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento del sistema “Desarrollo de un sistema experto para ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio”, la cual se detalla en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de la arquitectura, en el Capítulo IV. Resultados.*

### **3. Infraestructura tecnológica**

Considerando la arquitectura anteriormente descrita, se definen las características de cada uno de sus componentes en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de la infraestructura tecnológica, en el Capítulo IV. Resultados.*

#### **3.7.4. Manual de usuario**

Se elaboró un manual de usuario cuyo propósito es brindar asistencia a los usuarios en el uso del sistema experto que se implementó, el cual se muestra en el *Anexo N.º 01.*

### **3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos se obtuvieron mediante la nota de los registros de algunas historias clínicas por medio de la observación. También se realizó una entrevista dirigida al experto en cardiología haciendo uso de dicha técnica. Se usaron los instrumentos indicados en la tabla anterior, con ayuda de los expertos y las fuentes ya mencionadas.

### 3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 3  
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
¿De qué manera se puede ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio en las personas de 30 a 75 años?	Desarrollar un sistema experto capaz de evaluar distintos casos mediante reglas y así determinar el óptimo para calcular la probabilidad de que una persona pueda tener un infarto.	Mediante el desarrollo de un sistema experto se podrá ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio en las personas de 30 a 75 años	VARIABLE INDEPENDIENTE: Desarrollo de un sistema experto VARIABLE DEPENDIENTE: Ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio
	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>		<u>INDICADORES</u>
	Determinar los factores de riesgo y su probabilidad, relacionados al infarto agudo de miocardio		- Número de factores de riesgo - Número de valores de cada factor de riesgo
	Identificar el modelo más adecuado para evaluar la medida de los factores de riesgo		- Número de modelos a evaluar
	Desarrollar el sistema experto basado en reglas tomando en cuenta los factores de riesgo relacionados al infarto agudo de miocardio		- Número de reglas realizadas por factor - Número de reglas totales usadas en el sistema experto
	Validar la funcionalidad del sistema experto según los casos brindados por el doctor.		- Porcentaje de validación del sistema experto - Porcentaje de probabilidad por paciente

### 3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El doctor encargado de realizar la validación del sistema brindó los datos necesarios para proceder al llenado del test y así obtener un resultado preciso y válido.

El doctor debe tener claro que usará la información del paciente únicamente para fines académicos, comprometiéndome a no revelar ningún tipo de información con personas externas.

A continuación, se listan los aspectos que se han considerado para la protección y bienestar de los participantes de esta investigación, en este caso los pacientes del centro de salud, así como de la seguridad (resguardo) de los datos:

- ✓ Aplicación de técnicas de recolección de datos: Encuestas, entrevistas, etc.
- ✓ Seguridad de la información.
- ✓ Protección de datos registrados.
- ✓ Resguardo de los datos y secreto de la información.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA

#### 4.1.1. METODOLOGÍA RUP

La primera metodología considerada es RUP, aplicando algunas de las iteraciones planteadas en ella para el desarrollo de la tesis.

##### 4.1.1.1. Iteración #2: Análisis Preliminar de Requerimientos – Modelado de Negocio

###### a) Diagrama de contexto de negocio



Figura 1. Diagrama de contexto de negocio  
Fuente: Elaboración propia

###### b) Diagrama de casos de uso de negocio

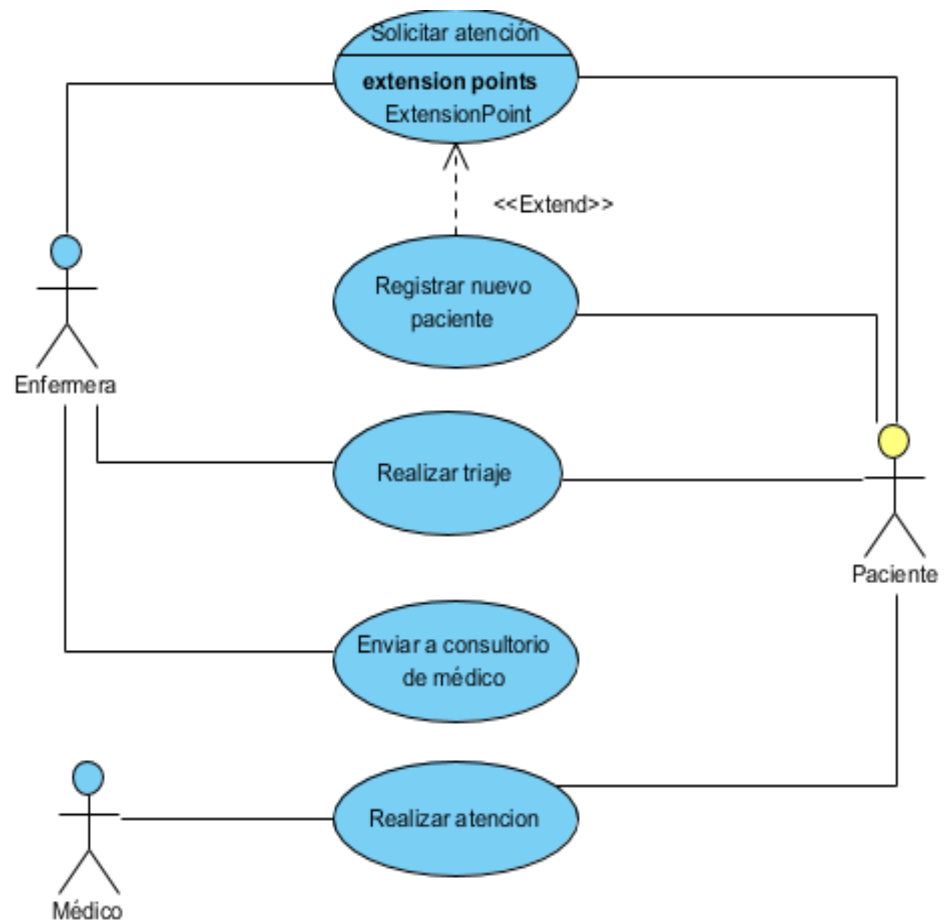


Figura 2. Diagrama de casos de uso del negocio  
Fuente: Elaboración propia

Por cada proceso de negocio (caso de uso de negocio)

**i. Diagrama de actividad: Solicitar atención**

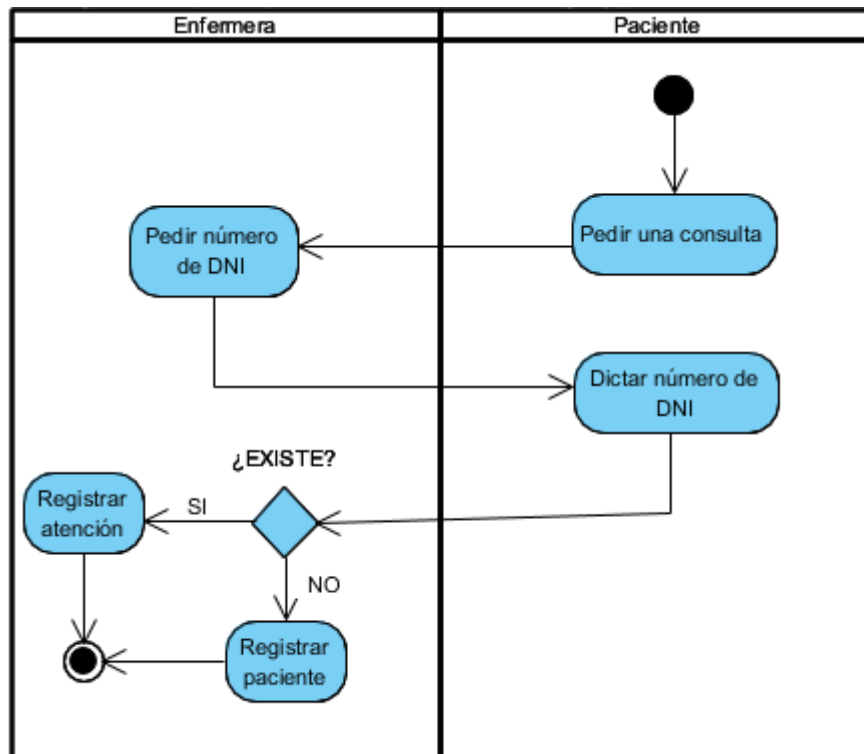


Figura 3. Diagrama de actividad del proceso solicitar atención  
Fuente: Elaboración propia

**ii. Diagrama de objetos: Solicitar atención**

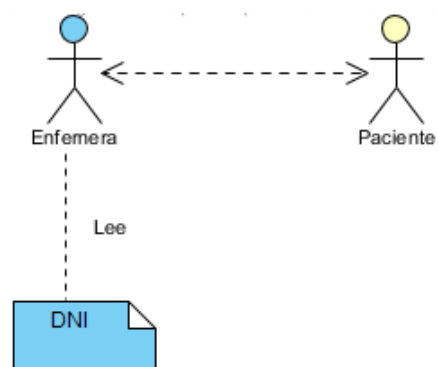


Figura 4. Diagrama de objetos del proceso solicitar atención  
Fuente: Elaboración propia

### iii. Diagrama de actividad: Registrar nuevo paciente

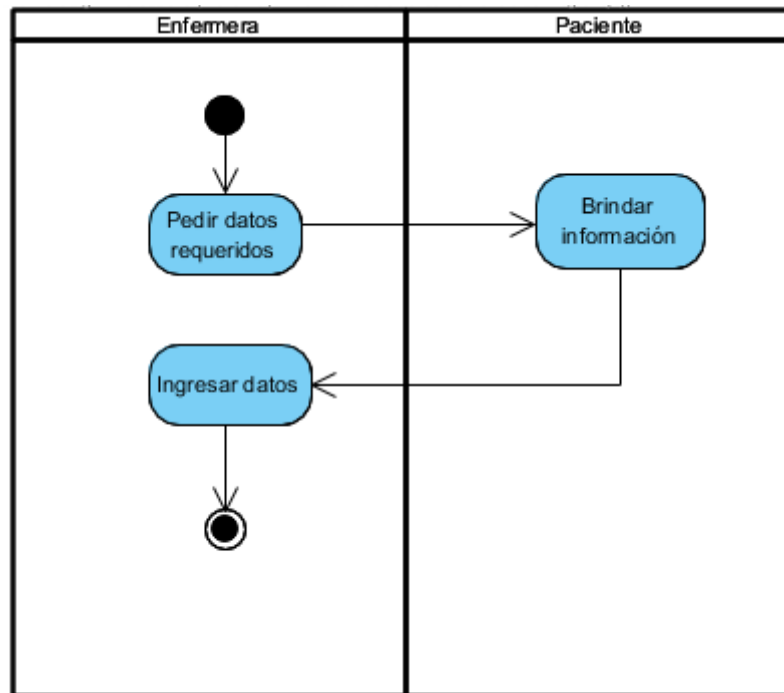


Figura 5. Diagrama de actividad del proceso registrar nuevo paciente  
Fuente: Elaboración propia

### iv. Diagrama de objetos: Registrar nuevo paciente

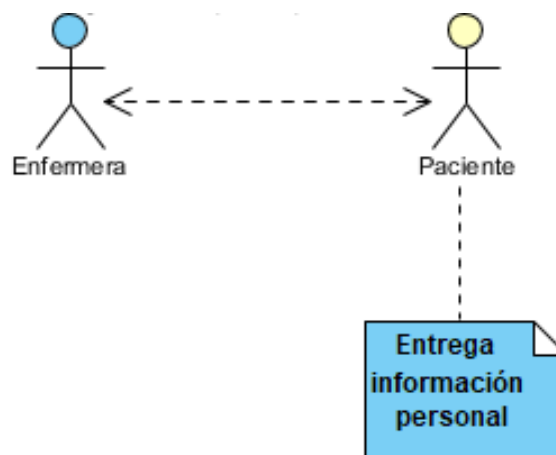


Figura 6. Diagrama de objetos del proceso registrar nuevo paciente  
Fuente: Elaboración propia

v. Diagrama de actividad: Realizar triaje

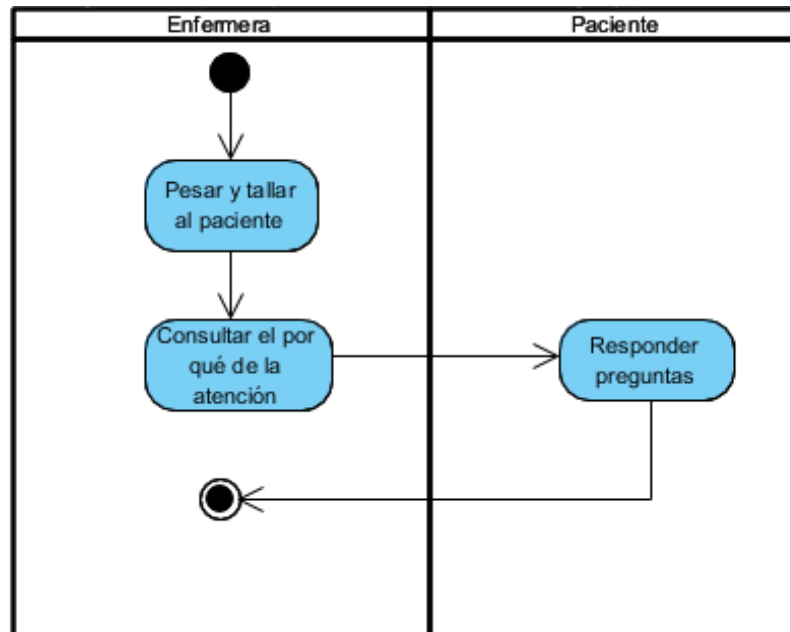


Figura 7. Diagrama de actividad del proceso registrar triaje  
Fuente: Elaboración propia

vi. Diagrama de objetos: Realizar triaje

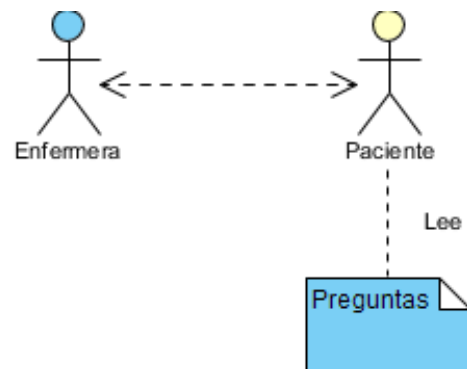


Figura 8. Diagrama de objetos del proceso registrar triaje  
Fuente: Elaboración propia

vii. **Diagrama de actividad: Enviar a consultorio de médico**

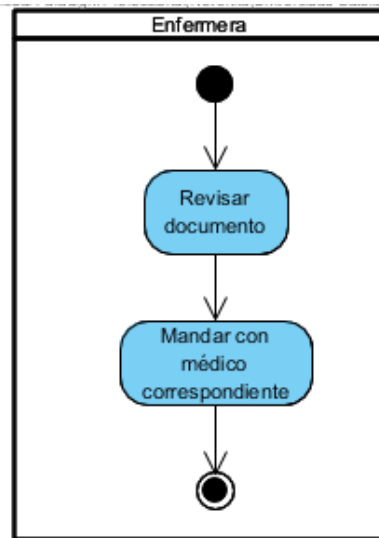


Figura 9. Diagrama de actividad del proceso enviar a consultorio de médico  
Fuente: Elaboración propia

viii. **Diagrama de objetos: Enviar a consultorio de médico**

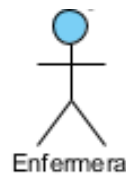


Figura 10. Diagrama de objetos del proceso enviar a consultorio de médico  
Fuente: Elaboración propia

ix. **Diagrama de actividad: Realizar atención**

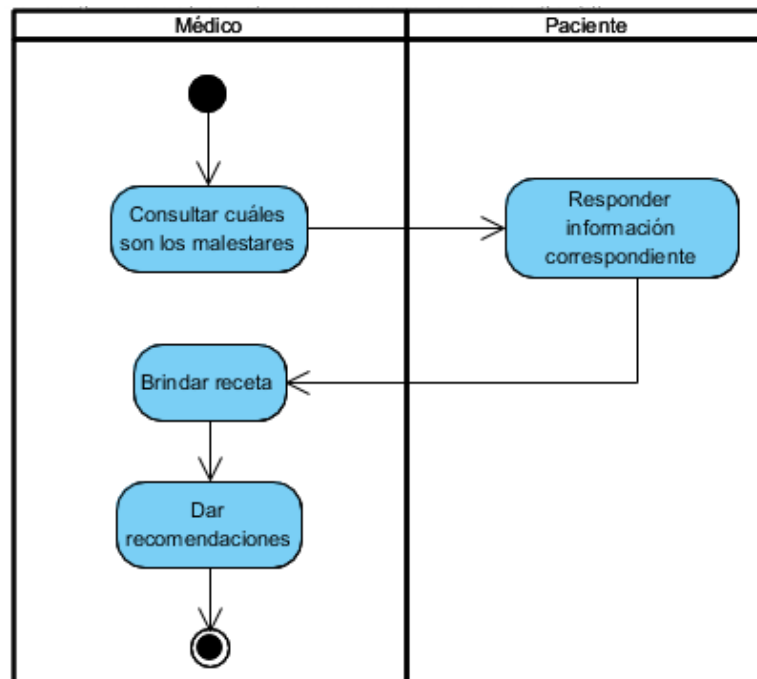


Figura 11. Diagrama de actividad del proceso realizar atención  
Fuente: Elaboración propia

**x. Diagrama de objetos: Realizar atención**

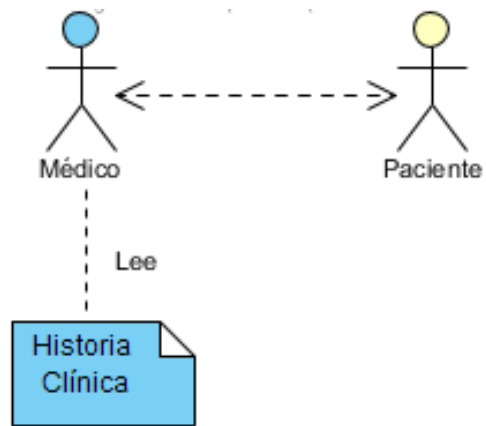


Figura 12. Diagrama de objetos del proceso realizar atención  
Fuente: Elaboración propia

**4.1.1.2. Iteración #4: Análisis**

**a) Diagrama de contexto de análisis**

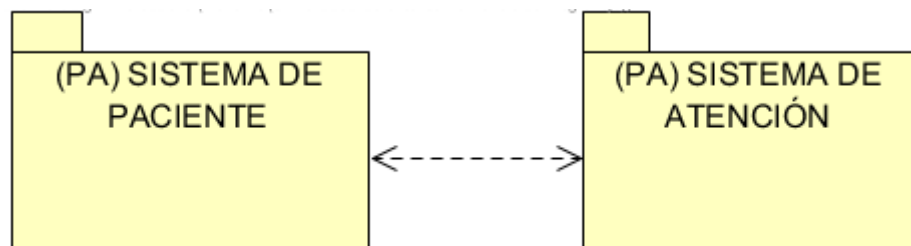


Figura 13. Diagrama de contexto de análisis  
Fuente: Elaboración propia

**b) PA Sistema de Paciente**

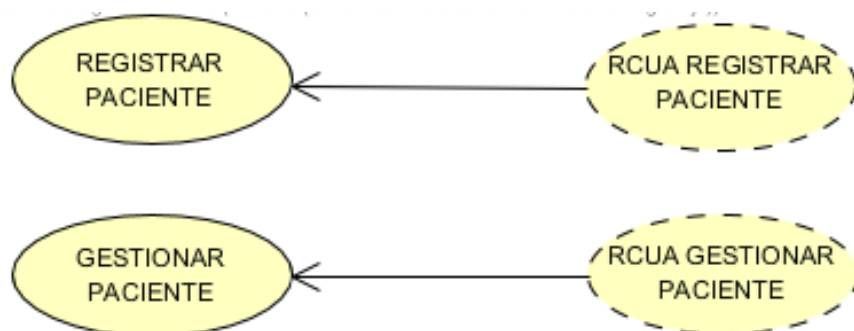


Figura 14. Diagrama de caso de uso del sistema de paciente  
Fuente: Elaboración propia

### i. Diagrama de casos de análisis: Registrar paciente



Figura 15. Diagrama de caso de análisis del proceso registrar paciente  
Fuente: Elaboración propia

### ii. Diagrama de clases parciales: Registrar paciente



Figura 16. Diagrama de clases parciales del proceso registrar paciente  
Fuente: Elaboración propia

### iii. Diagrama de colaboración: Registrar paciente



Figura 17. Diagrama de colaboración del proceso registrar paciente  
Fuente: Elaboración propia

#### iv. Diagrama de análisis: Gestionar paciente

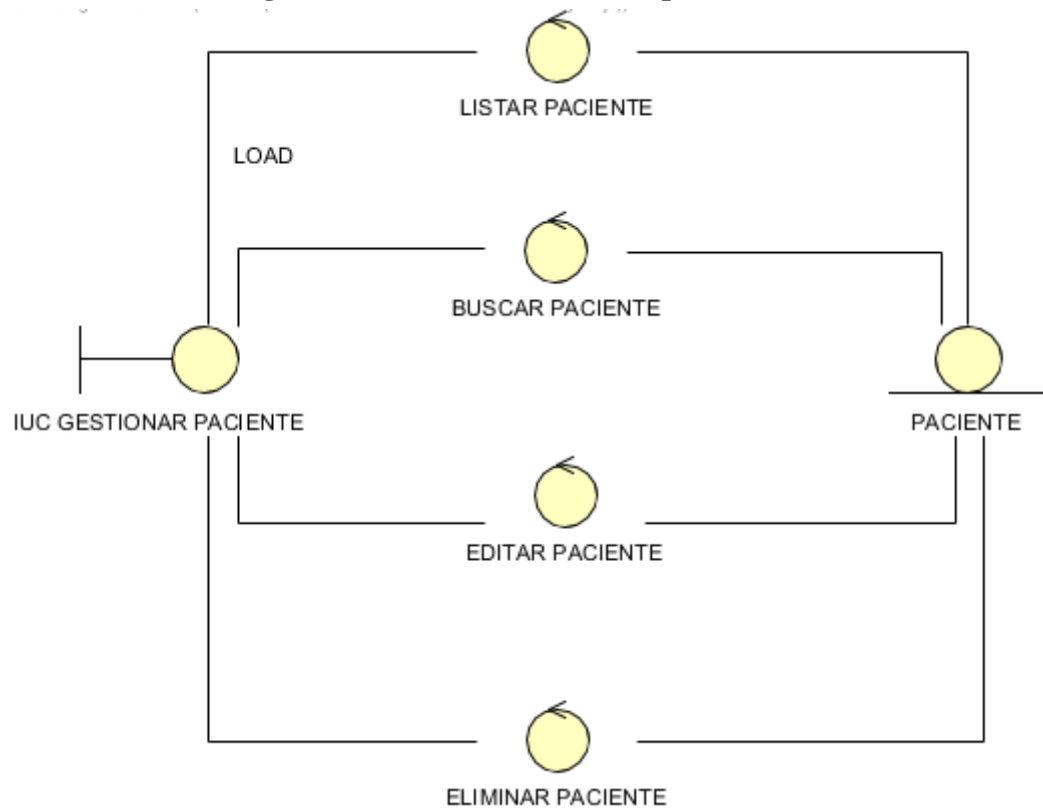


Figura 18. Diagrama de análisis del proceso gestionar paciente  
Fuente: Elaboración propia

#### v. Diagrama de clases parciales: Gestionar paciente



Figura 19. Diagrama de clases parciales del proceso gestionar paciente  
Fuente: Elaboración propia

**vi. Diagrama de colaboración: Gestionar paciente**

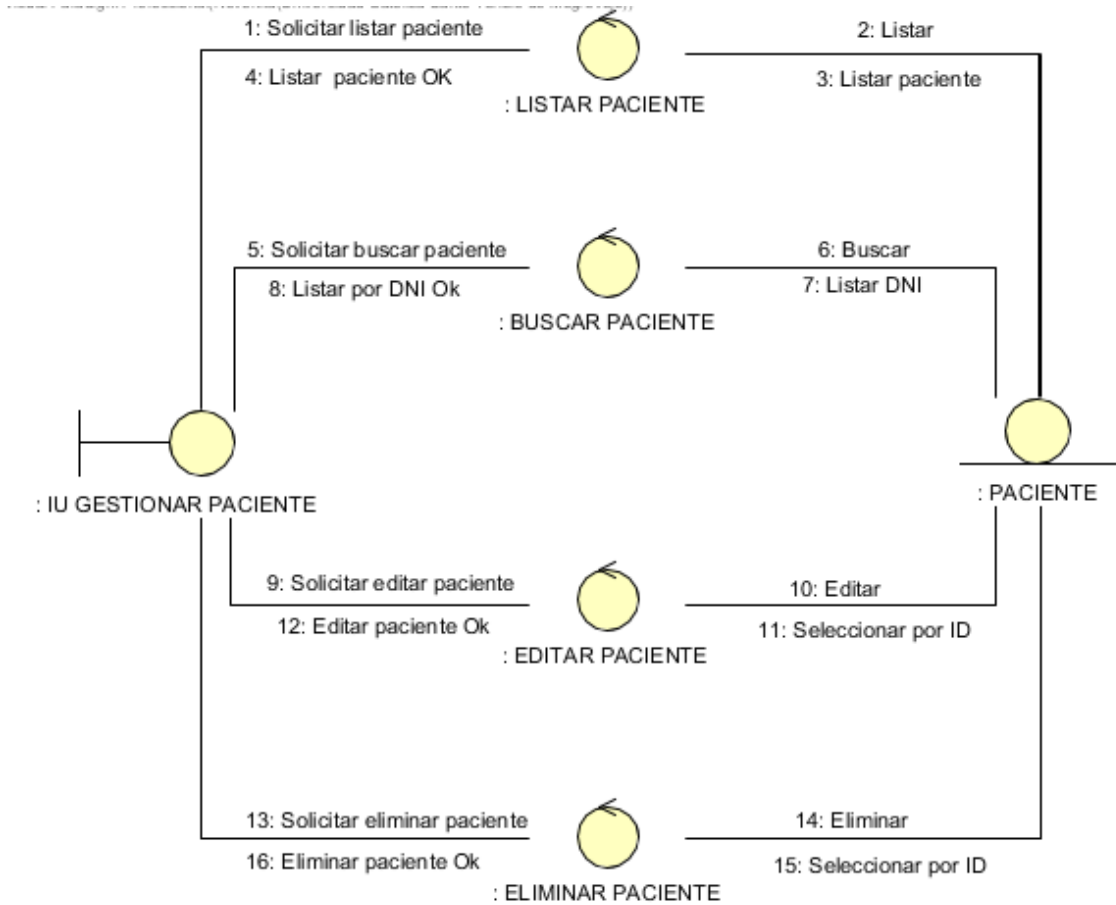


Figura 20. Diagrama de colaboración del proceso gestionar paciente  
Fuente: Elaboración propia

**c) PA Sistema de Atención**

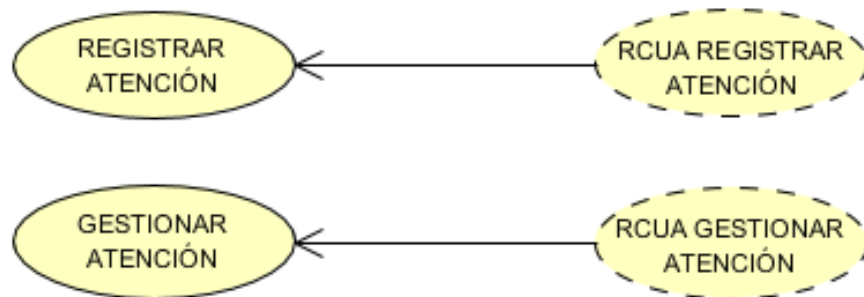


Figura 21. Diagrama de caso de uso del sistema de atención  
Fuente: Elaboración propia

### i. Diagrama de análisis: Registrar atención

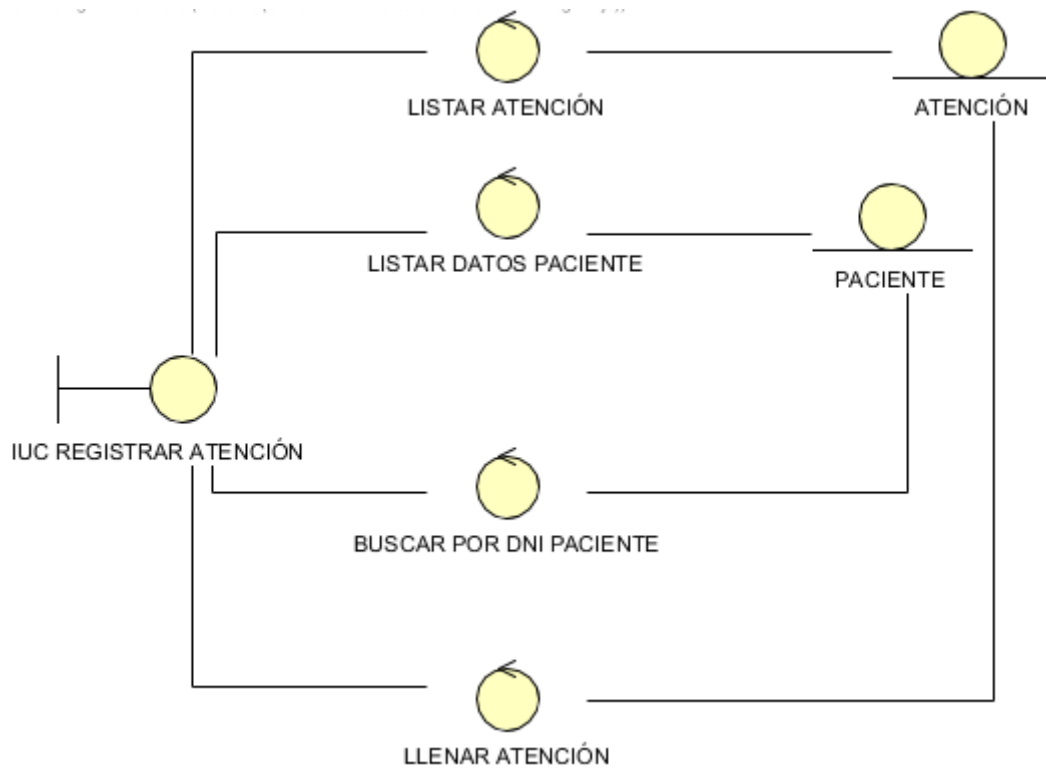


Figura 22. Diagrama de análisis del proceso registrar atención  
Fuente: Elaboración propia

### ii. Diagrama de clases parciales: Registrar atención

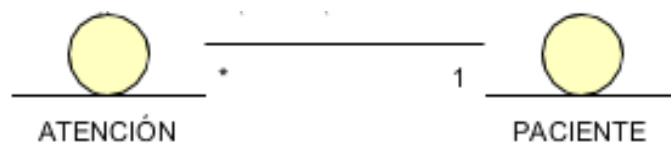


Figura 23. Diagrama de clases parciales del proceso registrar atención  
Fuente: Elaboración propia

**iii. Diagrama de colaboración: Gestionar atención**

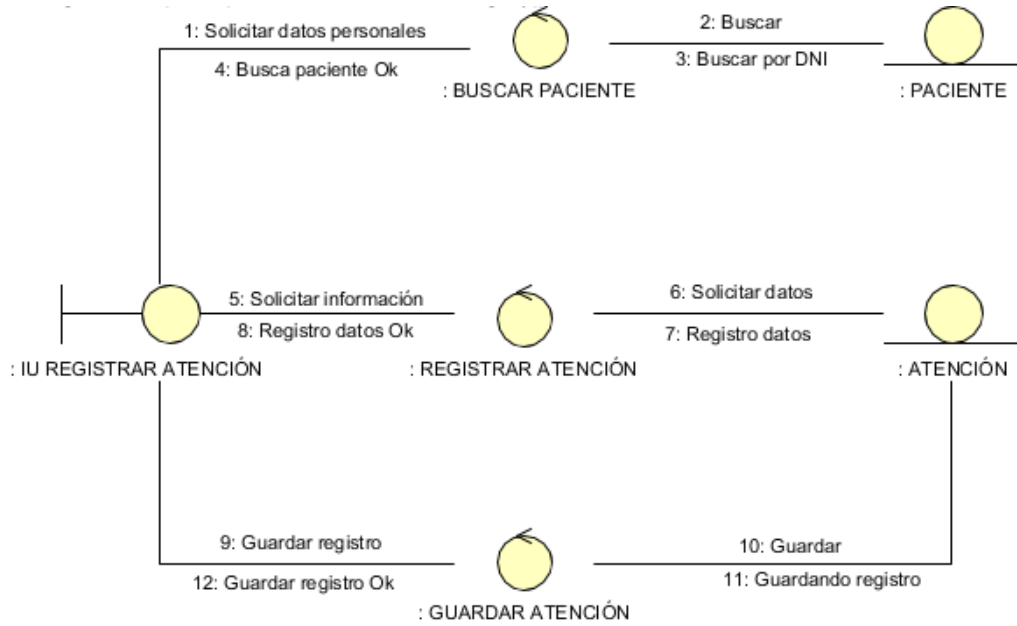


Figura 24. Diagrama de colaboración del proceso gestionar atención  
Fuente: Elaboración propia

**iv. Diagrama de análisis: Gestionar atención**

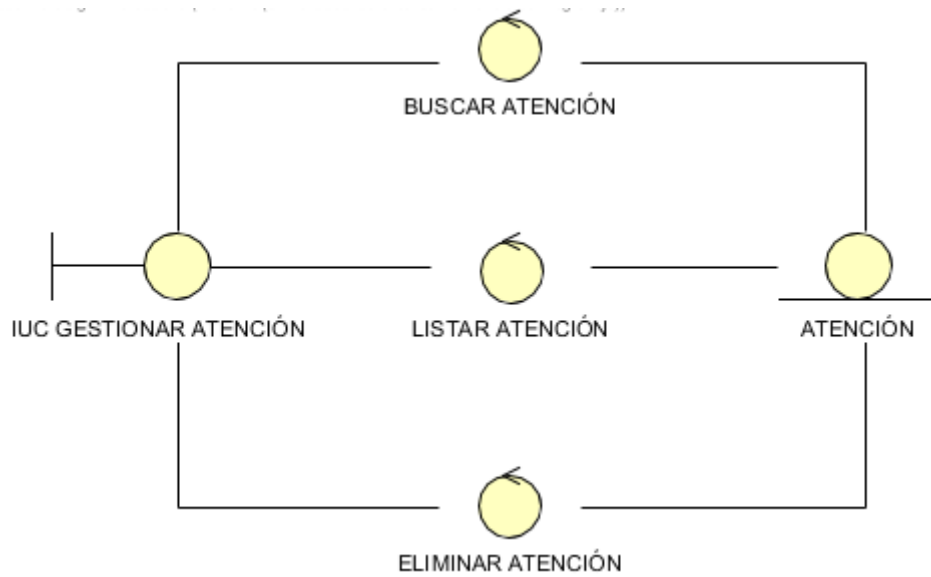


Figura 25. Diagrama de análisis del proceso gestionar atención  
Fuente: Elaboración propia

**v. Diagrama de clases parciales: Gestionar atención**



Figura 26. Diagrama de clases parciales del proceso gestionar atención  
Fuente: Elaboración propia

## vi. Diagrama de colaboración: Gestionar atención

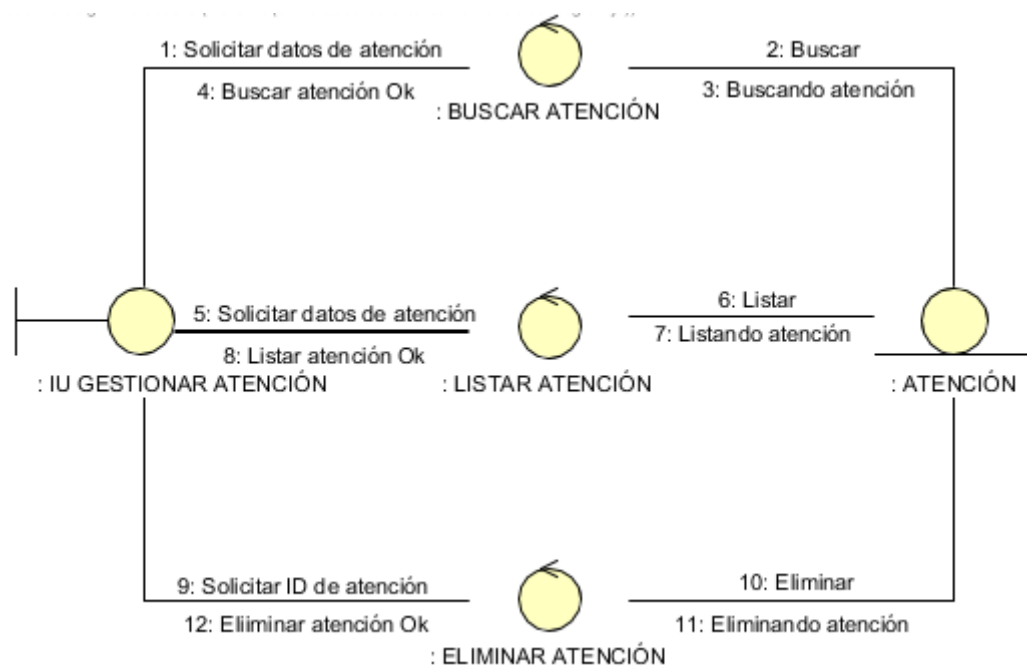


Figura 27. Diagrama de colaboración del proceso gestionar atención  
Fuente: Elaboración propia

## d) Diagrama de Clases General

Visual Paradigm Professional (Nevenka/Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo)

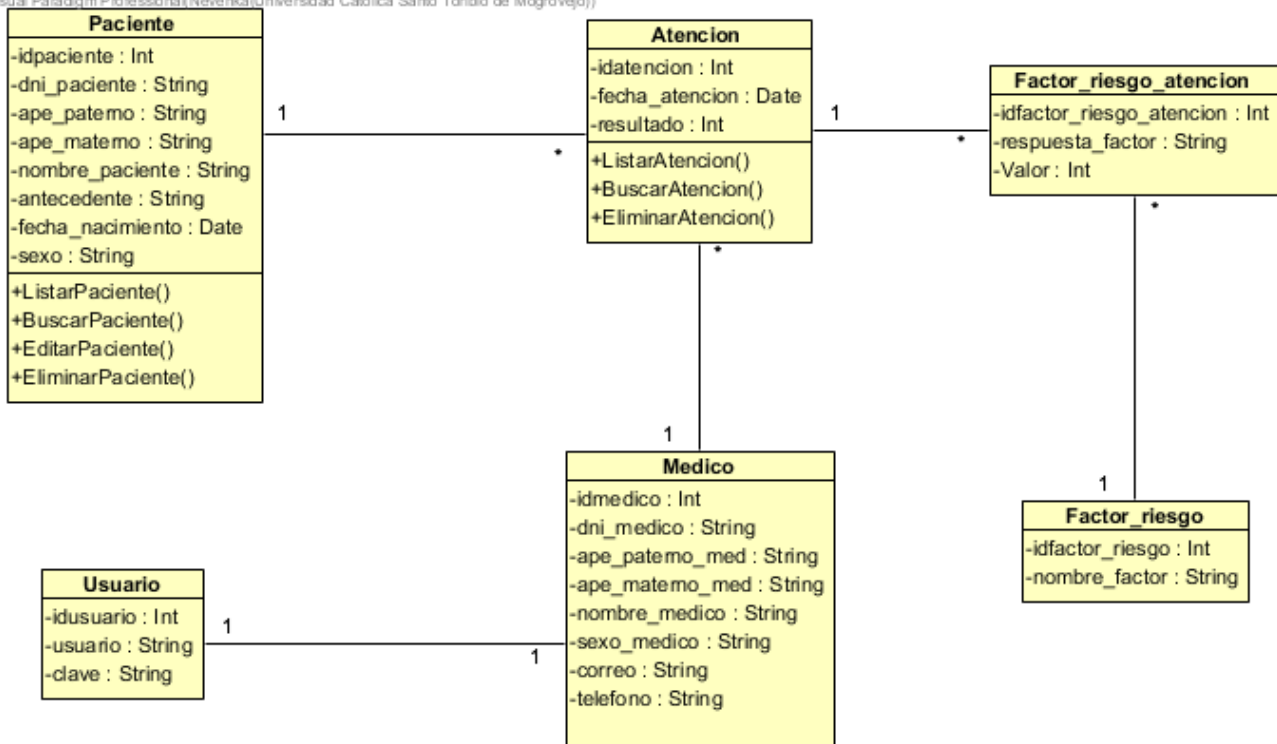


Figura 28. Diagrama de clases general  
Fuente: Elaboración propia

### 4.1.1.3. Iteración #5: Diseño

#### a) Diagrama de contexto de diseño (Subsistemas)

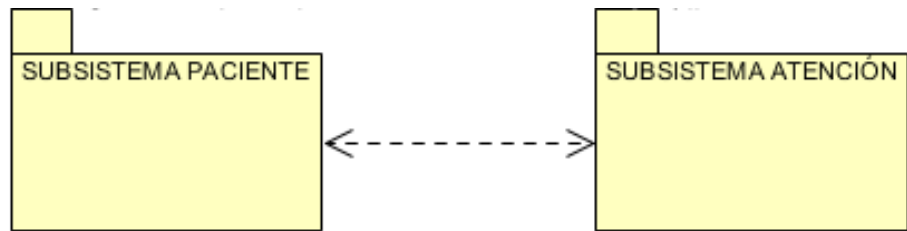


Figura 29. Diagrama de contexto de diseño  
Fuente: Elaboración propia

#### b) SUBSISTEMA PACIENTE

##### i. Diagrama de realizaciones de caso de uso de diseño

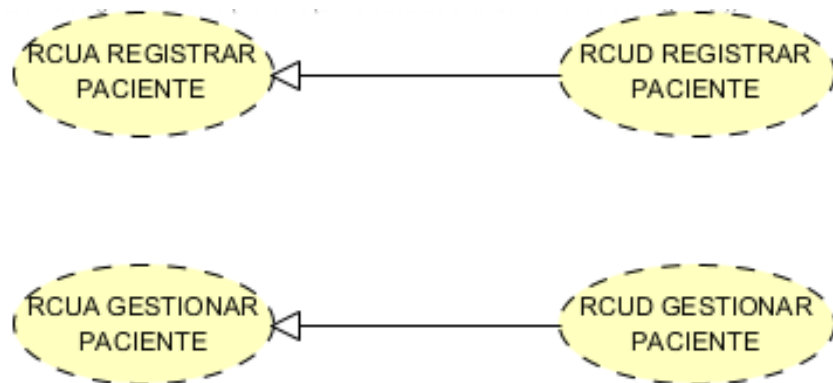


Figura 30. Diagrama de realizaciones de caso de uso de diseño  
Fuente: Elaboración propia

### POR CADA REALIZACIÓN DE CASOS DE USO DE DISEÑO

#### ▪ Diagrama de clases de diseño: Registrar paciente

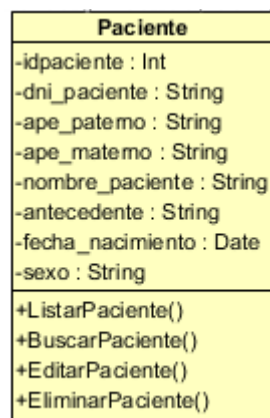


Figura 31. Diagrama de clases de diseño del proceso registrar paciente  
Fuente: Elaboración propia

▪ **Diagrama de secuencia: Registrar paciente**

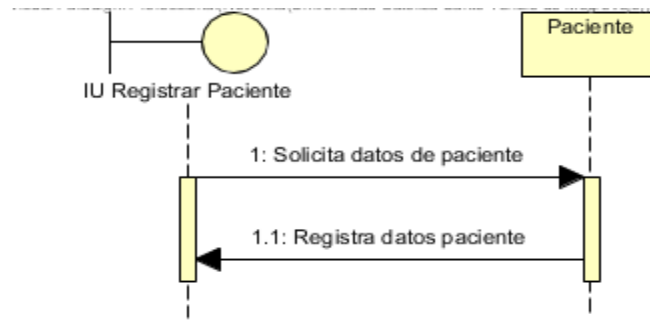


Figura 32. Diagrama de secuencia del proceso registrar paciente  
Fuente: Elaboración propia

▪ **Diagrama de clases de diseño: Gestionar paciente**

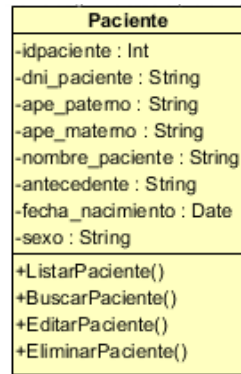


Figura 33. Diagrama de clase de diseño del proceso gestionar paciente  
Fuente: Elaboración propia

▪ **Diagrama de secuencia: Gestionar paciente**

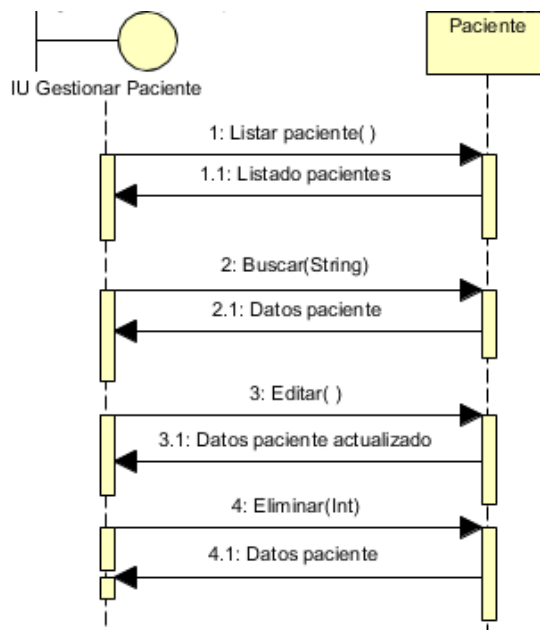


Figura 34. Diagrama de secuencia del proceso gestionar paciente  
Fuente: Elaboración propia

c) SUBSISTEMA ATENCIÓN

i. Diagrama de realizaciones de caso de uso de diseño

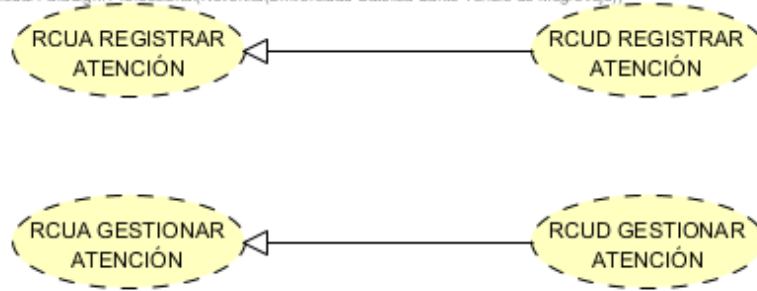


Figura 35. Diagrama de realizaciones de caso de uso del diseño  
Fuente: Elaboración propia

POR CADA REALIZACIÓN DE CASOS DE USO DE DISEÑO

▪ Diagrama de clases de diseño Registrar Atención

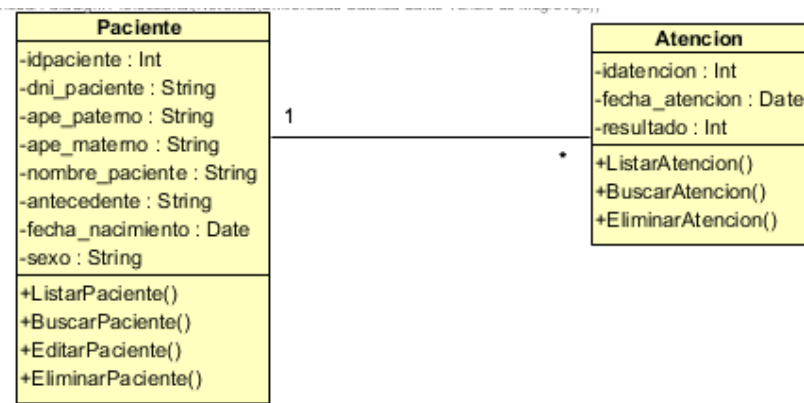


Figura 36. Diagrama de clases de diseño del proceso registrar atención  
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de secuencia: Registrar atención

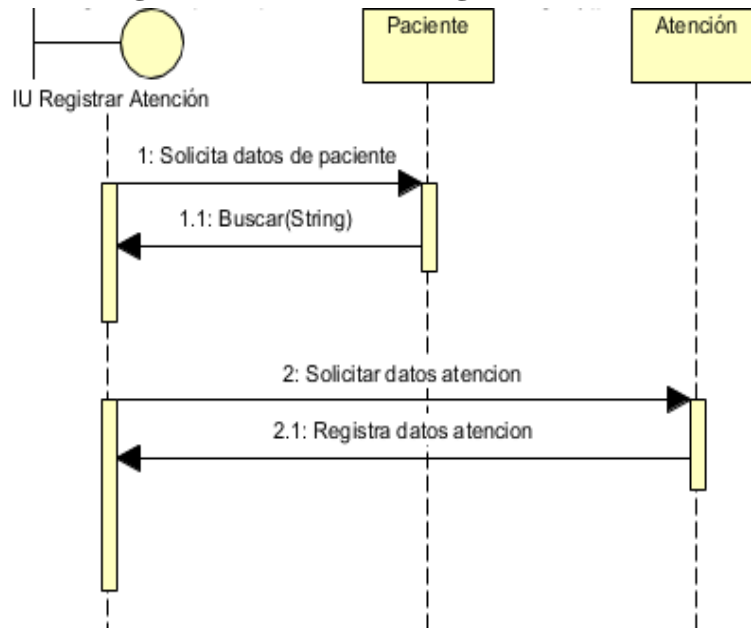


Figura 37. Diagrama de secuencia del proceso registrar atención  
Fuente: Elaboración propia

▪ **Diagrama de clases de diseño: Gestionar atención**

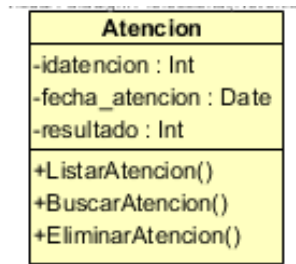


Figura 38. Diagrama de clases de diseño del proceso gestionar atención  
Fuente: Elaboración propia

▪ **Diagrama de secuencia: Gestionar atención**

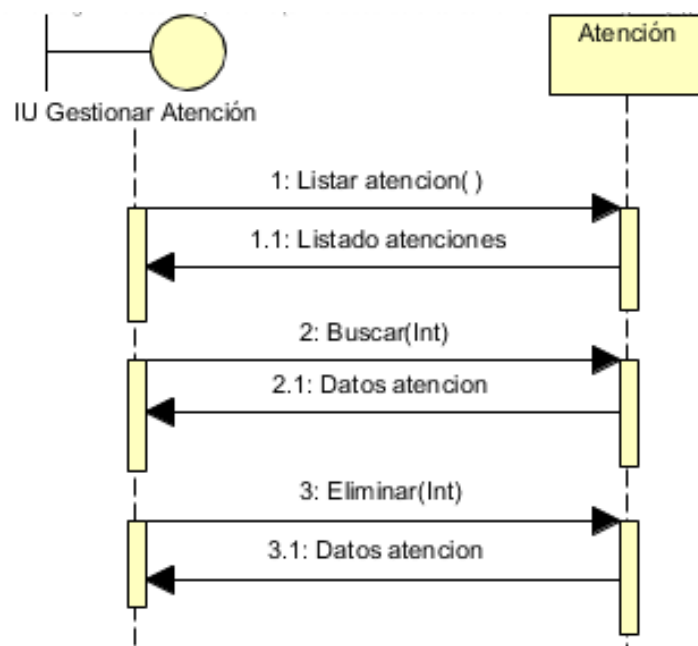


Figura 39. Diagrama de secuencia del proceso gestionar atención  
Fuente: Elaboración propia

### d) Diseño de base datos

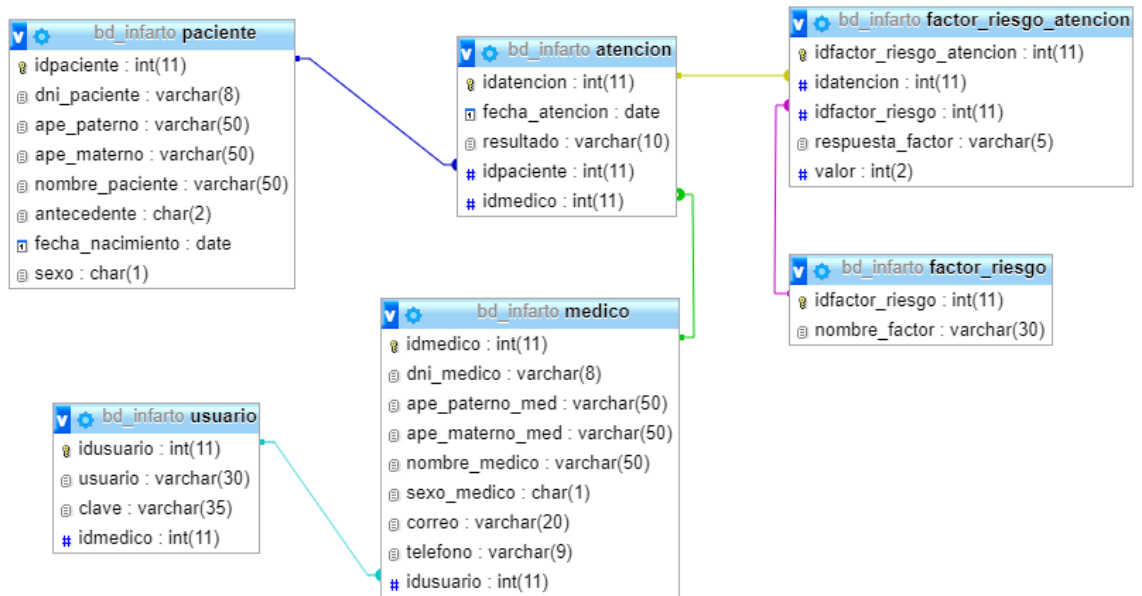


Figura 40. Diagrama de la base de datos del sistema  
Fuente: Elaboración propia

### e) Diseño de interfaces

PREVENCIÓN DE Infarto Nevenka Capuñay

**PACIENTES**

[Nuevo](#)

Show  entries Search:

Id	DNI	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre	Antecedente	Fecha Nacimiento	Sexo	Acciones
1	12345678	Gómez	López	Gabriela	SI	1999-03-05	F	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
2	98765432	Capuñay	Mendoza	Karla	SI	1900-05-05	F	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
5	45612378	Ramírez	Martínez	Omar	SI	1960-08-12	M	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
6	73568479	Paiva	Velasquez	Daniela	NO	1998-02-13	F	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
9	54521511	Lip	Curo	Guadalupe	SI	1994-04-30	F	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
10	43578592	Capuñay	Mendoza	Noelia	SI	1986-01-13	F	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
11	72205195	Mendoza	Galán	Gabriel	NO	1997-12-08	M	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
12	75068783	Larrea	Acuña	Richard	NO	1996-01-13	M	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>
13	73333367	Ramos	Adanaque	Elmer	NO	1997-11-07	M	<span style="color: red;">✖</span> <span style="color: blue;">✎</span>

Figura 41. Interfaz del Mantenimiento de pacientes  
Fuente: Elaboración propia

Ingresar Datos

**DNI**

**Apellido Paterno**

**Apellido Materno**

**Nombres**

**Antecedente**

SI

NO

**Fecha de nacimiento:**

**Sexo**

M

F

**Guardar**

Figura 42. Interfaz del registro de un paciente  
Fuente: Elaboración propia

**PREVENCIÓN DE Infarto** Nevenka Capuñay

Nevenka Capuñay

REGISTRO DE PACIENTES

ATENCIONES

**LEYENDA DE RIESGO**

	Masculino	Femenino
Riesgo Leve	0% - 31.91%	0% - 36.58%
Riesgo Moderado	31.92% - 44.67%	36.59% - 51.21%
Riesgo Alto	44.68% - 100%	51.22% - 100%

### RESULTADOS

Nuevo

Show 10 entries Search:

ID Atención	Fecha Atención	Nombre Paciente	Médico	Resultado	Acciones
19	2019-06-20	Omar Ramírez	Nevenka Capuñay	78%	<a href="#">✖</a> <a href="#">Detalle</a>
20	2019-06-20	Omar Ramírez	Nevenka Capuñay	65.96%	<a href="#">✖</a> <a href="#">Detalle</a>
21	2019-06-20	Guadalupe Lip	Nevenka Capuñay	34.15%	<a href="#">✖</a> <a href="#">Detalle</a>
22	2019-06-21	Noelia Capuñay	Nevenka Capuñay	39.02%	<a href="#">✖</a> <a href="#">Detalle</a>
23	2019-06-22	Gabriel Mendoza	Nevenka Capuñay	31.91%	<a href="#">✖</a> <a href="#">Detalle</a>
24	2019-06-22	Richard Larrea	Nevenka Capuñay	31.91%	<a href="#">✖</a> <a href="#">Detalle</a>

Figura 43. Interfaz del Mantenimiento de atenciones  
Fuente: Elaboración propia

Buscar al paciente

2019-11-18

DNI

Código:  Nombres:  Ap. Paterno:  Ap. Materno:

Fecha Nacimiento:  Sexo:

---

Test de infarto

1. ¿Cuál es su índice de masa corporal?

Peso  kg Altura  mt

2. ¿Padeces de alguna enfermedad cardiovascular?

SI

NO

3. ¿Cuál es tu colesterol HDL?

4. ¿Cuál es su presión arterial?

5. ¿Padeces de Diabetes?

SI

NO

6. ¿Consumes cigarrillos?

SI

NO

7. ¿Consumes Alcohol frecuentemente?

SI

NO

8. ¿Realizas alguna actividad física frecuentemente?

SI

NO

9. ¿Has tenido infartos anteriormente?

SI

NO

Figura 44. Interfaz del registro de atención del paciente

Fuente: Elaboración propia

PREVENCIÓN DE Infarto Nevenka Capuñay

Nevenka Capuñay

REGISTRO DE PACIENTES

ATENCIÓNES

### RESULTADOS POR FACTORES DE RIESGO

**Nombre:** Omar Ramírez Martínez **Fecha Atención:** 2019-06-20 **Resultado:** 78% Imprimir

Nombre Factor	Respuesta	Valor
Enfermedad Cardiovascular	SI	1
Índice de Masa Corporal	23.52	0
Colesterol	30	5
Diabetes	SI	3
Tabaquismo	SI	4
Alcoholismo	SI	1
Actividad Física	SI	0
Infartos Anteriores	SI	1
Presión Arterial	130	2
Antecedente	SI	1
Sexo	F	1

Figura 45. Interfaz del detalle de la atención del paciente  
Fuente: Elaboración propia

imprimir\_resultado\_infarto.php 1 / 1

### RESULTADOS POR FACTORES DE RIESGO

**Nombre:** Omar Ramírez Martínez **Fecha Atención:** 2019-06-20 **Resultado:** 78%

Nombre Factor	Respuesta	Valor
Enfermedad Cardiovascular	SI	1
Índice de Masa Corporal	23.52	0
Colesterol	30	5
Diabetes	SI	3
Tabaquismo	SI	4
Alcoholismo	SI	1
Actividad Física	SI	0
Infartos Anteriores	SI	1
Presión Arterial	130	2
Antecedente	SI	1
Sexo	F	1
Edad	59	13

Figura 46. Interfaz del PDF que muestra los resultados del paciente  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.4. Iteración #6: Implementación y Prueba

- Diagrama de componentes

Visual Paradigm Professional (Nevenka (Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo))

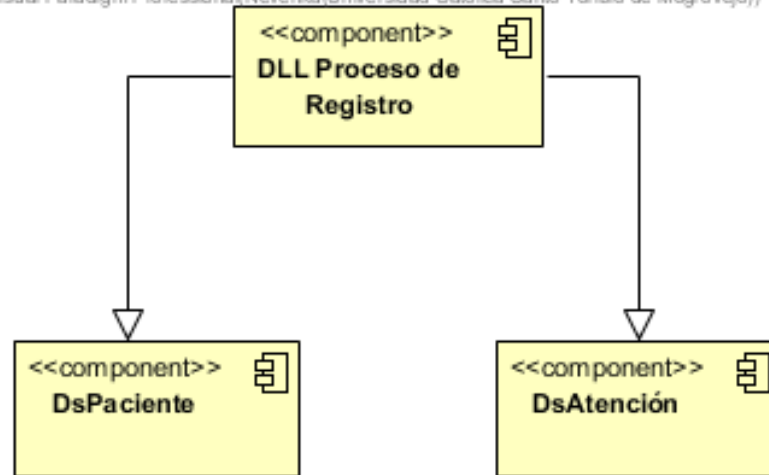


Figura 47. Diagrama de componentes  
Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO JHON DURKIN**

La segunda metodología considerada es la de “Ingeniería del conocimiento Jhon Durkin”, aplicando cuatro de las 6 fases planteadas en ella para el desarrollo de la tesis.

##### **4.1.2.1. FASE 1: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA (EVALUACIÓN)**

- **Motivación para el esfuerzo**

El infarto es una patología que a lo largo de los años ha sido causante de muchas muertes a nivel mundial. Según la OMS, “en el 2012 murieron 17.5 millones de personas que equivalen al 30% de las defunciones registradas, de las cuales, 7.4 millones fueron causa de un infarto.” [1]

En la actualidad se tiene como referencia los factores de riesgo, que de una u otra forma nos ayudan a saber qué debemos mejorar o cambiar de nuestra vida para evitar un infarto, pero hay detalles que sólo pueden ser atendidos con ayuda de un especialista (en este caso un cardiólogo). ¿Qué pasa si te encuentras en una zona en donde no cuenten con dicho especialista?

Teniendo en cuenta la situación mencionada, es necesaria la implementación de un sistema experto que, teniendo en cuenta la información de la HC y externa (por medio de una encuesta realizada con anterioridad) del paciente se pueda determinar la probabilidad de que dicho paciente tenga un infarto. Además, de que sea capaz de evaluar constantemente la información para verificar si existe una reducción o aumento del porcentaje.

Después de todo lo mencionado, concluyo que la motivación del tema de investigación es llevada por la situación problemática ya que se busca la forma óptima y efectiva de resolver un problema.

- **Identificar problemas candidatos**

Para este punto de la metodología puedo deducir que no es necesario identificar problemas candidatos ya que, la motivación se generó precisamente porque me centré en el problema y no en la solución.

- **Estudio de viabilidad**

Tabla 4  
EVALUAR LA VIABILIDAD DEL PROBLEMA

<b>ASUNTOS DE VIABILIDAD DEL PROBLEMA</b>			
<b>PUNTAJE = PESO * VALOR </b>			<b>ASUNTO</b>
72	8	9	Conocimiento experto necesitado
72	9	8	Los pasos de solución de problema son definibles
42	7	6	Conocimiento simbólico usado
48	8	6	Heurísticas usadas
100	10	10	El problema es solucionable
40	8	5	Existen sistemas exitosos
81	9	9	El problema es bien enfocado
42	7	6	El problema es razonablemente complejo
64	8	8	El problema es estable
72	9	8	Conocimiento incompleto o incierto utilizado
49	7	7	No determinístico
56	7	8	Solución más de una recomendación
738	97	92	

Fuente: [https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA\\_DEL\\_CONOCIMIENTO\\_SEG%C3%9AN\\_JHON\\_DURKIN](https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA_DEL_CONOCIMIENTO_SEG%C3%9AN_JHON_DURKIN)

Tabla 5  
EVALUAR LA VIABILIDAD PERSONAL

<b>ASUNTOS DE VIABILIDAD PERSONAL</b>			
<b>PUNTAJE = PESO * VALOR  </b>			<b>ASUNTO</b>
			<b>EXPERTO DE DOMINIO</b>
64	8	8	El experto puede comunicar el conocimiento
49	7	7	El experto puede dedicar tiempo
56	7	8	El experto es cooperativo
169	22	23	
			<b>INGENIERO DEL CONOCIMIENTO</b>
72	9	8	Buenas habilidades de comunicación
64	8	8	Puede relacionar el problema al software
49	7	7	Tiene destrezas de programación de sistema experto
81	9	9	Puede dedicar tiempo
266	33	32	
			<b>USUARIO FINAL</b>
56	7	8	El usuario final puede dedicar tiempo
49	7	7	El usuario final es receptivo al cambio
49	7	7	El usuario final es cooperativo
154	21	22	

Fuente: [https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA\\_DEL\\_CONOCIMIENTO\\_SEG%C3%9AN\\_JHON\\_DURKIN](https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA_DEL_CONOCIMIENTO_SEG%C3%9AN_JHON_DURKIN)

Tabla 6  
EVALUACIÓN DE VIABILIDAD DE DESPLIEGUE

<b>ASUNTOS DE VIABILIDAD DEL DESPLIEGUE</b>			
<b>PUNTAJE = PESO * VALOR  </b>			<b>ASUNTO</b>
90	10	9	El sistema puede ser introducido fácilmente
81	9	9	El sistema puede ser mantenido
63	7	9	El sistema no tiene una ruta crítica
72	8	9	El sistema puede ser integrado con recursos existentes
56	7	8	Entrenamiento disponible
362	41	54	

Fuente: [https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA\\_DEL\\_CONOCIMIENTO\\_SEG%C3%9AN\\_JHON\\_DURKIN](https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA_DEL_CONOCIMIENTO_SEG%C3%9AN_JHON_DURKIN)

Tabla 7  
RESULTADO DE CATEGORÍAS

Fuente: [https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA\\_DEL\\_CONOCIMIENTO\\_SEG%C3%9AN\\_JHON\\_DURKIN](https://www.academia.edu/25324238/INGENIERIA_DEL_CONOCIMIENTO_SEG%C3%9AN_JHON_DURKIN)

<b>CATEGORÍA</b>	<b>PUNTAJE TOTAL</b>	<b>PESO TOTAL</b>
Problema	738	97
Personas	589	76
Despliegue	362	41
	1689	214

**VIABILIDAD DEL PROYECTO = 1689/214= 7.9**

- **Seleccionar el mejor proyecto**

Teniendo en cuenta los resultados generados del análisis de viabilidad del proyecto y el de costo/beneficio se concluye que el trabajo de investigación propuesto es óptimo porque la empresa obtendrá más aspectos beneficiosos a pesar del costo que le genere la obtención del producto, logrando mejorar el servicio brindado a los pacientes.

- **Escribir el proyecto propuesto**

Tabla 8  
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PROPUESTO

<b>PROYECTO PERSONAL</b>
<p><b>OBJETIVO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Objetivo General:</b> Desarrollar un sistema experto capaz de evaluar distintos casos mediante reglas y así determinar el óptimo para calcular la probabilidad de que una persona pueda tener un infarto.</li> <li>● <b>Objetivos Específicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar los factores de riesgo y su probabilidad, relacionados al infarto agudo de miocardio</li> <li>➤ Identificar el modelo más adecuado para evaluar la medida de los factores de riesgo</li> <li>➤ Desarrollar el sistema experto basado en reglas tomando en cuenta los factores de riesgo relacionados al infarto agudo de miocardio</li> <li>➤ Validar la funcionalidad del sistema experto según los casos atendidos en las personas de 30 a 75 años</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>PROBLEMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● No se realiza un seguimiento constante de pacientes con antecedentes familiares de infarto</li> <li>● Los pacientes no se realizan exámenes médicos con respecto a alguna anomalía cardíaca</li> <li>● No se les brinda información sobre las posibles causas de un infarto por lo que los pacientes no están enterados.</li> </ul>
<p><b>SOLUCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El sistema experto evaluará diferentes caminos teniendo en cuenta las reglas impuestas y arrojará un porcentaje de probabilidad mostrando el riesgo de infarto de la persona evaluada, teniendo en cuenta 3 niveles: bajo, medio y alto (no se evalúa el tiempo en el que le pueda suceder).</li> <li>● El sistema realizará una evaluación cada cierto tiempo (dicho tiempo depende de lo que el médico experto determinó), almacenando dichas evaluaciones por fecha para que el médico observe si hay mejoras en el paciente y si su porcentaje disminuyó.</li> <li>● Los resultados obtenidos teniendo en cuenta los factores de riesgo serán de gran ayuda para que el médico pueda dar recomendaciones más precisas y acertadas de lo que se debe cambiar de la rutina del paciente.</li> </ul>

**PLAN**

- **Primera Etapa:**

En esta primera etapa se realiza la investigación de toda la teoría necesaria para desarrollar el proyecto de tesis. Se investigarán las metodologías que ayuden a realizar un sistema experto adecuado a lo que el proyecto de tesis requiere, además de buscar todo lo referente a los factores influyentes considerados para que exista una probabilidad de infarto.

- **Segunda Etapa:**

En esta etapa se determina qué herramientas u otros componentes son esenciales para el desarrollo del producto. Así como también, seleccionar la metodología adecuada para el correcto desarrollo del software.

- **Tercera Etapa:**

Luego de dialogar con el experto en varias ocasiones y discutir los puntos referentes al tema de investigación, se definirán los factores de riesgo tomados en cuenta para que una persona tenga la probabilidad de sufrir un infarto, así como los valores respectivos de cada factor que en conjunto ayudarán a determinar el porcentaje y nivel de riesgo del paciente. También se evaluarán las posibles preguntas que serán incluidas en el test que el paciente responderá en el triaje, incluyendo los resultados de los exámenes realizados previamente.

- **Cuarta Etapa:**

En esta etapa se realizará la construcción del software, teniendo en cuenta las correcciones continuas tanto del asesor como del experto en cardiología en cada reunión prevista.

- **Quinta Etapa:**

En esta etapa se evaluará la propuesta de solución teniendo en cuenta un grupo determinado de pacientes que otorgará en doctor, haciendo uso del software y midiendo el porcentaje de probabilidad de infarto y teniendo un registro de cada atención.

**RESULTADO**

- Desarrollo de un sistema experto para ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio en personas de 30 a 75 años

- Documentación impresa

#### **PERSONAL**

- Nevenka Capuñay Mendoza
- Asesor: Ing. Huilder Mera Montenegro

#### **4.1.2.2. FASE 2: ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO**

- **Recolección del conocimiento**

Para cumplir con esta tarea de la fase, se realizaron entrevistas al especialista en el tema (en este caso al cardiólogo).

- **Interpretación**

Tomando en cuenta las respuestas del especialista, se ha logrado interpretar lo siguiente:

- Existen varios factores que influyen para que una persona pueda llegar a tener un infarto en algún momento.
- El sexo es una variable bastante influyente ya que, los hombres tienen el triple de posibilidad que las mujeres de padecer de infarto.
- Los hombres con más de 34 años son más propensos a tener un infarto, así como, las mujeres con más de 41 años
- Tomando en cuenta los antecedentes familiares se puede afirmar que si la persona ha tenido un pariente de primer grado que sufrió un infarto antes se le debe agregar 1 punto al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- De acuerdo con el índice de masa corporal se puede definir que a las mujeres con un sobrepeso de 25 kg/m<sup>2</sup> se les debe agregar 2 punto al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- Mientras que a los hombres con un sobrepeso de 27 kg/m<sup>2</sup> se le debe agregar 1 punto al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- Se evaluará la presión sistólica del paciente y depende del resultado se le debe agregar puntos desde 1 hasta 6 al resultado para el cálculo de la probabilidad.

- De acuerdo con la actividad física del paciente se considera que debe realizar un ejercicio moderado mínimo de 150 minutos a la semana y se le debe agregar 1 punto al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- Considerando el colesterol del paciente se debe agregar puntos desde 1 a 7 al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- Si el paciente es mujer y presenta diabetes se le debe agregar 6 puntos al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- Por otro lado, si el paciente es hombre y presenta diabetes se le debe agregar 3 puntos al resultado para el cálculo de la probabilidad.
- Considerando el tabaquismo, alcoholismo e infartos anteriores se le debe agregar 1 punto al resultado para el cálculo de la probabilidad.

- **Análisis**

El sistema está conformado por un total de 19 reglas, sin contar las 2 que son para abrir y cerrar la conexión de prolog.

Existen 3 variables globales:

- Idpaciente
- Idatencion
- Sexo

Dentro de cada regla existen diferentes hechos que ayudarán a darle el valor respectivo a la respuesta que el paciente haga teniendo en cuenta el factor de riesgo.

También se agregó una regla cuya función es limpiar los datos que se mandaron con las reglas anteriores.

Se consideró pertinente agregar una regla que abarcara las reglas de los factores de riesgo, incluyendo la regla de resultado (dicha regla suma los valores de las respuestas que se obtienen del test que realiza el paciente, para después hallar el porcentaje de probabilidad).

- **Diseño de métodos para recolectar información extra**

Las técnicas que se usarán para la recolección de información serán:

- Entrevistas
- Observación

#### 4.1.2.3. FASE 3: DISEÑO

- **Seleccionar Técnica de Representación del Conocimiento**

Se usará el sistema basado en reglas para plantear los distintos problemas según el tema a realizar y así lograr que este, pueda devolver la probabilidad de infarto del paciente.

- **Seleccionar Técnica de Control**

En la presenta investigación se usará el encadenamiento hacia atrás (un tipo de razonamiento dirigido por el objetivo) ya que, sólo se considerará lo necesario para poder darle solución al problema que en este caso es saber la probabilidad de infarto en una persona conociendo los factores de riesgo y los valores respectivos.

- **Seleccionar Software de Desarrollo de Sistema Experto**

Se usará la herramienta SWI-Prolog ya que permite la interconexión con el lenguaje elegido (PHP) y el gestor de base de datos MySQL. Esto se considera muy importante porque el sistema se realizará en entorno web.

#### 4.1.2.4. FASE 5: DOCUMENTACIÓN

- **Funcionamiento del Sistema Experto**

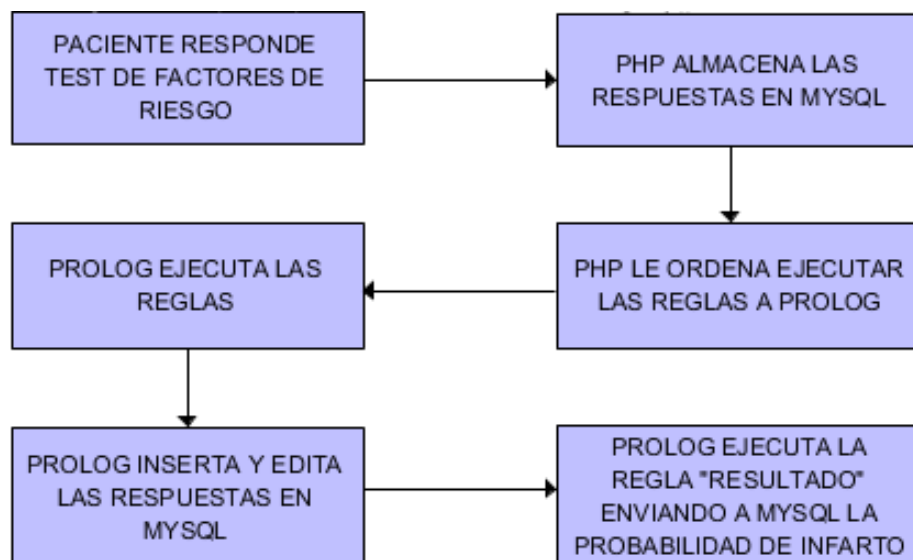


Figura 48. Funcionamiento del sistema experto  
Fuente: Elaboración propia

- **Comando PHP que ejecuta las reglas de Prolog**

```
$cnx -> query($factores);
exec ('swipl -s SEinfarto.pl -g "limpiar ()." -t halt. ');
exec ('swipl -s SEinfarto.pl -g "ejecutarreglas ( '$idpaciente.', '$idatencion.')." -t halt. ');
```

Previo a este comando, se tuvo que usar una variable (en este caso es \$factores) y después un foreach para recorrer el json que se escribió más arriba que incluye todas las respuestas que recibe el test del paciente, seguido de una consulta que insertará dichos datos a la BD.

Entonces, primero se establece la conexión con la BD teniendo como parámetro la variable \$factores, seguido de los comandos para la ejecución de las reglas de prolog.

Explicando el código:

- Exec: este comando permite ejecutar una sentencia, en este caso la función que tiene es llamar al SWIPROLOG.
- -s: comando que se usa para llamar al archivo de prolog en donde se encuentran las reglas del sistema.
- -g: este comando le dice al PHP qué reglas del Prolog se van a ejecutar
- El \$idpaciente ayuda a indicar qué paciente será seleccionado para la atención y el \$idatencion determinará el número de atención al que se enviarán las respuestas.

- **Atributos:**

- Paciente (id)
- Atención (id)
- Edad (años)
- Masacorporal (kg/m2)
- Antecedentes (SI/NO)
- Diabetes (SI/NO)
- Tabaquismo (SI/NO)
- Alcoholismo (SI/NO)
- Actfisica (SI/NO)
- Infartosprevios (SI/NO)
- Enfermedadcard (SI/NO)
- Colesterol (mg/dL)
- Presión (mmHg)
- Sexo (F/M)

- **Ejemplo de regla:**

alcoholismo:- (Cabeza de la regla)  
 abrir\_conexion, (regla para abrir la conexión del prolog)

```

A='select respuesta_factor from factor_riesgo_atencion where
idfactor_riesgo = "6" and idatencion=', (consulta para obtener atención)
    idatencion(I),
    atom_concat(A,I,Q), (comando para concatenar)
    odbc_query('swiprolog',Q,row(Y)),
    ((Y\='SI')
->
B='update factor_riesgo_atencion set valor= "0" where idfactor_riesgo =
"6" and idatencion=', (consulta para actualizar BD)
    idatencion(L),
    atom_concat(B, L, P)
; B='update factor_riesgo_atencion set valor= "1" where idfactor_riesgo
= "6" and idatencion=',
    idatencion(L),
    atom_concat(B, L, P)
),
odbc_query('swiprolog',P). (Finalizar ejecución)

```

De las reglas mostradas, se puede obtener como resultado tres valores:

- Riesgo leve = Los porcentajes en hombres es de 0% a 31.91% mientras que en mujeres es de 0% a 36.58%.
  - Riesgo Moderado = El porcentaje en hombres es de 31.92% a 44.67%, mientras que en mujeres es de 36.59% a 51.21%
  - Riesgo alto = El porcentaje en hombres es de 44.68% a 100%, mientras que en mujeres desde el 51.22%
- **Conexión Prolog-MySQL**
    - Para esta etapa es necesario instalar “Swiprolog” para realizar las reglas correspondientes, así como también, el ODBC de 64bits (es el que corresponde para el equipo que se usa para el sistema) para realizar la conexión entre swiprolog y MySQL.
    - Para que exista la conexión en swiprolog se debe elaborar una regla que sirve para que las demás reglas funcionen correctamente.

**abrir\_conexion :-**

```

odbc_connect('swiprolog', _,
    [user(root),
    password('),
    alias(swiprolog),
    open(once)
    ]).

```

- Teniendo en cuenta la estructura de la regla, “root” es el nombre de usuario para ingresar a MySQL y “password” es la contraseña correspondiente a dicho usuario. El alias “swiprolog” es el nombre que le asigné a la conexión en ODBC y “open” sirve para abrir la conexión.
- El siguiente código es el que se usará para cerrar la conexión entre swiprolog y MySQL.

**cerrar\_conexion:-**

**odbc\_disconnect('swiprolog').**

## **4.2. EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.2.1. Determinar los factores de riesgo y su probabilidad, relacionados al infarto agudo de miocardio**

Se realizó una búsqueda teniendo en cuenta la información brindada por el experto en cardiología. Después de realizar el análisis del material se obtuvieron 12 factores de riesgo, encontrados en el portal de salud de España, así como también en el portal de la Organización Mundial de la Salud, los cuales se eligieron considerando el porcentaje de prevalencia en la enfermedad y utilizados posteriormente para realizar el test del paciente considerando sus valores de influencia.

### **4.2.2. Identificar el modelo más adecuado para evaluar la medida de los factores de riesgo**

Se realizó una búsqueda de modelos, los cuales contenían las tablas de riesgo cardiovascular en las que se evaluaban los factores de riesgo hallados anteriormente teniendo en cuenta el valor de influencia.

Se eligió el modelo considerando la duración de la estimación de la probabilidad de infarto, así como también las bases teóricas y los factores de riesgo que se consideran en cada modelo, producto de la búsqueda se decidió trabajar con el modelo Framingham. Se utilizó más adelante para agregar los valores correspondientes en las reglas y determinar la probabilidad.

#### **4.2.3. Desarrollar el sistema experto basado en reglas tomando en cuenta los factores de riesgo relacionados al infarto agudo de miocardio**

Se desarrolló el sistema considerando la metodología escogida después de la comparativa realizada y haciendo uso de los doce factores de riesgo encontrados al inicio de la investigación para posteriormente estructurar las reglas evaluando cada factor con el valor de las tablas de riesgo cardiovascular según el modelo seleccionado y obtener como resultado la probabilidad de infarto de los pacientes.

#### **4.2.4. Validar la funcionalidad del sistema experto según los casos atendidos en personas de 30 a 75 años**

Este objetivo se llevó a cabo considerando los distintos casos de los pacientes, haciendo uso de la información de sus historias clínicas y las respuestas obtenidas del test realizado en el triaje. El experto evalúa la probabilidad obtenida para constatar que se obtuvo el resultado correcto.

### **4.3. IMPACTO SOCIAL Y GLOBAL**

#### **4.3.1. Impacto social**

Los ciudadanos podrán saber que probabilidad tienen de sufrir de infarto agudo de miocardio y así podrán tratarse a tiempo, realizar con más regularidad su chequeo e incluso cambiar su estilo de vida, reduciendo así, el índice de mortalidad existente.

#### **4.3.2. Impacto económico**

Se reducirán gastos de los recursos usados para el registro y atención de los pacientes con respecto a los factores influyentes de infarto agudo de miocardio.

#### **4.3.3. Impacto científico**

Se analizarán las diferentes metodologías que ayudan en el desarrollo de un sistema experto, además de los factores que influyen en el infarto agudo de miocardio.

#### **4.3.4. Impacto tecnológico**

Se podrá determinar estadísticamente qué paciente podría sufrir de infarto agudo de miocardio teniendo en cuenta datos específicos de su historia clínica y que así él pueda hacer algo para prevenir que la enfermedad se desarrolle

## V. DISCUSIÓN

El sistema propuesto “Desarrollo de un Sistema Experto para ayudar en la Prevención de Infarto Agudo de Miocardio en personas de 30 a 75 años” ha sido elaborado teniendo en consideración los factores de riesgo influyentes en el infarto agudo de miocardio, así como también la estructura de un sistema experto basado en reglas.

De los resultados obtenidos en la determinación de los factores de riesgo se pudieron obtener los valores correspondientes para ser usados posteriormente en las reglas del sistema experto, logrando plantear los factores de riesgos estipulados por la OMS [1] y el portal de salud de España [27], los cuales cual explican por qué cada variable mostrada es un factor de riesgo. Por otro lado, el autor Álvarez Cosmea [28], quien explica detalladamente las tablas de riesgo cardiovascular separadas por autor y categorías las cuales muestran los factores distribuidos considerando la variable global (sexo) logrando tener claridad y veracidad para proseguir con las fases del trabajo de investigación.

Con respecto a las resultantes obtenidas en la identificación del modelo adecuado para calcular los factores de riesgo se pudo definir que el óptimo es el estudio Framingham ya que, contiene los factores influyentes completos el cálculo de la probabilidad de riesgo a los 10 años, el autor Álvarez Cosmea [28] indica las tablas de riesgo separadas por categorías mostrando la diferencia de cada una para un mayor entendimiento del usuario. Por otro lado, se consideró dicho estudio porque está recomendado por el “Programa de Actividades Preventivas y de Promoción de la Salud” [29] el cual tiene convenio de colaboración con el Ministerio de Sanidad de España.

Teniendo en cuenta las resultantes obtenidas luego de haber desarrollado el sistema experto basado en reglas se pudo establecer que tomando en cuenta la metodología de ingeniería del conocimiento de Jhon Durkin se pueden realizar las fases considerando la situación problemática, la selección de herramientas y la obtención de los doce factores de riesgo hallados en el portal de salud [27] determinando que son los de mayor prevalencia para la enfermedad. Haciendo uso del modelo de Framingham [28] se pudieron realizar las reglas estructuradas, en las cuales se elige el camino adecuado teniendo en cuenta la situación del paciente

estableciendo los valores correspondientes para finalmente ser validado por el experto en cardiología.

Para los resultados obtenidos de la validación del sistema experto se pudo establecer que el doctor realizó una evaluación, considerando datos brindados por él para determinar la veracidad del resultado.

## VI. CONCLUSIONES

1. Producto de la investigación, con ayuda del experto en cardiología y teniendo en cuenta las fuentes evaluadas se determinó que los factores influyentes son: edad, sexo, índice de masa corporal, enfermedades cardiovasculares, colesterol, presión arterial sistólica, diabetes, tabaquismo, alcoholismo, actividad física, infartos anteriores y antecedentes familiares.
2. Se analizaron los modelos que contienen las tablas de riesgo cardiovascular y se determinó que el modelo de Framingham especifica los valores de cada factor de riesgo, considerando las variables globales sexo y edad, así como también si la persona tiene antecedentes familiares o ha tenido infartos con anterioridad.
3. Se desarrolló un sistema experto que muestra la probabilidad de riesgo de infarto agudo de miocardio considerando las respuestas del test que se realiza en el triaje, así como también los factores de riesgo que se encuentran en la historia clínica del paciente, facilitando el diagnóstico ofrecido por el doctor y tratamiento posterior, además de permitir una mejor interacción gracias a los reportes.
4. Se realizaron las pruebas necesarias con el experto en medicina para verificar la certeza de los resultados de los casos planteados en el sistema experto.
5. Se concluye que el sistema experto es capaz de evaluar los distintos casos obtenidos de los pacientes a través de las reglas estructuradas con el lenguaje Prolog, obteniendo como resultado el porcentaje que muestra la probabilidad de infarto en una persona.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Deseando una mejora continua del trabajo de investigación, se recomienda complementar el sistema con los factores de riesgo que puedan surgir con el paso del tiempo, considerando estudios validados por organizaciones y/o doctores, así como también, verificar si el estudio usado en este trabajo de investigación sigue vigente para el uso de las tablas del modelo.

## VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» 5 Febrero 2018. [En línea]. Available: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions>. [Último acceso: 10 11 2018].
- [2] J. C. Baldera Valdera, «Hospital Regional Lambayeque,» 12 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/noticia/detalle/19672?pass=MTc0MDAw>. [Último acceso: 15 Noviembre 2019].
- [3] G. RPP, «Radio programas del Perú,» 11 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/chiclayo-el-30-de-pacientes-con-infartos-cardiacos-son-jovenes-noticia-1088154?ref=rpp>. [Último acceso: 15 Noviembre 2019].
- [4] P. Polo Salés, «La República,» 12 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://larepublica.pe/archivo/862553-mas-de-mil-personas-mueren-al-ano-por-infarto-en-el-peru/>. [Último acceso: 15 Noviembre 2019].
- [5] M. J. Vanegas Vanegas, Artist, *Factores asociados a infarto agudo del miocardio en los pacientes ingresa en el Hospital Antonio Lenin Fonseca, en el periodo de Enero a Diciembre 2015*. [Art]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan-Managua, 2016.
- [6] M. V. Ramírez Iñiguez de la Torre, Artist, *Determinación del riesgo cardiovascular en una población laboral aparentemente sana*. [Art]. Universitat de les Illes Balears, 2016.
- [7] M. Á. Artacho Rodríguez, Artist, *Estudio comparativo de los modelos de estimación de riesgo cardiovascular para la población española*. [Art]. Universidad Complutense de Madrid, 2018.
- [8] J. C. Calero Fierro, Artist, *Factores de riesgo asociados a mortalidad intrahospitalaria en pacientes mayores de 60 años con infarto agudo de miocardio hospitalizados en el servicio de medicina interna del Hospital Nacional Hipólito Unanue del año 2002 al 2016*. [Art]. Universidad Ricardo Palma, 2018.
- [9] A. Diaz Pulido, Artist, *Implementación de un sistema experto para el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 5 años utilizando lógica fuzzy*. [Art]. Universidad Nacional de Trujillo, 2015.
- [10] R. Astudillo Rueda, Artist, *Factores de riesgo asociados a infarto de miocardio agudo en un Hospital del norte del Perú, en el periodo 2015-2018*. [Art]. Universidad César Vallejo, 2018.
- [11] H. Dávila Mundaca y L. Y. Nomberto Coronado, Artists, *Diseño e implementación de un sistema experto para el diagnóstico de enfermedades gastroenterológicas en el Hospital provincial docente Belén-Lambayeque 2014*. [Art]. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", 2015.
- [12] A. G. Quintana Torres, Artist, *Prevalencia y factores de riesgo asociados a la hipertensión arterial en el adulto mayor del centro de salud Chongoyape, 2018*. [Art]. Universidad Señor de Sipán, 2018.

- [13 G. T. Lip Curo, Artist, *Sistema experto para apoyar en la correcta planificación de la estimulación temprana de niños entre las edades de 0-3 años*. [Art]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.
- [14 L. V. Ortega, Artist, *La historia clínica: El tratamiento de sus datos*. [Art]. Universidad Pública de Navarra, 2016.
- [15 H. U. S. Ignacio, «Hospital Universitario San Ignacio,» 15 05 2016. [En línea]. Available: <https://www.husi.org.cp/visitantes-y-pacientes/historia-clinica>. [Último acceso: 22 11 2018].
- [16 M. A. Agüero, «La historia clínica: un documento básico para el personal médico,» *scielo*, vol. I, nº 7, p. 3, 2010.
- [17 V.-C. F. G.-R. C. F.-H. A. P.-V. E. Coll-Muñoz Y, «Infarto agudo de miocardio. Guía de práctica clínica,» *Revista Finlay*, p. 19, 2011.
- [18 J. Hawkins, *Sobre la inteligencia*, España: Espasa Calpe, 2005.
- [19 T. A. R. Silva, Artist, *Sistemas Inteligentes*. [Art]. independiente, 2005.
- [20 J. M. Gutiérrez, Artist, *Sistemas Expertos Basados en Reglas*. [Art]. Universidad de Cantabria .
- [21 R. J. d. I. H. Dennis Mauricio Sánchez, «Sites Google,» Expertos Is-Unah, [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/sistemasexpertosunah/home/sistemas-expertos-basados-en-reglas>. [Último acceso: 13 05 2019].
- [22 R. Giarrato, *Sistemas Expertos, principio y programación*, Mexico: International Thomson Editores, 2001.
- [23 E. Castillo, J. M. Gutiérrez y A. Hadi, *Sistemas expertos y Modelos de Redes Probabilísticas*.
- [24 L. Carballo, Artist, *Revisión de metodologías para el desarrollo de Sistemas Expertos*. [Art]. Universidad FASTA.
- [25 E. Forero, «Sistema experto,» blogpost, 21 05 2013. [En línea]. Available: <http://systemsengineeringeddyandangela.blogspot.com/2013/05/metodologias-utilizadas-metodo-grover.html>. [Último acceso: 13 05 2019].
- [26 C. A. Bernal, "Proceso de la investigación científica", en *Metodología de la investigación científica: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*, Bogotá: 3ra ed. Colombia: Pearson Educción, 2010.
- [27 Sacyl, «Portal de salud,» [En línea]. Available: <https://www.saludcastillayleon.es/AulaPacientes/es/guia-infarto-agudo-miocardio/causas-factores-riesgo-enfermedad-prevencion>. [Último acceso: 28 10 2019].
- [28 A. Álvarez Cosmea, «Las tablas de riesgo cardiovascular. Una revisión crítica,» *Scielo*, vol. XI, nº 3, 2001.
- [29 P. d. a. p. y. d. p. d. l. salud, «semFYC,» [En línea]. Available: [http://papps.es/quienes\\_somos.php](http://papps.es/quienes_somos.php). [Último acceso: 28 10 2019].
- [30 J. Salkind, de *Metodos de investigación*, México, Prentice Hall, 1999.
- [31 L. V. Ortega, Artist, *La historia clínica: El tratamiento de sus datos*. [Art]. Universidad Pública de Navarra, 2016.

- [32 H. U. S. Ignacio, «Hospital Universitario San Ignacio,» 15 05 2016. [En línea].  
] Available: <https://www.husi.org.co/visitantes-y-pacientes/historia-clinica>. [Último acceso: 22 11 2018].
- [33 M. A. Agüero, «La historia clínica: un documento básico para el personal  
] médico,» *scielo*, vol. I, n° 7, p. 3, 2010.
- [34 E. Kuklina, «Intramed,» 6 Agosto 2012. [En línea]. Available:  
] <https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoID=76551>.
- [35 F. G. Ramírez, «Ministerio de Salud,» 20 Julio 2017. [En línea]. Available:  
] <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4143.pdf>.
- [36 L. Segura, «Factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares en el Perú,»  
] *Revista Peruana de Cardiología*, p. 11, 2013.
- [37 M. X. D. Reyes, «Minería de datos espaciales en búsqueda de la verdadera  
] información,» *Scielo*, vol. I, n° 156, p. 145, 2008.
- [38 C. A. M. Álvarez, «Aplicación de técnicas de minería de datos para mejorar el  
] proceso de control de gestión en entel,» Universidad de Chile, Santiago, 2012.
- [39 F. J. Yatchesen, «Aplicacion de técnicas de minería de datos para la detección de  
] fraude tributario, caso de estudio Municipalidad de Apóstoles, provincia de Misiones,» Universidad Nacional de Misiones, Misiones, 2015.
- [40 K. F. Ordoñez Briceño, «Aplicación de técnicas de minería de datos para predecir  
] la deserción de los estudiantes de primer ciclo de la Modalidad Abierta y a Distancia de la UTPL,» Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 2013.
- [41 M. A. G. Márquez, «APLICACIÓN DE MINERÍA DE DATOS PARA  
] DETERMINAR PATRONES DE CONSUMO FUTURO EN CLIENTES DE UNA DISTRIBUIDORA DE SUPLEMENTOS NUTRICIONALES,» Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, 2017.
- [42 C. V. C. Manya, «Implementación de un software de historias clínicas en una  
] clínica de Cajamarca para mejorar el nivel de satisfacción del paciente,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2015.
- [43 V. P. L. Javier, «Propuesta de un sistema informático para mejorar la organización  
] de historias clínicas en el centro de salud Ganimedes de SJL, 2016,» Universidad Privada Norbert Wiener, Lima, 2017.
- [44 L. J. G. López, «Sistema de gestión de descansos médicos basado en patrones de  
] comportamiento para contribuir la toma de decisiones del departamento de enfermería de una empresa prestadora de servicios de salud,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2018.
- [45 J. R. Q. C. F. R. José Hernández Orallo, Introducción a la Minería de Datos, D. F.  
] Aragón, Ed., Madrid: Pearson Educación S.A.C, 2004, p. 03.
- [46 I. N. d. E. e. Informática, «INEI,» [En línea]. Available:  
] [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1146/cap02.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1146/cap02.pdf). [Último acceso: 15 Noviembre 2019].

## IX. ANEXOS

### ANEXO N° 01. ANÁLISIS DE RIESGOS

#### 1. Datos generales

- **Tesista** : Nevenka Miluska Capuñay Mendoza
- **Fecha inicial** : 29 de marzo de 2019
- **Fecha final** : 26 de noviembre de 2019

#### 2. Alcance del proyecto

Se desarrollará un sistema experto basado en reglas para ayudar en la prevención de infarto agudo de miocardio, con la finalidad de obtener un porcentaje aproximado que indique si una persona es propensa a tener la enfermedad en algún momento haciendo uso de reglas que contienen los doce factores de riesgo prevalentes con sus respectivos valores.

El sistema implementado permite hallar un porcentaje probable que indique la presencia futura de infarto agudo de miocardio en los pacientes del centro de salud, permitiéndole al doctor a cargo ofrecer un diagnóstico más certero.

#### 3. Interesados (Stakeholders)

Durante el desarrollo de la presente tesis se ha identificado a los siguientes interesados:

- **Internos**

*Tabla 9*  
INTERESADOS INTERNOS

Interesado	Participación
Experto en cardiología	Brindar conocimientos para el desarrollo del sistema experto
Experto Medicina General	Analizar casos de los pacientes para proceder a la validación del sistema experto

- **Externos**

*Tabla 10*  
INTERESADOS EXTERNOS

Interesado	Participación
Tesista	Desarrollar el trabajo de investigación y el sistema experto
Asesor	Docente que ayuda en el desarrollo del trabajo de investigación

#### 4. Beneficios

Los beneficios que se van a obtener con el producto que se ha desarrollado son:

- Reducción de recursos para el registro de pacientes
- Obtención de porcentaje para prevención de infarto en pacientes
- Ofrecer un tratamiento preciso

## 5. Etapas de desarrollo

Para el desarrollo del producto de la presente tesis se ha realizado considerando las etapas de la Metodología de ingeniería del conocimiento John Durkin, que consta de las siguientes etapas:

- **Etapas de desarrollo**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

*Tabla 11*  
MATRIZ DE RIESGOS ETAPA I

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Dificultad para definir el problema exacto en el lugar de investigación	Identificar problemas candidatos	Desconocimiento de los procesos del lugar de investigación	Todo	5	Alcance	5	100	<b>MUY ALTO</b>
						Tiempo	5	100	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto		75	

- **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

*Tabla 12*  
MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS ETAPA I

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 001	Amenaza	Dificultad para definir el problema exacto en el lugar de investigación	Identificar problemas candidatos	<b>MUY ALTO</b>	Evaluar las opciones planteadas por el médico encargado	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar entrevista al médico encargado</li> <li>✓ Plantear preguntas para facilidad de entendimiento del problema del centro</li> <li>✓ Realizar preguntas a las enfermeras para determinar su punto de vista</li> </ul>

- **Etapa 2: Adquisición del Conocimiento**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

*Tabla 13*  
MATRIZ DE RIESGOS ETAPA 2

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE2 – 001	El proyecto estaba orientado para realizar técnicas de minería, pero no se contaba con los datos suficientes.	Recolección del conocimiento	Falta de comunicación entre encargado y tesista	Todo	5	Alcance	5	100	MEDIO
						Tiempo	0	0	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto		50	
RE2 – 002	Dificultad para encontrar un experto en cardiología que pudiera orientarme y así saber más del tema	Recolección del conocimiento	Falta de disponibilidad de los expertos	Todo	3	Alcance	5	100	ALTO
						Tiempo	2	40	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto		60	
RE2 – 003	Dificultad para definir los factores influyentes	Interpretación	Información no consistente para definir factores influyentes	Estructuración de reglas	3	Alcance	5	100	MUY ALTO
						Tiempo	5	100	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto		75	
RE2 – 004	Dificultad para encontrar información validada por estudios o modelos	Recolección del conocimiento	Desconocimiento de estudios o modelos que definan los factores influyentes	Estructuración de reglas	3	Alcance	5	100	ALTO
						Tiempo	3	60	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto		65	

- **Etapa 3: Diseño**
  - **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

*Tabla 14*  
MATRIZ DE RIESGOS ETAPA 3

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE3 – 001	Dificultad para definir una metodología adecuada para el desarrollo del sistema experto	Seleccionar técnica de representación del conocimiento	Variedad de metodologías con conceptos similares.	Metodología de investigación	3	Alcance	4	80	BAJO
						Tiempo	2	40	
						Costo	0	0	
						Calidad	3	60	
						Total probabilidad por impacto		45	
RE3 – 002	Fallo en los equipos usados para el desarrollo del sistema	Desarrollo de Prototipo	Falta de mantenimiento	Desarrollo del producto	2	Alcance	5	100	MEDIO
						Tiempo	5	100	
						Costo	0	0	
						Calidad	1	20	
						Total probabilidad por impacto		55	
RE3 – 003	Falta de conocimientos en lenguaje PHP	Desarrollo de Interfase	Cursar asignatura de enseñanza de PHP a la par con el curso de tesis.	Desarrollo del sistema web	4	Alcance	5	100	ALTO
						Tiempo	4	80	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto			
RE3 – 004	Desconocimiento en la estructuración de las reglas en lenguaje lógico PROLOG	Seleccionar software de desarrollo de sistema	Cursar asignatura de enseñanza de PROLOG a la par con el curso de tesis	Desarrollo de las reglas	4	Alcance	5	100	ALTO
						Tiempo	5	100	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	100	
						Total probabilidad por impacto		75	
RE3 – 005	Fallo en herramienta SAM	Desarrollo de Prototipo	Error al seleccionar puerto para el ODBC	Desarrollo del sistema web	2	Alcance	2	40	MEDIO
						Tiempo	3	60	
						Costo	0	0	
						Calidad	1	20	
						Total probabilidad por impacto		30	
RE3 – 006	Dificultad para conectar PHP con la herramienta PROLOG	Desarrollo del Producto	La falta de datos en la organización.	Desarrollo del sistema experto	3	Alcance	4	80	MEDIO
						Tiempo	3	60	
						Costo	0	0	
						Calidad	1	20	
						Total probabilidad por impacto		40	

**ANEXO N° 02: ÁRBOL AND OR**

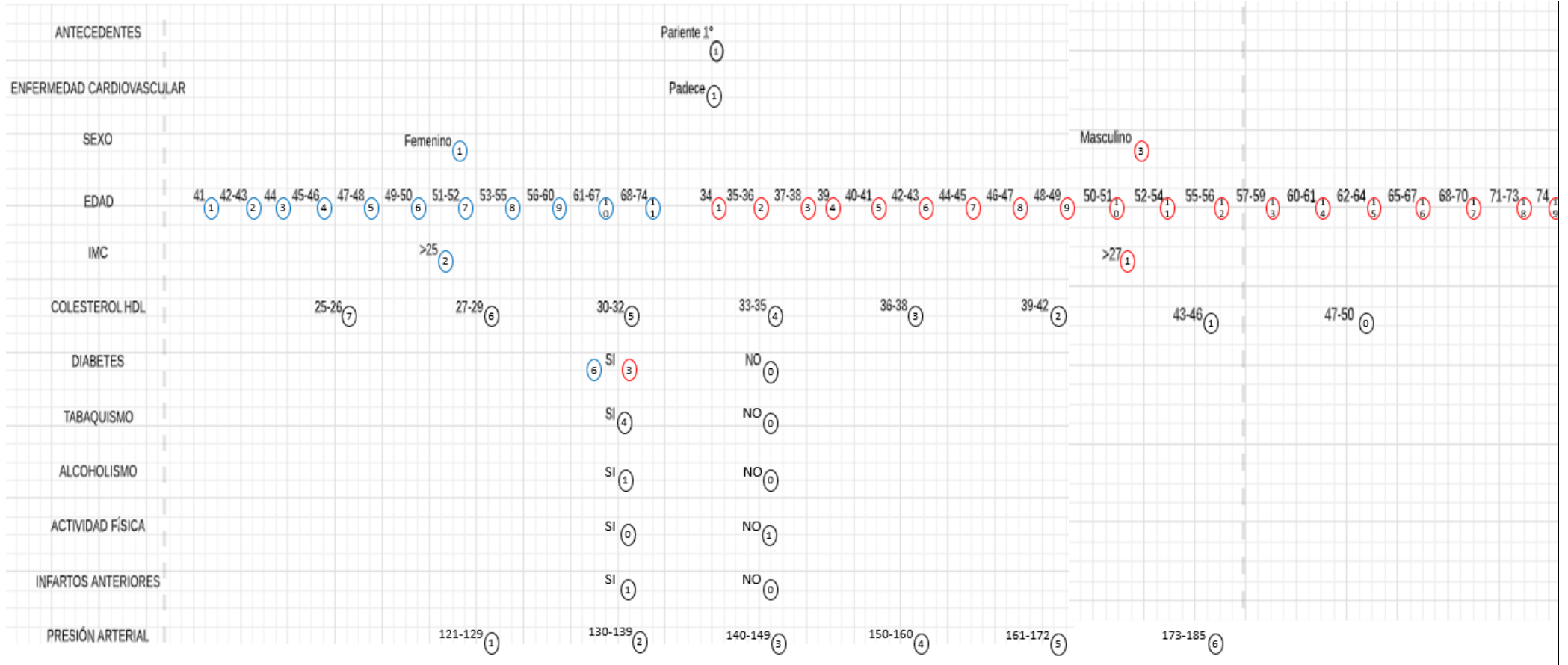


Figura 49. Diagrama de árbol and or  
Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 03. MANUAL DE USUARIO**

**MANUAL DE USUARIO  
SISTEMA INFARTO**



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Navegador web recomendado: Google Chrome

Desarrollado por: Capuñay Mendoza Nevenka

Programado con herramientas Prolog, PHP, JavaScript, HTML y CSS.

Basado en framework ADMIN LTE

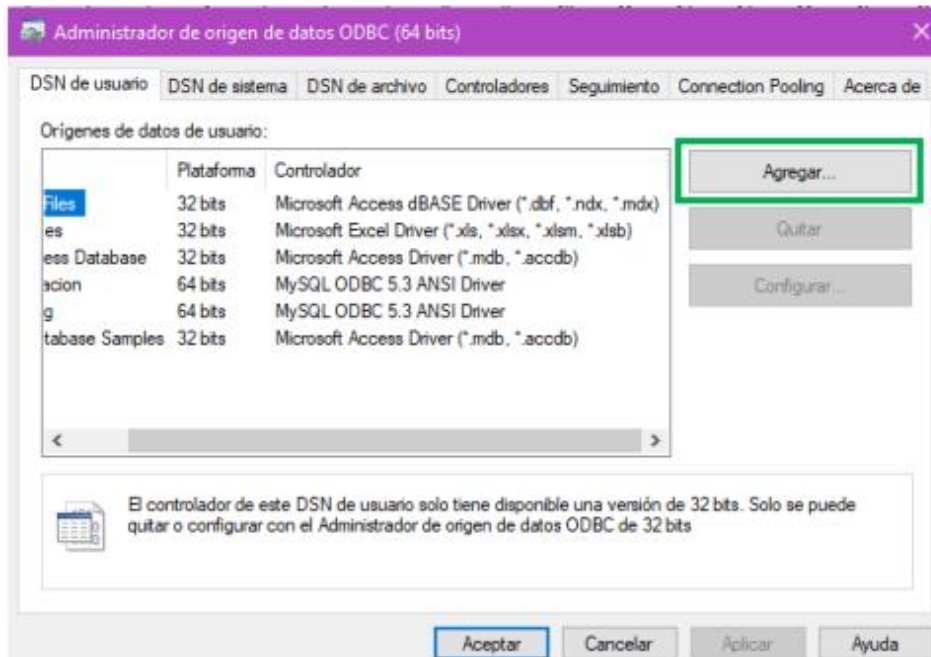
Año de lanzamiento: 2019

Contacto: 947 879 006

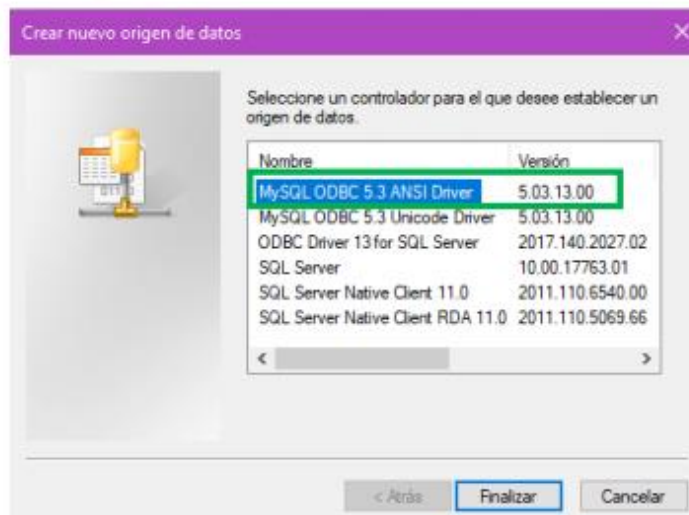


## MANUAL DE USUARIO POR FORMULARIOS Y COMPONENTES

### CONEXIÓN CON ODBC



Agregaremos un origen de datos de usuario ya que, almacena información de la conexión con MySQL.



MySQL Connector/ODBC Data Source Configuration

MySQL Connector/ODBC

Connection Parameters

Data Source Name:

Description:

TCP/IP Server:  Port:

Named Pipe:

User:

Password:

Database:

Se completan los datos necesarios para establecer la conexión entre MySQL y PROLOG. En data source name se pone el nombre que deseamos ponerle a la conexión, en TCP/IP se pone "localhost", en user colocamos el usuario con el que accedemos a MySQL y la contraseña correspondiente, seleccionamos la base de datos y aceptamos

MySQL Connector/ODBC Data Source Configuration

MySQL Connector/ODBC

Connection Parameters

Data Source Name:

Description:

TCP/IP Server:  Port:

Named Pipe:

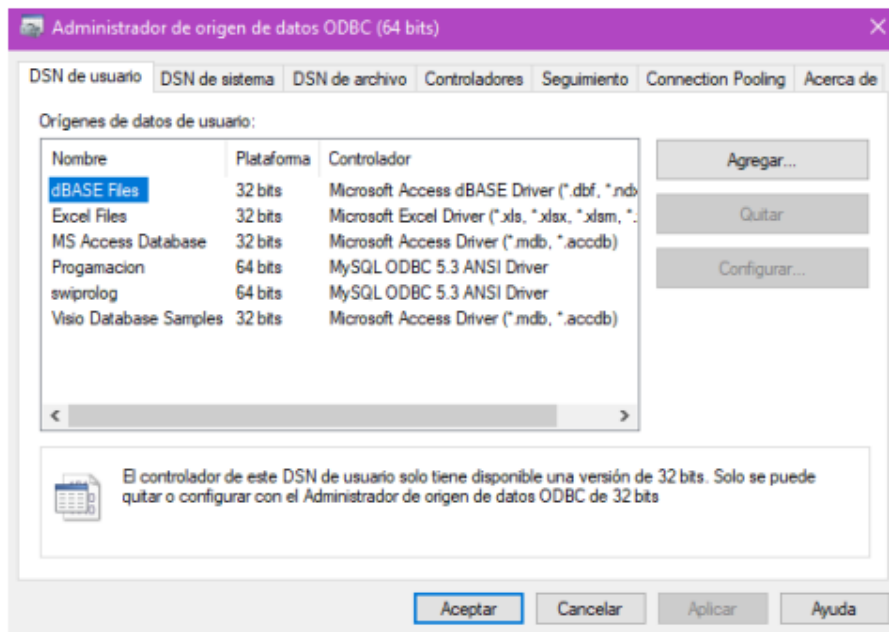
User:

Password:

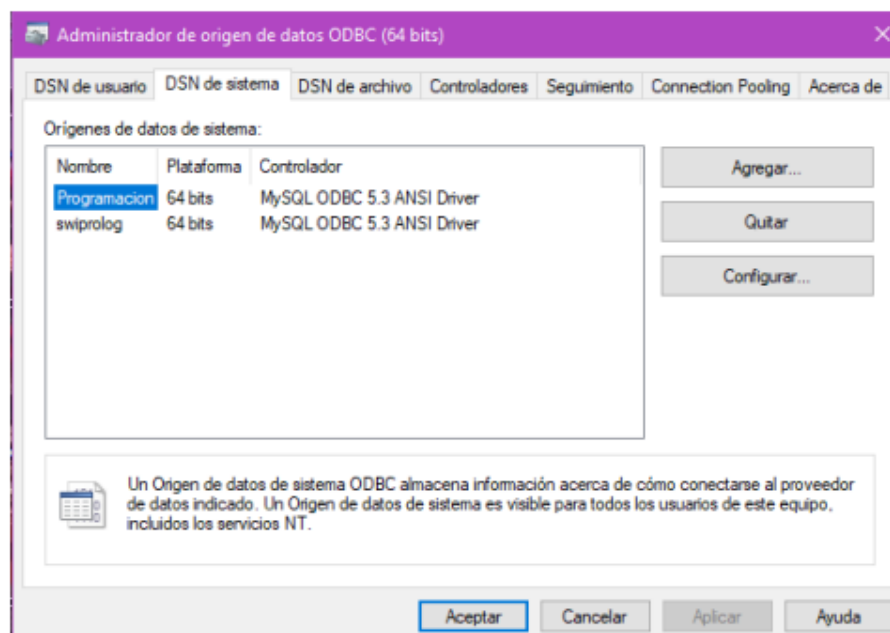
Database:

Test Result

Connection Successful



Realizamos el mismo procedimiento, pero en este caso, en el DSN del sistema para almacenar la información de cómo conectarse a MySQL.



## GESTIÓN DE PACIENTES

### Listado de pacientes

ID	DNI	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre	Antecedente	Fecha Nacimiento	Sexo	Acciones
1	12345678	Gómez	López	Gabriela	SI	1999-03-05	F	[X] [P]
2	98765432	Capuñay	Mendoza	Karla	SI	1990-05-05	F	[X] [P]
5	45612278	Ramírez	Martínez	Omar	SI	1980-06-12	M	[X] [P]
6	72568478	Palva	Velásquez	Daniela	NO	1998-02-13	F	[X] [P]
9	54321511	Lip	Coro	Guadalupe	SI	1994-04-20	F	[X] [P]
10	43578592	Capuñay	Mendoza	Noelia	SI	1986-03-13	F	[X] [P]
11	72235195	Mendoza	Galán	Gabriel	NO	1997-12-08	M	[X] [P]
12	75084783	Larrea	Aluña	Richard	NO	1990-03-13	M	[X] [P]
13	73333367	Ramos	Adanaque	Elmer	NO	1997-11-07	M	[X] [P]

El formulario del registro total de pacientes se muestra al iniciar el sistema. La data mostrada se puede ordenar por las distintas cabeceras de las columnas mostradas. La cantidad de registros mostrada también puede ser modificada a 25, 50 o 100 registros por página. Se pueden realizar búsquedas de cualquier dato correspondientes a las columnas mostradas.

### Registro de un nuevo paciente

Id	DNI	Apellido
2	98765432	Capuñay

The image shows a modal form titled "Ingresar Datos" (Enter Data) with the following fields and options:

- DNI**: A text input field.
- Apellido Paterno**: A text input field.
- Apellido Materno**: A text input field.
- Nombres**: A text input field.
- Antecedente**: Radio buttons for  SI and  NO.
- Fecha de nacimiento:**: A date input field with a placeholder "dd/mm/aaaa".
- Sexo**: Radio buttons for  M and  F.
- Guardar**: A blue button at the bottom left.

El botón ubicado en la parte superior izquierda despliega un formulario modal para el registro de nuevos pacientes. El formulario de registro consta de datos necesarios para la identificación y el posterior cálculo del porcentaje de riesgo de infarto.

### **Edición de un registro**

2	98765432	Capunay	Mendoza	Karla	SI	1900-05-05	F		
---	----------	---------	---------	-------	----	------------	---	---	---

**Ingresar Datos**

**DNI**

**Apellido Paterno**

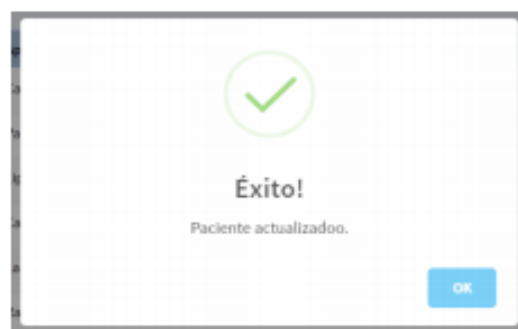
**Apellido Materno**

**Nombres**

**Antecedente**  
 SI  
 NO

**Fecha de nacimiento:**

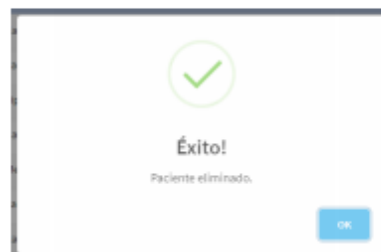
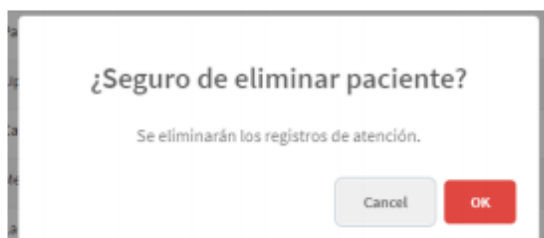
**Sexo**  
 M  
 F



Cada registro de paciente tiene un botón de edición que despliega un formulario con los datos modificables ya cargados del registro seleccionado.

## Eliminación de un registro

2	50505050	Capunay	Mendoza	Karla	SI	1900-05-05	F	
---	----------	---------	---------	-------	----	------------	---	---



Cada registro de paciente tiene un botón para eliminar el registro de un paciente.

## GESTIÓN DE ATENCIONES

PREVENCIÓN DE Infarto

Nevenka Capuñay

REGISTRO DE PACIENTES

ATENCIONES

LEYENDA DE RIESGO

	Masculino	Femenino
Riesgo Bajo	0% - 31,91%	0% - 35,58%
Riesgo Moderado	31,92% - 44,67%	35,59% - 51,21%
Riesgo Alto	44,68% - 100%	51,22% - 100%

RESULTADOS

Mostrar 10 entries

Search:

ID Atención	Fecha Atención	Nombre Paciente	Médico	Resultado	Acciones
19	2019-06-20	Omar Ramirez	Nevenka Capuñay	10%	 <a href="#">Detalle</a>
20	2019-06-20	Omar Ramirez	Nevenka Capuñay	65,00%	 <a href="#">Detalle</a>
21	2019-06-20	Guadalupe Lip	Nevenka Capuñay	34,00%	 <a href="#">Detalle</a>
22	2019-06-21	Noelia Capuñay	Nevenka Capuñay	39,00%	 <a href="#">Detalle</a>
23	2019-06-22	Gabriel Mendoza	Nevenka Capuñay	33,00%	 <a href="#">Detalle</a>
24	2019-06-22	Richard Larrea	Nevenka Capuñay	33,00%	 <a href="#">Detalle</a>

El segundo ítem muestra el listado de los resultados de los pacientes que han tomado el test de infarto. El listado es ordenado por fecha de atención la primera vez que se carga. Al igual que el listado de registros de pacientes, se puede ordenar los registros por las distintas cabeceras de las columnas mostradas, se pueden realizar búsquedas y especificar la cantidad de registros a mostrar.

21	2019-06-20	Guadalupe Lip	Nevenka Capuñay	34.15%	 
----	------------	---------------	-----------------	--------	---

Cada registro tiene un botón que despliega los detalles de la atención seleccionada.

PREVENCIÓN DE Infarto Nevenka Capuñay

**RESULTADOS POR FACTORES DE RIESGO** 

Nombre: Guadalupe Lip Curo Fecha Atención: 2019-06-20 Resultado: 34.15%

Nombre Factor	Respuesta	Valor
Enfermedad Cardiovascular	SI	1
Índice de Masa Corporal	15.03	0
Colesterol	47	0
Diabetes	SI	6
Tabaquismo	SI	4
Alcoholismo	SI	1
Actividad Física	SI	0
Infartos Anteriores	SI	1
Presión Arterial	100	0
Antecedente	SI	1
Edad	25	0

Se muestra la respuesta al test de infarto y los valores que significan estas respuestas.

DE RIESGO 

1/1

**RESULTADOS POR FACTORES DE RIESGO**

Nombre: Guadalupe Lip Curo Fecha Atención: 2019-06-20 Resultado: 34.15%

Nombre Factor	Respuesta	Valor
Enfermedad Cardiovascular	SI	1
Índice de Masa Corporal	15.03	0
Colesterol	47	0
Diabetes	SI	6
Tabaquismo	SI	4
Alcoholismo	SI	1
Actividad Física	SI	0
Infartos Anteriores	SI	1
Presión Arterial	100	0
Antecedente	SI	1
Edad	25	0

El botón imprimir muestra los datos en formato pdf para descargar de la atención seleccionada.

## Test de infarto

The screenshot shows a header bar with the word 'RESULTADOS' in the center. On the left, there is a blue button labeled 'Nuevo' and a dropdown menu showing 'Show 10 entries'. On the right, there is a circular profile picture of a woman and the name 'Neyenka Caspufay' below it.

El botón nuevo en la pantalla de resultados despliega el formulario de la prueba de infarto. Esta prueba se guardará con el usuario que ha iniciado sesión como el médico encargado.

Buscar al paciente

2019-09-18

Código: 5    Nombres: Daniela    Ap. Paterno: Paiva    Ap. Materno: Velasquez

Fecha Nacimiento: 1998-02-13    Sexo: F

---

Test de infarto

1. ¿Cuál es su índice de masa corporal?

Peso  kg    Altura  mt   

2. ¿Padece de alguna enfermedad cardiovascular?

SI

NO

3. ¿Cuál es su colesterol HDL?

4. ¿Cuál es su presión arterial?

5. ¿Padece de Diabetes?

SI

NO

6. ¿Consumes cigarrillos?

SI

SI  
 NO

3. ¿Cuál es tu colesterol HDL?

4. ¿Cuál es tu presión arterial?

5. ¿Padece de Diabetes?

SI  
 NO

6. ¿Consumes cigarrillos?

SI  
 NO

7. ¿Consumes Alcohol frecuentemente?

SI  
 NO

8. ¿Realizas alguna actividad física frecuentemente?

SI  
 NO

9. ¿Has tenido infartos anteriormente?

SI  
 NO



El test de infarto inicia con un buscar que se realiza con el DNI del paciente. Este buscar muestra los datos para confirmar la identidad del paciente. Al llenar los demás campos necesarios y enviar el formulario, el sistema muestra un mensaje con el porcentaje calculado.