

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y
MECÁNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS**



TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE
LAS CARDIOPATÍAS MÁS COMUNES EN ADULTOS UTILIZANDO LÓGICA
DIFUSA**

Para optar al título profesional de:

INGENIERO INFORMÁTICO Y DE SISTEMAS

Presentado por:

BR. CHUQUINAIRA SAMA, IRIS

BR. HUAMANI PILA, ALIDA

Asesor:

DR. VILLAFUERTE SERNA, RONY

Co-Asesor:

DR. MONTESINOS CÁRDENAS, ALEXANDER

**CUSCO - PERÚ
2023**

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS CARDIOPATÍAS MÁS COMUNES EN ADULTOS UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA"** presentado por las bachilleres: **IRIS CHUQUINAIRA SAMA** con Nro. de DNI: 47421055 y **ALIDA HUAMANI PILA** con Nro. de DNI: 47972812, para optar el título profesional de **"INGENIERO INFORMÁTICO Y DE SISTEMAS"** Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 6 veces, mediante el Software Anti plagio Turnitin, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Anti plagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de **3%(Tres por ciento)**.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Anti plagio.

Cusco, 02 de febrero de 2023



Rony Villafuerte Serna

DNI.23957778

ORCID:0000-0003-4607-522X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Anti plagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Anti plagio: [OID:27259:202302442](https://doi.org/10.27259/55110/202302442)

NOMBRE DEL TRABAJO

diagnosticoCardiopatiasV6

AUTOR

Alida & Iris Chuquinaira & Huamani

RECUENTO DE PALABRAS

28969 Words

RECUENTO DE CARACTERES

174980 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

142 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.3MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 2, 2023 9:23 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 2, 2023 9:25 PM GMT-5**● 3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 3% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, a mi padre, a mis hermanos por el apoyo incondicional en todo este proceso de formación profesional y a mi hijo porque me inspiran a seguir adelante y ser mejor cada día.

Iris Chuquinaira

Este trabajo está dedicado a mi familia por haberme dado su cariño, consejos y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, especialmente durante mi formación universitaria. También a todas las personas que me han brindado su amistad y motivado a seguir adelante.

Alida Huamani

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la asesoría del Dr. Rony Villafuerte Serna que siempre estuvo al tanto de cada detalle durante todo el proceso de desarrollo de esta tesis. También agradecemos al Médico Cardiólogo Alexander Montesinos Cárdenas que nos apoyó y brindó sus conocimientos para el desarrollo del sistema experto, sin ellos, nada de este trabajo sería posible.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis fue desarrollado para proporcionar un diagnóstico temprano de las cardiopatías que causan más mortalidad en las personas adultas. En los últimos años las cardiopatías que causaron mayor mortalidad en esta población fueron la cardiopatía isquémica y la hipertensión arterial según diversas organizaciones especializadas en la salud como la Organización Mundial de Salud (2020), la Organización Panamericana de la Salud (2020), y también según el Ministerio de Salud del Perú. En este trabajo se ha implementado un sistema experto para el diagnóstico de cardiopatías más comunes en adultos como son la hipertensión arterial y la isquemia cardíaca. Esto se ha hecho utilizando la lógica difusa como herramienta matemática para el análisis y fuzificación o representación de la ambigüedad de las variables de entrada como edad, índice de masa corporal, presión arterial, colesterol, triglicéridos, tabaquismo y angina de pecho, y para obtener el valor de salida que es el nivel de riesgo de la cardiopatía se ha utilizado el método de defuzificación Centro de Gravedad (COG). Se ha construido la base de conocimiento que consta de 486 reglas, basado en los conocimientos del experto humano y la información recopilada; y para el análisis de las reglas se ha utilizado el motor de inferencia Mamdani. Para la construcción del sistema experto se ha utilizado la metodología de Buchanan. El sistema experto que ha sido desarrollado en el lenguaje PHP y la interfaz con el framework front-end Bootstrap, es solo un prototipo. El diagnóstico del sistema experto permite conocer el nivel de riesgo de padecer de las cardiopatías más comunes en adultos como son la hipertensión arterial e isquemia cardíaca. Se han hecho pruebas con 50 casos, de los cuáles el sistema tiene una tasa de acierto de 74 %, que indica un diagnóstico confiable.

Palabras clave: Sistema Experto, Diagnóstico, Adultos, Lógica difusa, Fuzificación, Defuzificación, Variables lingüísticas, Cardiopatía, Hipertensión arterial, Isquemia cardíaca, Nivel de riesgo.

ABSTRACT

This thesis work was developed to provide an early diagnosis of heart diseases that cause more mortality in adults. In recent years, the heart diseases that caused the highest mortality in this population were ischemic heart disease and arterial hypertension, according to various specialized health organizations such as the World Health Organization (2020), the Pan American Health Organization (2020), and also according to the Ministry of Health of Peru. In this work, an expert system has been implemented for the diagnosis of the most common heart diseases in adults, such as arterial hypertension and cardiac ischemia. This has been done using fuzzy logic as a mathematical tool for the analysis and fuzzification or representation of the ambiguity of input variables such as age, body mass index, blood pressure, cholesterol, triglycerides, smoking and angina pectoris, and to obtain The Center of Gravity (COG) defuzzification method has been used for the output value, which is the level of risk of heart disease. The knowledge base consisting of 486 rules has been built, based on the knowledge of the human expert and the information collected; and for the analysis of the rules the Mamdani inference engine has been used. Buchanan's methodology has been used to build the expert system. The expert system, which has been developed in the PHP language and interfaces with the Bootstrap front-end framework, is just a prototype. The diagnosis of the expert system allows to know the level of risk of suffering from the most common heart diseases in adults such as arterial hypertension and cardiac ischemia. Tests have been carried out with 50 cases, of which the system has a success rate of 74%, which indicates a reliable diagnosis.

Keywords: Expert System, Diagnosis, Adults, Fuzzy Logic, Fuzzification, Defuzzification, Linguistic variables, Heart disease, Arterial hypertension, Ischemic heart disease, Risk level.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ABREVIATURAS.....	xi

CAPÍTULO I

ASPECTO GENERALES

1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.1.1. Descripción del problema.....	12
1.1.2. Formulación del problema.....	13
1.2. Justificación.....	13
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Alcances y limitaciones.....	15
1.4.1. Alcances.....	15
1.4.2. Limitaciones.....	15
1.5. Metodología.....	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes o estado del arte.....	17
2.2. Sistema experto.....	19

2.2.1.	Marco histórico en el desarrollo de los sistemas expertos	21
2.2.2.	Componentes de un sistema experto.....	22
2.2.3.	Ventajas de un sistema experto.....	25
2.2.4.	Metodologías para el desarrollo de los sistemas expertos	26
2.3.	Lógica difusa o borrosa	30
2.3.1.	Conjuntos difusos.....	31
2.3.2.	Función de pertenencia	32
2.3.3.	Fuzificación.....	34
2.3.4.	Mecanismo de inferencia difusa	34
2.3.5.	Defuzificación.....	35
2.3.6.	Variables lingüísticas	36
2.3.7.	Reglas difusas	36
2.3.8.	Modelo difuso	36
2.4.	Cardiopatías.....	37
2.4.1.	Hipertensión arterial.....	37
2.4.2.	Isquemia cardíaca.....	37

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

3.1.	Diseño de la investigación.....	40
3.2.	Metodología de desarrollo del sistema experto.....	41
3.2.1.	FASE 1: Identificación	41
3.2.2.	FASE 2: Conceptualización.....	42
3.2.3.	FASE 3: Formalización.....	45
3.2.5.	FASE 4: Implementación del sistema.....	88

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Análisis de resultados.....	91
------	-----------------------------	----

4.2. Discusión de resultados	98
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	100
ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Campos de aplicación de los sistemas expertos	20
Figura 2	Estructura básica de un sistema experto	23
Figura 3	Metodología de Buchanan	30
Figura 4	Función de Pertenencia Triangular	33
Figura 5	Función de Pertenencia Trapezoidal	33
Figura 6	Función de Pertenencia Gaussiana	34
Figura 7	Isquemia Cardíaca	38
Figura 8	Proceso del desarrollo del sistema experto	40
Figura 9	Distribución por factores de riesgo cardiovascular	44
Figura 10	Factores de riesgo para la isquemia cardíaca	44
Figura 11	Formalización del Sistema Experto	45
Figura 12	Fuzificación de la variable lingüística presión	54
Figura 13	Fuzificación de la variable lingüística edad	57
Figura 14	Fuzificación de la variable lingüística colesterol	60
Figura 15	Fuzificación de la variable lingüística triglicéridos	63
Figura 16	Fuzificación de la variable lingüística tabaquismo	66
Figura 17	Fuzificación de la variable lingüística Índice de Masa Corporal	69
Figura 18	Fuzificación de la variable lingüística dolor de pecho	72
Figura 19	Fuzificación de la variable lingüística Riesgo Hipertensión Arterial	75
Figura 20	Fuzificación de la variable lingüística Riesgo Isquemia Cardíaca	78
Figura 21	Resultado de la agregación de las salidas	83
Figura 22	Resultado de la agregación de las salidas	87
Figura 23	Pantalla de inicio	89
Figura 24	Pantalla de resultados	90
Figura 25	Principales causas de muerte en el mundo según la OMS	106
Figura 26	Principales causas de defunción en los países de ingresos medianos altos	107
Figura 27	Principales causas de muerte en América de 2000 - 2019	108
Figura 28	Quince primeras causas de muerte en el Perú	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Primeros sistemas expertos y aplicaciones	22
Tabla 2	Tabla comparativa de metodologías de desarrollo de sistemas expertos.....	27
Tabla 3	Clasificación de los valores de la presión arterial.....	37
Tabla 4	Variables Lingüísticas.....	46
Tabla 5	Variables lingüísticas de salida	46
Tabla 6	Rango de las variables de salida	47
Tabla 7	Notación de las variables lingüísticas	48
Tabla 8	Categorías de presión arterial según la Sociedad Americana	51
Tabla 9	Categorías del colesterol total	57
Tabla 10	Categorías de los triglicéridos.....	61
Tabla 11	Categorías de tabaquismo según la OMS	64
Tabla 12	Categorías de índice masa corporal según el MINSA	67
Tabla 13	Categorías para la frecuencia de angina de pecho	70
Tabla 14	Comparación del médico cardiólogo con el sistema experto.....	91
Tabla 15	Resultados de pruebas al sistema experto	93
Tabla 16	Resultados de la matriz de confusión.....	97

ABREVIATURAS

SE: *Sistema Experto*

HTA: *Hipertensión Arterial*

IMC: *Índice de masa corporal*

IC: *Isquemia cardíaca*

CAPÍTULO I

ASPECTO GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años, las enfermedades del corazón o cardiopatías se encuentran como las principales causas de mortalidad en el mundo. De hecho, según los estudios de la Organización Mundial de Salud (OMS, 2020), desde hace casi 20 años la principal causa de muerte en todo el mundo es la cardiopatía isquémica, tal como se observa en la *Figura 25* en el anexo 2 de esta tesis; y la cardiopatía hipertensiva o hipertensión arterial ocupa el séptimo lugar en los países de ingresos medianos altos como el Perú, tal como se muestra en la *Figura 26* del anexo 2. También, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) las cardiopatías se encuentran entre las causas más comunes de muerte en América. La isquemia cardíaca ocupa el primer lugar y la hipertensión ocupa el décimo lugar, tal como se puede apreciar en la *Figura 27* del anexo 2. Asimismo, según los estudios del Ministerio de Salud del Perú (Ministerio de Salud Perú, 2015), las cardiopatías como la isquemia cardíaca y la hipertensión, se encuentran dentro de las 15 principales causas de muerte en el Perú, tal como se muestra *Figura 28* del anexo 2.

Considerando el panorama anterior se puede distinguir la importancia del diagnóstico temprano de la cardiopatía para evitar el agravamiento de la enfermedad o la muerte a causa de ella. Puesto que, la mayoría de las personas no reconocen los síntomas de una cardiopatía y el estado de gravedad de la enfermedad, esto debido a la falta de educación en la salud del corazón o la falta de acceso a los servicios de salud en el área de cardiología, ese desconocimiento es un obstáculo para que puedan combatir la enfermedad o someterse a un tratamiento urgente.

El diagnóstico de las cardiopatías plantea un desafío alto, pues para que el diagnóstico sea confiable se requiere una óptima interpretación de los síntomas y factores de riesgo que presenta la persona. Por ejemplo, los datos que se debe conocer son el índice de masa corporal, el nivel del colesterol, el nivel de los triglicéridos, valor de la presión arterial y otras variables, para posteriormente proporcionar una conclusión a partir del conjunto de hallazgos. Por eso, cuando el médico experto quiere realizar el diagnóstico de una cardiopatía, recurre a toda la experiencia que tiene en ese campo, y, además, de la verificación que dé a los procedimientos definidos, como la aplicación de estándares para elaborar reportes médicos.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“¿El sistema experto basado en lógica difusa permitirá realizar el diagnóstico de las cardiopatías más comunes en adultos?”

1.2. JUSTIFICACIÓN

Justificación teórica

El presente trabajo, brinda un aporte teórico de relevancia en lo relacionado a las investigaciones en el campo de los sistemas expertos o sistemas inteligentes basados en lógica difusa. Este trabajo representa el estudio sobre la aplicación de los sistemas expertos en el área de la medicina en la especialidad de cardiología, ayudando de esa manera al desarrollo de la informática en la medicina.

Justificación práctica

El sistema experto será una herramienta de apoyo en el diagnóstico de las cardiopatías más comunes en personas adultas, basado en los síntomas y factores de riesgo, de forma rápida. Específicamente será una ayuda para diagnosticar las cardiopatías como hipertensión

arterial e isquemia cardíaca, para que, según el nivel de riesgo que le haya diagnosticado el sistema experto la persona realice una consulta cuanto antes con el cardiólogo.

Justificación social

Muchas personas a falta de tiempo no se realizan sus chequeos preventivos del corazón. El presente trabajo será una ayuda que beneficiará a esas personas, ya que el sistema experto ayudará a saber el nivel de riesgo de la cardiopatía y de qué tipo es, para que así puedan cambiar el estilo de vida que llevan, y en otros casos realicen una consulta al cardiólogo prontamente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema experto para el diagnóstico de las cardiopatías más comunes en adultos utilizando lógica difusa

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar los procedimientos a emplearse para la evaluación de la situación de las personas con problemas cardíacos más comunes como hipertensión arterial e isquemia cardíaca.
- Desarrollar una base de conocimiento, a través de la experiencia que el experto en el área de cardiología proporcione.
- Construir un sistema experto para el diagnóstico de las cardiopatías más comunes como hipertensión arterial e isquemia cardíaca.
- Comprobar los diagnósticos obtenidos por el sistema experto con los diagnósticos emitidos por el experto cardiólogo.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1. ALCANCES

- El presente trabajo abarca el desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de las cardiopatías más comunes en adultos usando la lógica difusa, esto comprende el diseño y elaboración de la base de conocimiento, la base de reglas difusas y motor de inferencia difuso, y la subsecuente construcción del sistema en el lenguaje de programación PHP.
- El sistema experto dará un diagnóstico del nivel de riesgo porcentual de padecer de isquemia cardíaca o hipertensión arterial.

1.4.2. LIMITACIONES

- El trabajo realizado, se limitó a dos cardiopatías más comunes en adultos: la hipertensión arterial y la isquemia cardíaca.
- En este trabajo se ha limitado a la población adulta a partir de los 27 años a más.
- En este trabajo solamente se evaluó los síntomas y factores de riesgo que el paciente presenta para hacer el diagnóstico de la cardiopatía.
- El sistema experto que se desarrolló no ofrece una cura o tratamiento para las cardiopatías.
- Para realizar un diagnóstico con el sistema experto es importante que la persona conozca su nivel de colesterol, triglicéridos, presión arterial, talla y peso.

1.5. METODOLOGÍA

En este trabajo, se empleó el método de investigación descriptivo. La investigación de tipo descriptiva procura determinar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. En otras palabras, simplemente busca medir o recopilar información de forma autónoma o en colaboración, a cerca de los conceptos o las variables, pues, su propósito no es señalar la relación que existe entre ellas. (Hernandez Sampieri, 2010)

También, se utilizó la lógica difusa como una herramienta matemática que proporcionó una forma fácil y elegante de extraer una conclusión basada en información de entrada incierta, ambigua, imprecisa, con ruido o incompleta, en conclusión, la lógica difusa copia la forma de decidir de las personas, basándose en información con las características anteriormente comentadas.

En el desarrollo del sistema experto se utilizó la metodología de Buchanan, esta metodología se puede dividir en seis etapas, que son: familiarizarse con el problema, delimitar el sistema, obtener la estructura de inferencia del sistema experto, definir el prototipo del sistema experto, depurar el prototipo, optimizar el sistema experto prototipo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE

María Soledad Álvarez Agreda “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO COMO APOYO EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES Y MANEJO DE EXPEDIENTES CLÍNICOS”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, 2013, Ecuador.

Conclusiones:

- Utilizando los sistemas expertos se pretende mejorar la calidad y rapidez de las respuestas, propiciando así la mejora de la productividad del experto humano.
- Una de las ventajas más destacables de un sistema experto es la colaboración en el proceso de toma de decisiones a especialista de diversas áreas, entre ellos a médicos en el diagnóstico de enfermedades.
- Con la integración de tecnología moderna y el desarrollo de herramientas informáticas se ha logrado avances importantes en el campo de la medicina, con el único propósito de ayudar al paciente y potencializar al médico en su actividad.

Comentario:

Esta tesis nos sirvió para saber la importancia de un sistema experto en la rama de la medicina y también extrajimos teorías de sistemas expertos que esta utilizó y referenció.

Willber Rolando Apaza Suntura “DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE LA HERNIA DISCAL LUMBAR BASADO EN LOGICA DIFUSA”, Universidad Mayor de San Andrés, 2015, Bolivia.

Conclusiones:

- La base de conocimiento se desarrolló en base a reglas, que consiste en representar el conocimiento a través de reglas de producción.

- El prototipo del sistema experto se construyó utilizando el lenguaje de programación java.

Comentario:

Esta tesis nos sirvió para extraer más información y bibliografías sobre la utilidad de lógica difusa y la metodología de Buchanan.

Fernando Gutiérrez Lozano y Sergio Hernández Valderrama “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS UTILIZANDO LÓGICA FUZZY”, Universidad Nacional de Trujillo, 2015, Perú.

Conclusiones:

- La lógica difusa es una herramienta que facilita el manejo del lenguaje natural y ambiguo, usado por médicos y pacientes, ya que permite la evaluación de los síntomas difusos del paciente, y proporciona como resultado un grado de certeza.
- Se desarrolló la base de conocimiento, que engloba más de la mitad del conocimiento y experiencia del especialista, lo hace que el sistema sea confiable.
- La base de conocimiento se construyó en base a reglas, que consiste en representar el conocimiento a través de reglas de producción, debido a que facilitan la creación y modificación de la base de conocimiento.

Comentario:

Esta tesis nos sirvió como referencia para el diseño de la base de reglas del sistema experto que se ha implementado.

Maritza Irma Quisbert Espejo “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD CORONARIA (ISQUEMIA)”, Universidad Mayor de San Andrés, 2013, Bolivia.

Conclusiones:

- La base de conocimiento acumulado posibilita que el sistema sea confiable, y además guarda el conocimiento del experto.
- El sistema experto proporciona un diagnóstico a priori con un mínimo de error.

- El diagnóstico se determina con rapidez y confiabilidad.

Comentario:

Esta tesis será de utilidad en la identificación de las variables lingüísticas de la isquemia cardíaca, que es una de las cardiopatías más comunes en adultos.

Stephany Grace Rodriguez Johnson y Diana Carolina Vera Ulloa

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE UN PARO CARDÍACO”,

Universidad Privada del Norte, 2018, Perú.

Conclusiones:

- La cantidad de alertas exactas del sistema experto para la detección temprana de un paro cardíaco se elevó en un 13%.
- El grado de aprendizaje del sistema experto para los pacientes con enfermedades del corazón tiene un 9% superior a lo esperado.

Comentario:

Esta tesis ha sido utilizada como parte del fundamento teórico para una de las cardiopatías que se va a desarrollar, específicamente de la isquemia cardíaca.

2.2. SISTEMA EXPERTO

Un sistema experto (SE) es un sistema informático que usa el conocimiento sobre un campo específico para ofrecer la solución ante un problema de esa área. Esta solución es fundamentalmente la misma que proporcionaría una persona experta en ese campo para solucionar ese problema. El sistema experto es un sistema que copia a los especialistas humanos en un dominio determinado (Gamez Martin & Puerta Callejon, 1998).

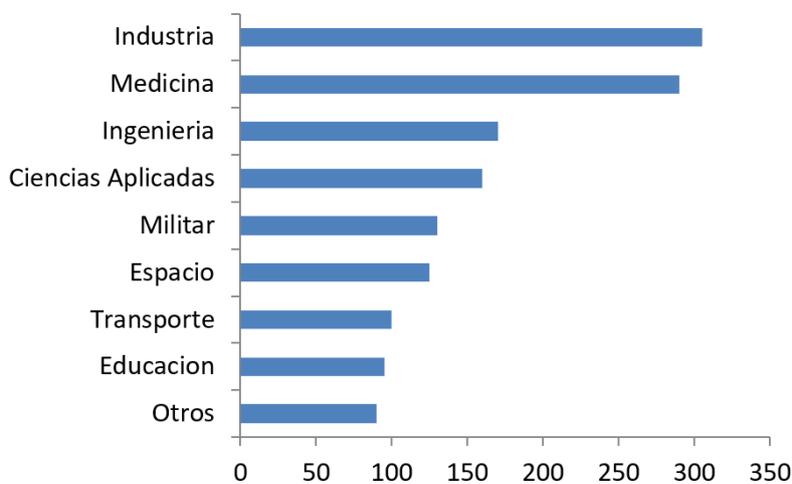
Una definición actual de los sistemas expertos es: Un sistema informático que imita los procesos de aprendizaje, memorización, razonamiento, comunicación y acción de un especialista humano en un área específica de la ciencia, ofreciendo, de esta manera, un

experto que puede sustituirle. Otra definición actual, dado por la Asociación Argentina de Inteligencia Artificial es que los SE son sistemas que posibilitan la creación de otros sistemas que representan el conocimiento como un grupo de reglas. Las diferentes asociaciones, conexiones y similitudes sobre una materia pueden ser reunidos en un SE logrando integrar asociaciones enormemente complejas y con diversas interacciones (León Quintanar, 2007).

A lo largo de los últimos años, se han desarrollado de manera veloz muchas aplicaciones de sistemas expertos en diversos campos. Su utilidad se puede clasificar por criterios como: áreas de aplicación, actividades que realizan, etc. Por ejemplo: la economía, la industria, la medicina, etc. (Castillo, Gutierrez, & Hadi, 1996). Tal como se puede apreciar en la *Figura 1*.

Figura 1

Campos de aplicación de los sistemas expertos



Fuente: Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas(p.3),por Castillo, Gutierrez, & Hadi, 1996.

2.2.1. MARCO HISTÓRICO EN EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos surgen en la década del sesenta; por esos años se creía que sólo se necesitaban pocas leyes de razonamiento junto con computadoras de gran capacidad para obtener resultados excelentes. Alan Newell y Herbert Simon fueron los pioneros en desarrollar programas fundamentados en leyes de razonamiento, como el GPS (General Problem Solver).

El sistema tenía la capacidad de solucionar problemas como de las torres de Hanoi y otros parecidos, utilizando la criptoaritmética. No obstante, el programa no era capaz de solucionar problemas más “cotidianos” y reales, como, por ejemplo, proporcionar un diagnóstico médico. Por lo tanto, algunos investigadores variaron la perspectiva del problema, ahora se ocupaban en resolver problemas sobre un campo determinado, tratando de imitar el razonamiento humano. Por lo que no se dedicaron a computarizar la inteligencia general, se enfocaron más en dominios de conocimiento muy específicos. De esta forma surgieron los sistemas expertos.

El primer sistema experto que se desarrolló para resolver problemas más reales fue en el año 1965, con la misión de identificar estructuras químicas: este sistema se denominó DENDRAL. Lo que este sistema realizaba era parecido a lo que hacían los expertos humanos de ese tiempo, se basaba en tomar unas hipótesis importantes como soluciones probables, y colocarlas a prueba haciendo comparaciones con los datos. El nombre DENDRAL significa árbol en griego, por este motivo, el programa fue nombrado así ya que su tarea principal era buscar en un árbol de probabilidades la estructura del compuesto. (León Quintanar, 2007)

A continuación, en la *Tabla 1*, se presenta de manera resumida los primeros sistemas expertos y sus aplicaciones.

Tabla 1*Primeros sistemas expertos y aplicaciones*

Sistema	Fecha	Autor	Aplicación
DENDRAL	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas.
Macsyma	1965	MIT	Análisis matemático complejo.
HearSay	1965	Carnegie - Mellon	Interpreta en lenguaje natural un subconjunto del idioma.
Mycin	1972	Stanford	Diagnóstico de enfermedades de la sangre.
Tieresias	1972	Stanford	Herramienta para la transformación de conocimientos.
Prospector	1972	Stanford	Exploración mineral y herramientas de identificación.
Age	1973	Stanford	Herramienta para generar Sistemas Expertos.
OPS5	1974	Carnegie - Mellon	Herramientas para el desarrollo de Sistemas Expertos.
Caduceus	1975	University of Pittsburg	Herramienta de diagnóstico para medicina interna.
Rosie	1978	Rand	Herramienta de desarrollo de Sistemas Expertos.
R1	1978	Carnegie - Mellon	Configuración de equipos de computación para DEC.

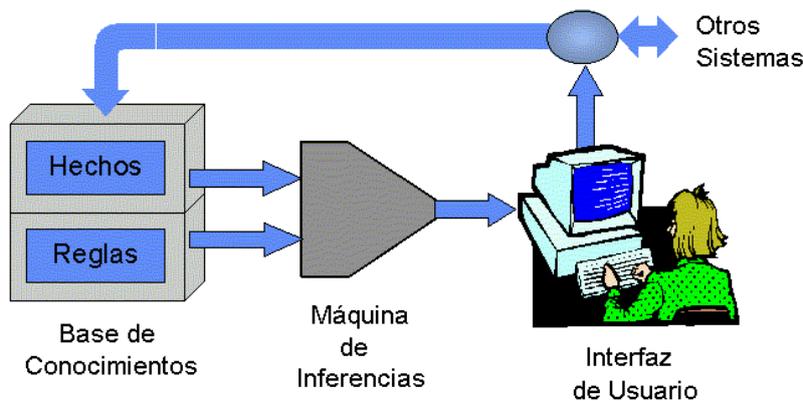
Fuente: <http://simulacionymodelos-unefapc.blogspot.com/p/sistemas-expertos.html>

2.2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO

El concepto de un sistema experto se comprende mejor cuando se analizan sus principales componentes. Como se pueden observar en la siguiente figura:

Figura 2

Estructura básica de un sistema experto



Fuente: <https://sistemasexpertostsu.wordpress.com/2015/06/18/estructura-basica-de-un-sistema-experto-2/>

2.2.2.1. Componente humano

El componente humano está integrado por uno o varios expertos humanos especialistas en un campo de estudio específico y también por los ingenieros de conocimiento. Los especialistas humanos proporcionan el conocimiento fundamental en el tema a desarrollar, y los ingenieros de conocimiento transforman este conocimiento a un lenguaje que el sistema experto pueda comprender. La contribución de los especialistas humanos, los ingenieros de conocimiento y los usuarios es, quizás la parte más importante en el proceso de construcción de un sistema experto. Esta fase necesita mucho trabajo y esfuerzo debido a los distintos lenguajes que utilizan los colaboradores y las distintas experiencias que tienen éstos. (Castillo, Gutierrez, & Hadi, 1996).

2.2.2.2. Base de conocimientos

Es el componente más importante del sistema experto. Contiene todo el conocimiento fundamental que se tiene sobre el dominio del problema que estamos tratando. Se pueden encontrar distintos formalismos para representar este conocimiento, como por ejemplo la

lógica de predicados, reglas, distribuciones de probabilidad, etc. (Gamez Martin & Puerta Callejon, 1998).

El experto de campo es el encargado de proporcionar a los ingenieros del conocimiento una base de conocimiento organizada y estructurada, y un conjunto de relaciones bien detalladas. Esta manera estructurada de razonar necesita que los especialistas de campo, reconsideren, y reestructuren la base de conocimiento y, como consecuencia, el experto se vuelve en un mejor entendido de su propia área de especialidad.

Es importante distinguir bien los conceptos de datos y conocimiento. Una de las representaciones más utilizadas en la representación del conocimiento es la producción de reglas (Saavedra Rondo, 2006). Por otro lado, los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación específica. Por ejemplo, en el diagnóstico médico, los factores de riesgo, los síntomas, las enfermedades y la conexión que existe entre ellos, constituyen parte del conocimiento, por otra parte, los síntomas específicos del paciente constituyen los datos. Mientras el conocimiento es duradero, los datos son transitorios, es decir, no constituyen parte del componente duradero de un sistema y son eliminados después de ser utilizados.

En la base de conocimiento se guarda el conocimiento y los datos se guardan en la memoria de trabajo. Los procedimientos de los distintos sistemas y subsistemas que son temporales se guardan también en la memoria de trabajo. (Castillo, Gutierrez, & Hadi, 1996)

2.2.2.3. Motor de inferencia

El motor de inferencia es el parte central de todo sistema experto. El objetivo primordial de este componente es obtener conclusiones aplicando el conocimiento a los datos. Las conclusiones del motor de inferencia pueden estar sustentadas en conocimiento determinista o conocimiento no determinista. Como es de suponer, el manejo de situaciones de incertidumbre puede ser mucho más difícil que el manejo de situaciones deterministas. En

la mayoría de casos, algunos hechos (datos) se desconocen mucho. El motor de inferencia difunde también el conocimiento incierto (Castillo, Gutierrez, & Hadi, 1996).

2.2.2.4. Interfaz de Usuario

Es el nexo que se da entre el sistema experto y el usuario. Por eso, para lograr que un sistema experto sea un medio efectivo, es necesario incluir mecanismos eficientes para mostrar y conseguir información de manera simple y agradable. Un ejemplo de la información que se tiene que presentar después del trabajo del motor de inferencia, son las conclusiones, las razones que expliquen dichas conclusiones y una explicación de las acciones comenzadas por el sistema experto. Por otro lado, si el motor de inferencia no puede concluir a causa de, por ejemplo, la falta de información, la interfaz de usuario es un medio para conseguir la información necesaria del usuario. Finalmente, una implementación inadecuada de la interfaz de usuario no facilitaría el proceso de la calidad de un sistema experto (Castillo, Gutierrez, & Hadi, 1996).

2.2.3. VENTAJAS DE UN SISTEMA EXPERTO

Los sistemas expertos tienen muchas ventajas (Saavedra Rondo, 2006), como, por ejemplo:

- **Mayor disponibilidad.** La experiencia está accesible para cualquier equipo de cómputo apropiado. Un sistema experto, en una aproximación máxima a la realidad, es la generación a gran escala de experiencia.
- **Costo reducido.** El costo de colocar la experiencia a disponibilidad del usuario disminuye ampliamente.
- **Peligro reducido.** Los sistemas expertos se pueden utilizar en entornos riesgosos para un ser humano.
- **Permanencia.** A diferencia de lo que pueda pasar con los expertos humanos, que pueden retirarse, renunciar o morir, el conocimiento del sistema experto permanece indefinidamente.

- **Experiencia múltiple.** El conocimiento de muchos expertos de campo se puede utilizar para trabajar simultánea y constantemente en un problema, en cualquier momento. El nivel de experiencia reunido de varios sistemas expertos puede superar el de un solo experto humano.
- **Mayor confiabilidad.** Al recopilar diversas experiencias en un sistema experto, éste incrementa su confiabilidad. La usabilidad de un sistema experto depende mayormente de la confianza que los usuarios le den a éste.
- **Explicación.** Un sistema experto presenta una explicación sencilla y paso a paso del razonamiento que lleva a una conclusión, lo que incrementa la confianza de que se tomó la decisión adecuada. A comparación de un sistema experto, una persona puede estar muy agotada, mostrarse reacio o ser incapaz de efectuarlo siempre.
- **Respuesta rápida.** Un sistema experto puede responder pronto, además estar más disponible que el experto humano. Esta cualidad es muy útil, ya que, la mayoría de veces se necesita tener respuestas en poco tiempo, o en el mejor caso en tiempo real.
- **Respuestas sólidas.** Un sistema experto puede proporcionar respuestas consistentes, detalladas y sin emociones. Esto es muy crucial en un tiempo real y además en circunstancias de urgencia, cuando una persona, no puede trabajar eficientemente debido a la presión.

2.2.4. METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

La construcción de un sistema experto, tiene una etapa en donde se da mucha relevancia a la adquisición del conocimiento. Esta etapa es un tanto complicada por la dificultad que existe al representar el conocimiento adquirido, por lo que el tiempo que se le destina es mayor que el trato a otros sistemas clásicos. Por el contrario, en un sistema tradicional, una vez que se identifican claramente los objetivos, lo que resta para el desarrollo del sistema es más fácil. En la adquisición del conocimiento, la dificultad consiste en hacer que el experto humano transmita lo que conoce y un inconveniente adicional es darle forma automáticamente manejable al conocimiento que se adquiere. Las metodologías utilizadas

para la construcción de un sistema experto son muchas, por eso se debe analizar y seleccionar la que mejor cumpla con las características que requiere el sistema experto que se pretende desarrollar. (Llangari Silva, 2016)

Tabla 2

Tabla comparativa de metodologías de desarrollo de sistemas expertos

Metodología	Ventajas	Desventajas
Grover	<ul style="list-style-type: none"> - El detalle de sus etapas facilita la identificación del problema y de las personas que intervienen en él. - Proporciona una buena documentación. - Posibilita la sustitución en parte del experto de campo, y ofrece un medio de comunicación entre el usuario y el diseñador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad al identificar en un inicio todos los puntos de la etapa o problemas en la definición del dominio. - Se necesita hacer varias entrevistas con el experto de campo.
Buchanan	<ul style="list-style-type: none"> - Las críticas y sugerencias del experto de campo, contribuyen al mejoramiento y control del funcionamiento del sistema experto. - Plantea la documentación de los procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se podría requerir mucho tiempo hasta la conformidad de los expertos, debido a la constante sugerencia por parte de ellos.
Brulé	<ul style="list-style-type: none"> - Menos tiempo en la construcción del sistema experto (prototipo). - Es una metodología de tipo recursiva, es decir que después de realizar todas las fases, se pueden volver a analizar los requisitos si es que se necesita. - Apropiado para sistemas expertos de gran tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Esta metodología no sirve para proyectos pequeños. - Se necesita mucho tiempo para realizar entrevistas.
BGM	<ul style="list-style-type: none"> - Su aplicación es simple. 	<ul style="list-style-type: none"> - La intervención de los

	- De fácil comprensión para alguien nuevo en el desarrollo de sistemas expertos.	expertos de campo puede retrasar el desarrollo del proyecto.
	- Las etapas están bien claras para ser entendibles.	
	- Facilita la implementación del sistema experto.	
CommonKADS	- Nos muestra variedades de bloques constructivos el cual será reutilizado por el diseñador.	- Se utiliza para sistemas expertos de gran tamaño.
	- Muestra el modelo en espiral, por tanto, favorece el enfoque de administración de proyectos.	
	- Usa prácticas y teorías administrativas.	

Fuente: Elaboración propia

En este trabajo se ha elegido la metodología de Buchanan para el desarrollo del sistema experto, dado que el sistema experto es pequeño, además esta metodología es de fácil aprendizaje y aplicación.

2.2.4.1. Metodología de Buchanan

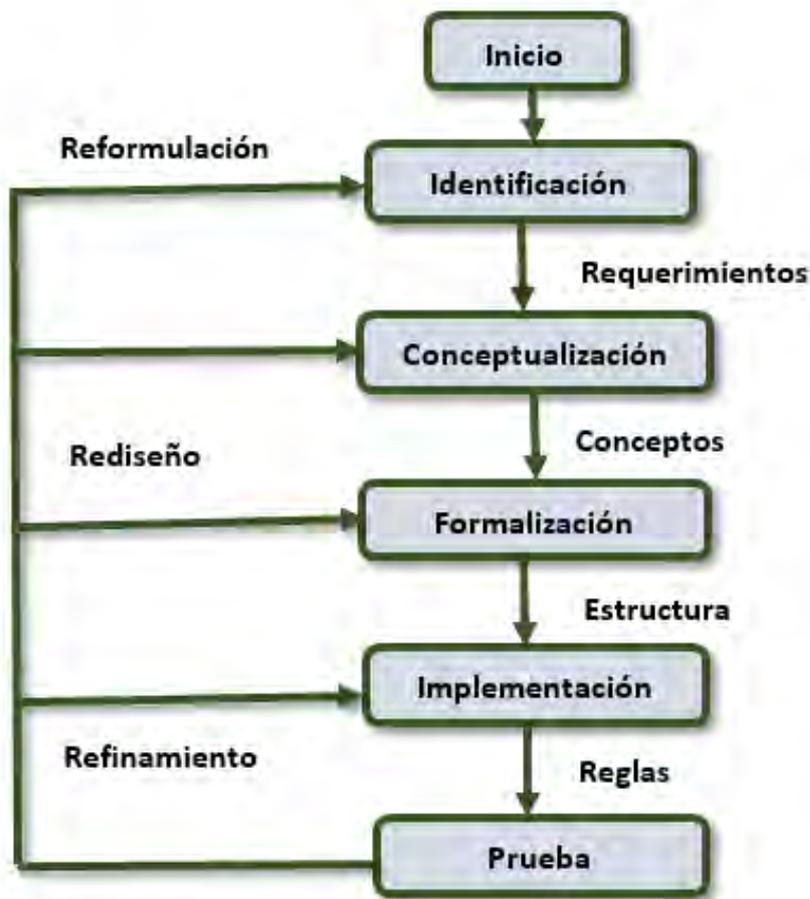
La metodología de Buchanan, tiene como objetivo principal la adquisición de conocimiento de distintas fuentes como pueden ser: libros, expertos de campo. Una de las características más resaltantes de esta metodología es la continua comunicación que existe entre el ingeniero de conocimiento y el experto de campo.

Para la adquisición del conocimiento, el ingeniero del conocimiento sigue las siguientes 5 fases indispensables para construir un sistema experto, la *Figura 4* muestra las fases de la metodología de Buchanan. (Llangari Silva, 2016)

- **Identificación.** En esta primera fase se reconocen detalles esenciales del problema, como son: los integrantes (expertos de campo, ingenieros del conocimiento y usuarios del sistema experto), las características del problema (tipo, subtarear, terminologías, detalles relevantes), los recursos existentes (fuentes de conocimiento, recursos computacionales, tiempo de desarrollo, costo), y los objetivos a conseguir (formalizar conocimiento experto, distribuir experiencia, contribuir a la formación de nuevos expertos).
- **Conceptualización.** En esta fase se organiza el conocimiento de acuerdo a un molde conceptual. Por tanto, el experto de campo y el ingeniero de conocimiento intentan buscar conceptos que representen el conocimiento del experto, a la vez tratan de definir cómo es el flujo de información durante el proceso de solución de problemas.
- **Formalización.** En esta fase se efectúa la adquisición del conocimiento lo cual se realiza a través de un soporte físico con la información adquirida durante los procesos de identificación y conceptualización.
- **Implementación.** En esta fase se formulan reglas y estructuras de control, que son hechos por el ingeniero de conocimiento, estos representan los conceptos y el conocimiento formalizado. Al final de esta fase se obtendrá un programa prototipo el cual sirve para verificar si se ha conceptualizado y formalizado correctamente el conocimiento que el experto de campo posee con relación al problema.
- **Testeo o prueba.** Esta última fase radica en verificar el rendimiento del prototipo, para de esa manera hallar errores que pueden existir en la base de conocimientos o en los mecanismos de inferencia, y si no se encuentra el sistema experto es aceptable.

Figura 3

Metodología de Buchanan



Fuente: <https://docplayer.es/92319356-Escuela-politecnica-nacional.html>

2.3. LÓGICA DIFUSA O BORROSA

La lógica difusa es una lógica multivaluada que generaliza la clásica lógica de dos valores, permitiendo a los valores de verdad de una proposición ser cualquier número en el intervalo $[0,1]$. Esta generalización nos permite realizar un razonamiento aproximado, es decir, deducir conclusiones imprecisas de una conjunto de premisas imprecisas. (Wang, 1997)

La lógica difusa se define también como una técnica de la inteligencia computacional que posibilita laborar con información con alto grado de imprecisión, en esto se distingue de la lógica clásica que utiliza información bien definida y precisa. Es una lógica de múltiples

valores que posibilita valores intermedios para poder determinar evaluaciones entre sí/no, verdadero/falso, día/noche, seco/mojado, blando/duro, etc. (D'Negri & De Vito, 2006)

2.3.1. CONJUNTOS DIFUSOS

Los conjuntos difusos son conjuntos que representan conceptos lingüísticos como bajo, medio y alto, que se emplea a menudo para definir los estados de una variable. Tal variable se llama variable difusa. Para definir un conjunto difuso, se debe fijar una función de pertenencia o membresía que facilite asignar a cada elemento, un valor real que indique que tanto pertenece al conjunto, por lo común en el intervalo unitario $[0, 1]$. Los valores más grandes indican mayor grado de pertenencia al conjunto, mientras que los valores pequeños indican poca pertenencia. En los límites, se tiene que el valor 0 expresa ninguna pertenencia mientras que el valor 1 expresa pertenencia completa. (Reina, 2008)

Sea X el universo de discurso (discreto o continuo), entonces un conjunto difuso A en el dominio X , se define mediante un conjunto de pares ordenados (Reina, 2008):

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) \mid x \in X \}$$

dónde $\mu_A(x)$ es la función de pertenencia para el conjunto difuso A :

$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$$

La función de pertenencia asigna a cada elemento x que pertenece al universo de discurso X , un valor entre 0 y 1, dicho valor es el grado de pertenencia de x al conjunto A .

- El *sopORTE* de un conjunto difuso A es el conjunto de todos los puntos x que pertenecen a X tales que su función de pertenencia es mayor que 0 (Reina, 2008):

$$\text{sopORTE}(A) = \{ x \in X \mid \mu_A(x) > 0 \}$$

- El *núcleo* o *centro* de un conjunto difuso A es el conjunto de todos los puntos x que pertenecen a X tales que su función de pertenencia es igual a 1 (Reina, 2008):

$$\text{núcleo}(A) = \{ x \in X \mid \mu_A(x) = 1 \}$$

- El *límite* de un conjunto difuso A es el conjunto de todos los puntos x que pertenecen a X tales que su función de pertenencia es mayor a 0 pero menor a 1, es decir todos los puntos que tienen pertenencia parcial en el conjunto (Reina, 2008).

$$\text{límite}(A) = \{ x \in X \mid 0 < \mu_A(x) < 1 \}$$

2.3.2. FUNCIÓN DE PERTENENCIA

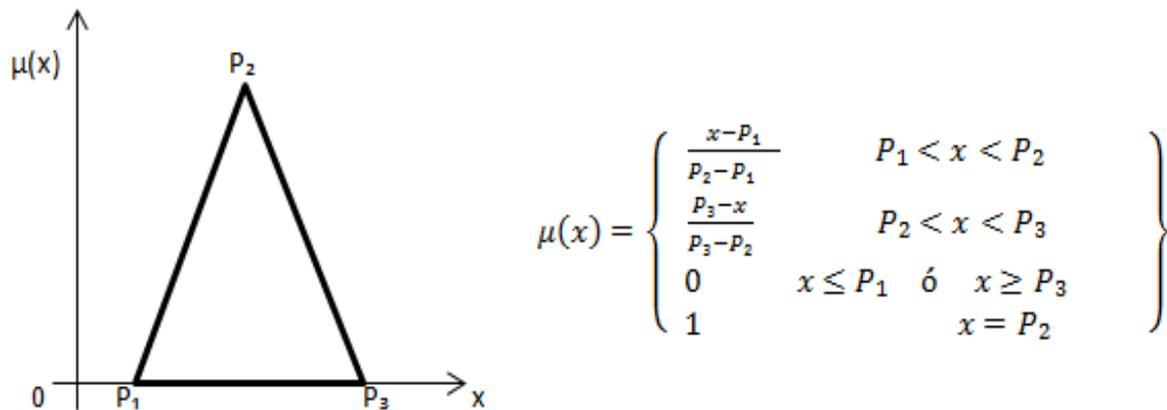
Una función de pertenencia es una función que representa la incertidumbre en los conjuntos difusos, y son fundamentales para definir y operar los conjuntos difusos. Para definir un conjunto difuso, se puede emplear cualquier función. Sin embargo, existen algunas funciones que son muy usadas en las aplicaciones, debido a, su simplicidad matemática, entre ellos podemos citar a las funciones triangular, trapezoidal, rectangular y gaussiana (Delgado Soto, 1999).

En general cualquier función será apropiada para definir a los conjuntos difusos, pero en la práctica hay algunas funciones que son más utilizadas que los demás. Debido a que su uso permite la facilidad en el cálculo y a su estructura lógica para definir su valor lingüístico relacionado. Así, las funciones de pertenencia más comunes son las siguientes (Diciembre Sanahuja, 2017):

- **Función triangular:** Esta función de membresía tiene tres parámetros: P1, P2 y P3, siendo P1 el menor valor, P2 el centro y P3 el mayor valor (Delgado Soto, 1999).

Figura 4

Función de Pertenencia Triangular

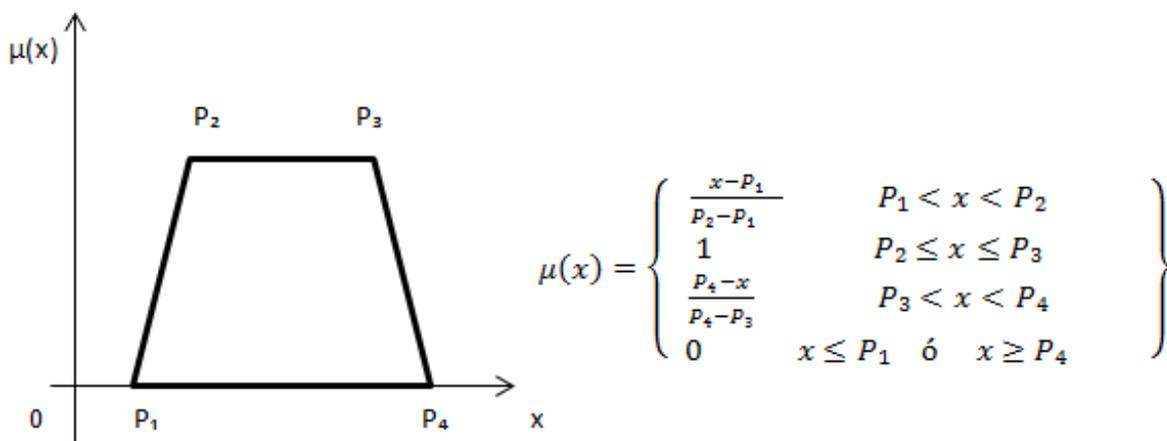


Fuente: (Delgado Soto, 1999) Lógica Difusa Aplicada a las Telecomunicaciones de Datos.

- **Función trapezoidal:** Esta función de pertenencia está definida por cuatro parámetros: Sus límites P1 inferior y P4 superior, y sus soportes P2 inferior y P3 superior. (Delgado Soto, 1999)

Figura 5

Función de Pertenencia Trapezoidal

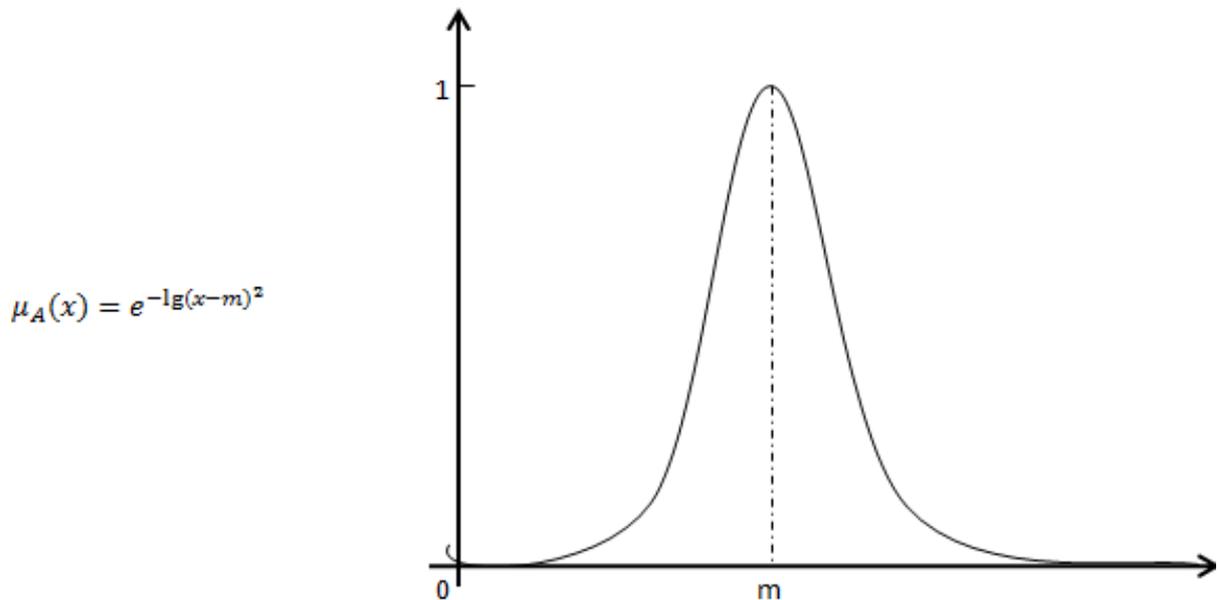


Fuente: (Delgado Soto, 1999) Lógica Difusa Aplicada a las Telecomunicaciones de Datos.

- **Función gaussiana:** Esta función de pertenencia está definida por dos parámetros: El valor medio m y el parámetro k > 0, donde k indica el ancho de la función. Su gráfico es típico de campana de Gauss. (Delgado Soto, 1999)

Figura 6

Función de Pertenencia Gaussiana



Fuente: (Delgado Soto, 1999) Lógica Difusa Aplicada a las Telecomunicaciones de Datos.

2.3.3. FUZIFICACIÓN

La fuzificación es el proceso mediante el cual se convierte una variable numérica en una representación difusa de dicho valor. Este proceso implica (Bouza, 2012):

- Que los valores numéricos de la variable se hallan en un dominio conocido o por lo menos limitado.
- Que dicho dominio ha sido correctamente particionado en uno o más subconjuntos cuya unión comprende el dominio total.
- Que a cada subconjunto se le ha dado un nombre asociado con la propiedad que lo representa y una función de membresía al mismo.

2.3.4. MECANISMO DE INFERENCIA DIFUSA

En un sistema de inferencia difuso, es indispensable primero definir las reglas y las funciones de pertenencia a utilizar, una vez definidas, entonces se puede aplicar este conocimiento a valores específicos de las variables de entrada para estimar los

correspondientes valores de las variables de salida. Este proceso es denominado mecanismo de inferencia (Delgado Soto, 1999).

Existen dos métodos inferencia difusa más utilizados:

- **Método de inferencia difuso Mamdani.** Este método fue propuesto por Ebrahim Mamdani en 1975, y es el método de inferencia difusa más utilizado. El método propone definir una base de reglas difusas de la forma causa-efecto. Este método es considerado intuitivo y adaptable al lenguaje humano. Este método consiste en cuatro pasos (Diciembre Sanahuja, 2017):
 - Fuzificación de las variables de entrada.
 - Evaluación de las reglas.
 - Agregación de las salidas de las reglas.
 - Defuzificación.
- **Takagi-Sugeno:** Este método se basa en reglas difusas, pero en el que el consecuente no nos proporciona un conjunto difuso sino una serie de funciones lineales. Este método es usado generalmente para sistemas complejos (Diciembre Sanahuja, 2017).
- **Tsukamoto:** En este método la base de reglas difusas está representado a través de un conjunto difuso con una función de pertenencia monoatómica. Por esta razón este método es el menos utilizado (Rodríguez Johnson & Vera Ulloa, 2018).

2.3.5. DEFUZIFICACIÓN

La defuzificación es un proceso que permite relacionar a un conjunto difuso un valor numérico y se realiza para calcular el valor de salida de los modelos difusos. Existen distintos métodos de defuzificación y devuelven resultados diferentes. El más usado es el método del centroide (Diciembre Sanahuja, 2017).

- **Promedio de Máximos:** Calcula el valor medio de todas variables que tienen el mayor valor de la función de membresía.

- **Método de Centroide:** También conocido como el método del Centro de Gravedad (COG), relaciona el centro del área formada por el número difuso.

2.3.6. VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Una variable lingüística es una variable que tiene como valores a palabras o sentencias en un lenguaje natural o sintético (Diciembre Sanahuja, 2017).

2.3.7. REGLAS DIFUSAS

Generalmente, una regla difusa se define como una proposición relacionada a adverbios que pueden cambiar los conjuntos difusos. Estas reglas utilizan sentencias con la siguiente estructura:

SI <antecedente o condición> ENTONCES <consecuente o conclusión>

El <antecedente> y el <consecuente> son proposiciones difusas que se constituyen utilizando conjunciones (Y) o disyunciones (O). En modelos donde el antecedente es difuso, todas las reglas se efectúan parcialmente, y el consecuente es verdadero en algún grado (Diciembre Sanahuja, 2017).

A continuación, vamos a dar un ejemplo sencillo de cómo se podría formar una proposición de este tipo:

SI el frío es elevado ENTONCES abrigar mucho

2.3.8. MODELO DIFUSO

El modelo difuso es un modelo que contiene datos de las variables lingüísticas (base de datos) y una base de reglas (Ortiz Turizo, 2006). Un modelo difuso tiene la particularidad de que opera a nivel de términos lingüísticos (conjuntos difusos), y además que es capaz de procesar la incertidumbre (Gutierrez Lozano & Hernandez Valderrama, 2015).

2.4. CARDIOPATIAS

2.4.1. HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La hipertensión arterial (HTA) es una enfermedad crónica de causa variada que se distingue por el incremento sostenido de la presión arterial, ya sea sistólica, diastólica o de ambas. La HTA se define como la tensión arterial mayor o igual a 140/90 mmHg (Bastante Valiente, Ruiz Mateos, & Iborra Cuevas, 2006).

La HTA en el adulto se define como la presencia de PAS superior a 140 mmHg (HTA sistólica) y/o de PAD mayor de 90 mmHg (HTA diastólica). La clasificación de valores de PA más empleada se expone en la Tabla 3 (Filguerias Rama, De Juan Baguda, & Jurado Román, 2014).

Tabla 3

Clasificación de los valores de la presión arterial

Grupo	PAS (mmHg)		PAD (mmHg)
Óptima	<120	y	< 80
Normal	120-129	y/o	80-84
Normal-alta	130-139	y/o	85-89
HTA grado I	140-159	y/o	90-99
HTA grado II	160-179	y/o	100-109
HTA grado III	≥ 180	y/o	≥ 110
HTA sistólica aislada	≥ 140	y	≤ 90

Fuente: Manual CTO de Medicina y Cirugía 9 Ed: Cardiología y Cirugía Cardiovascular.

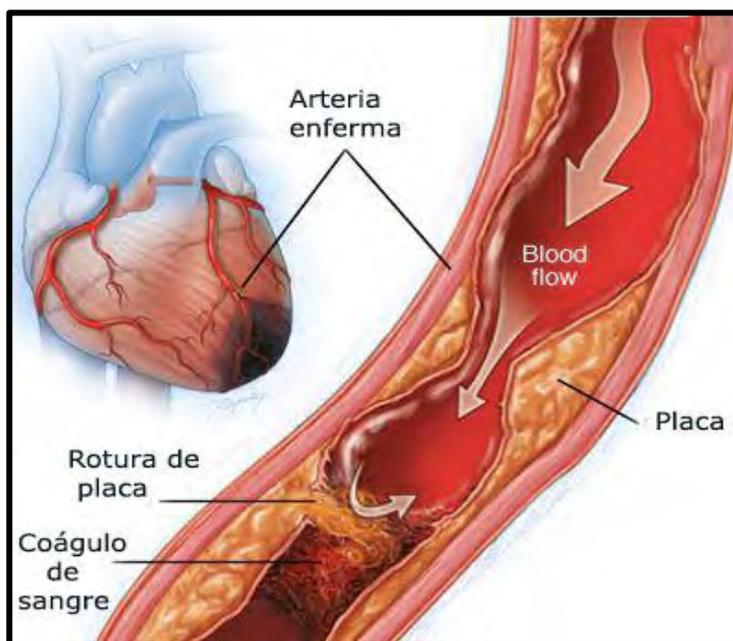
2.4.2. ISQUEMIA CARDÍACA

La cardiopatía isquémica es la alteración que tiene lugar en el miocardio a causa de un desequilibrio entre el suministro de oxígeno y el requerimiento del mismo (Filguerias Rama, De Juan Baguda, & Jurado Román, 2014).

La isquemia miocárdica se origina cuando el flujo de sangre que va al corazón es insuficiente, lo que obstaculiza que éste reciba la cantidad de oxígeno que requiere. El bloqueo parcial o total de las arterias del corazón (arterias coronarias) es frecuentemente la que ocasiona la disminución del flujo sanguíneo. La isquemia miocárdica, también denominada isquemia cardíaca, puede perjudicar el músculo cardíaco y disminuir su facultad de bombear sangre eficientemente. Una obstrucción grave y repentina de una arteria coronaria puede causar un infarto agudo de miocardio. La isquemia cardíaca además puede producir ritmos cardíacos irregulares graves. (Mayo Clinic Health System, 2019)

Figura 7

Isquemia Cardíaca



Fuente: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/myocardial-ischemia/symptoms-causes/syc-20375417>

Angina de pecho

La angina de pecho es un síntoma de dolor frecuente en el tórax a causa de la isquemia miocárdica. Las personas que lo han padecido lo explican con sensaciones como: opresión, tirantez, quemazón o hinchazón. Se sitúa en el área del esternón, sin embargo,

puede propagarse a la mandíbula, la garganta, el hombro, la espalda y el brazo o la muñeca izquierdos. Usualmente dura entre 1 y 15 minutos. El ejercicio físico o las emociones fuertes pueden provocar el dolor de la angina, y se calma en pocos minutos con descanso o nitroglicerina sublingual. Puede agravarse en situaciones como anemia, hipertensión no controlada y fiebre. También, el frío, el tabaquismo, la humedad o una comida copiosa pueden aumentar la intensidad y la ocurrencia de los ataques anginosos. (Fundación Española del Corazón, 2019)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

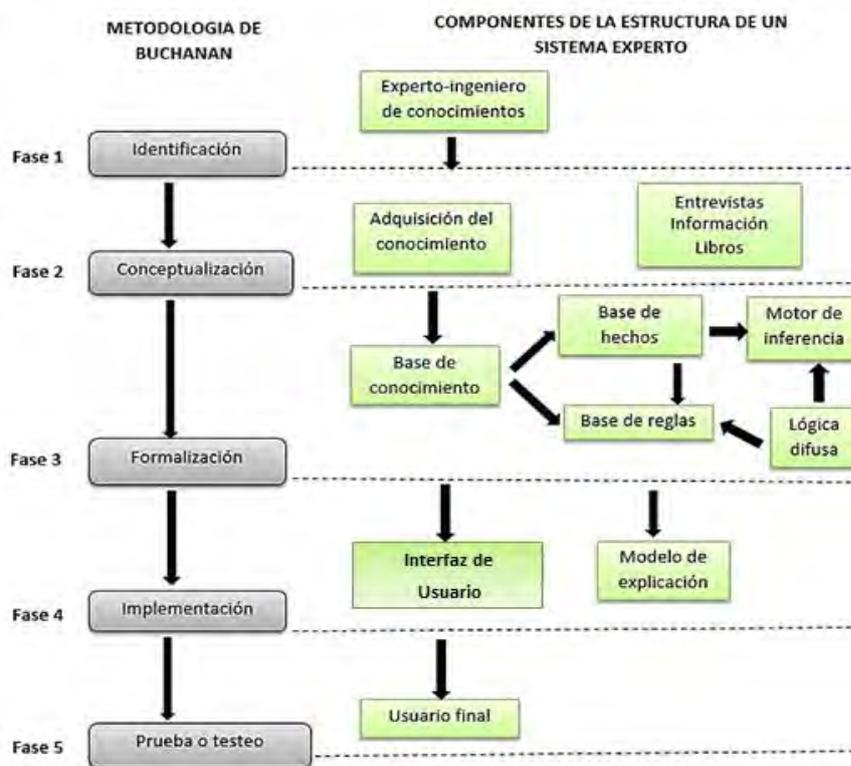
Descripción formal del modelo

El modelo de la presente tesis, tiene como objetivo lograr diagnosticar cardiopatías como son: la hipertensión arterial e la isquemia cardíaca de manera general. Para lograr esto se ha utilizado la metodología de Buchanan, cuyas fases de desarrollo se han combinado con la estructura del sistema experto, el cual contiene base de conocimiento (base de hechos y reglas) y motor de inferencia, que permitieron cumplir nuestro objetivo.

En la *Figura 9* se muestra el proceso de desarrollo del sistema experto, el cual combina la metodología de Buchanan con los procesos de la estructura del sistema.

Figura 8

Proceso del desarrollo del sistema experto



Fuente: Elaboración propia

3.2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

3.2.1. FASE 1: IDENTIFICACIÓN

En esta fase se realiza una investigación por parte del ingeniero del conocimiento para definir el tema, identificar el problema y establecer la búsqueda de un experto humano que pueda colaborar con la estructuración del sistema experto mediante su conocimiento, estudios y experiencia.

3.2.1.1. Identificación del Problema

En el capítulo 1, se identificó la alta complejidad que tiene hacer un diagnóstico de una enfermedad, puesto que, se deben considerar muchísimas variables para que el diagnóstico sea confiable. Para realizar el diagnóstico de las cardiopatías más comunes en adultos se tiene que considerar, por ejemplo, los factores de riesgo y síntomas de la persona, luego hacer un amplio análisis sobre porcentaje de riesgo de que la persona padezca de hipertensión arterial o isquemia cardíaca. Considerando los aspectos anteriores, el problema de la investigación es el siguiente: “Cómo diagnosticar las cardiopatías más comunes en adultos como la hipertensión arterial e isquemia cardíaca utilizando lógica difusa”. Es decir, desarrollar un sistema experto que pueda hacer un diagnóstico preventivo confiable para que la persona pueda prevenir la muerte o el agravamiento de su cardiopatía.

3.2.1.2. Búsqueda de un experto

Consiste en encontrar un experto humano que esté dispuesto a ayudar en la construcción del sistema experto; además la definición de cuáles son las funciones o tareas más adecuadas que debe realizar el sistema experto. Teniendo en cuenta lo anterior, el experto pertinente que pudo colaborar se encuentra dentro del campo de la cardiología, ya

que es un especialista capaz de detectar las afecciones del corazón. Por eso, en este trabajo se ha contado con el apoyo del médico cardiólogo Dr. Alexander Montesinos Cárdenas.

3.2.2. FASE 2: CONCEPTUALIZACIÓN

En esta fase, se obtiene conocimientos del dominio del especialista humano, a través de entrevistas con el especialista, con el propósito de identificar los problemas. El experto de campo y el ingeniero del conocimiento determinan la envergadura del sistema experto. Después que se haya identificado el dominio, el próximo paso radica en estructurar los conocimientos para plasmar el comportamiento del especialista humano en la solución del problema que se encuentra en el ámbito de su conocimiento, en este caso, el diagnóstico.

3.2.2.1. Adquisición de Conocimiento

Para adquirir el conocimiento se hicieron dos pasos importantes, que detallaremos a continuación:

Primer Paso: Obtener información base sobre las cardiopatías más comunes en adultos (hipertensión arterial e isquemia cardíaca), libros, artículos, los cuales fueron desarrollados en los capítulos 1 y 2, esta información ha sido muy importante ya que ha permitido estudiar y asimilar conocimientos, para poder comprender mejor el tema.

Segundo Paso: Realizar entrevistas al experto en el área de cardiología al Dr. Alexander Montesinos Cárdenas y buscar historias clínicas para poder información confiable del tema y un entendimiento mejor, cada entrevista tuvo un objetivo específico, la información recopilada de las entrevistas con el experto, permitió satisfacer los siguientes objetivos:

- Lograr reunir conocimiento confiable sobre las cardiopatías
- Definir cuáles son las cardiopatías más comunes en adultos
- Definir la base de conocimiento a partir de la información de las historias clínicas y de la experiencia del cardiólogo.

3.2.2.2. Identificación y Definición de Variables

La identificación de variables y sus probables valores son determinados en base al conocimiento adquirido. En este caso vendría a ser la información de entrada al sistema experto, que proviene exclusivamente de aquellos síntomas propios y comunes de los pacientes que presentan cardiopatía. Después de realizar un análisis y con la ayuda de la etapa de adquisición del conocimiento, definimos entonces las variables. Para identificar qué variables se debe considerar para el diagnóstico de la isquemia cardíaca e la hipertensión arterial es fundamental considerar las variables del riesgo cardiovascular, por eso se ha usado las escalas internacionales de riesgo cardiovascular de la OMS y la de Framingham.

Las variables que considera el estándar de la OMS para estimar el riesgo cardiovascular son los siguientes: (WHO, 2008)

- Presencia o ausencia de diabetes
- Sexo
- Fumador o no fumador
- Edad
- Presión arterial sistólica
- Colesterol total en sangre

Las variables que utiliza la escala internacional de Framingham para estimar el riesgo cardiovascular usando el IMC, son los siguientes: (Framingham Heart Study)

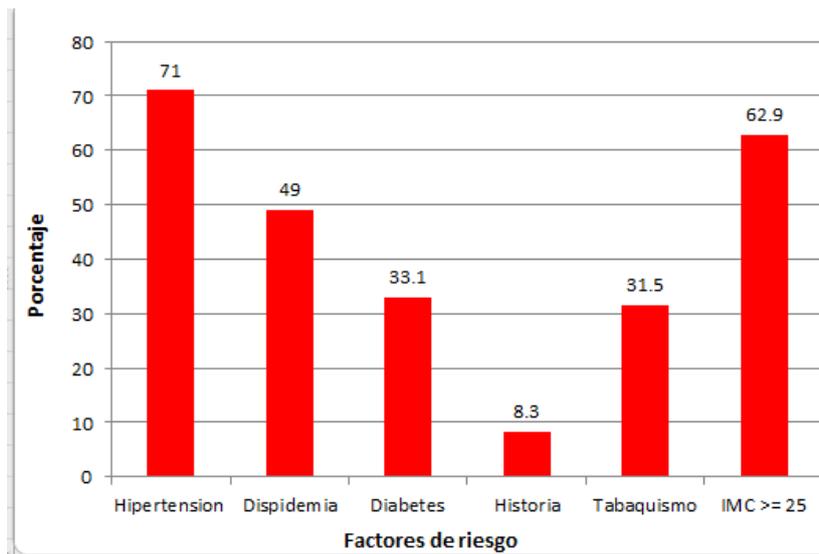
- Sexo
- Edad
- Presión arterial sistólica
- Tratamiento para la hipertensión
- Tabaquismo
- Diabetes

- Índice de masa corporal

Según los estudios de los investigadores del RENIMA II (Registro Nacional de Infarto de Miocardio Agudo), los factores de riesgo cardiovascular son los siguientes:

Figura 9

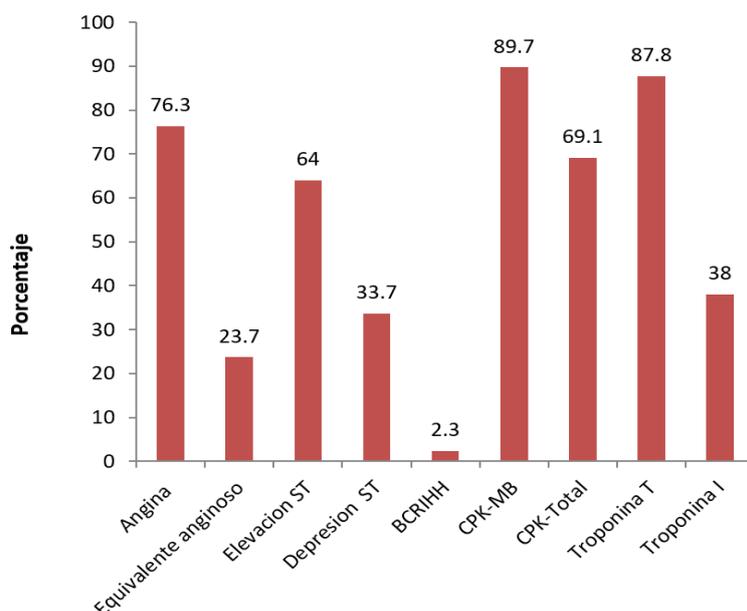
Distribución por factores de riesgo cardiovascular



Fuente: <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/rpc/v39n1/a2.pdf>

Figura 10

Factores de riesgo para la isquemia cardíaca



Fuente: <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/rpc/v39n1/a2.pdf>

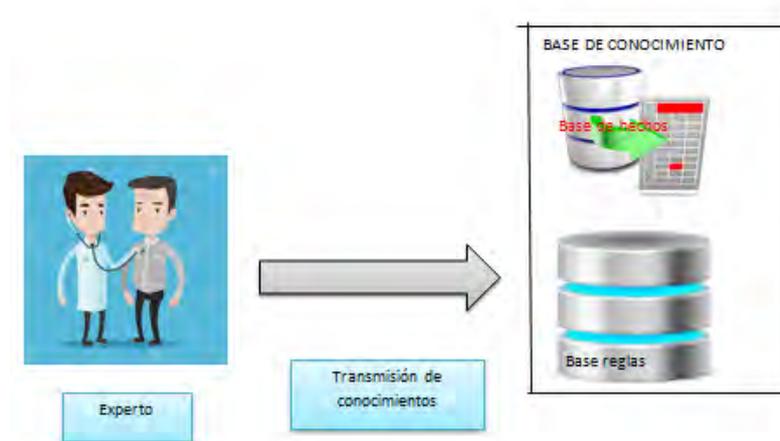
3.2.3. FASE 3: FORMALIZACIÓN

En esta fase se representa los conocimientos sobre el problema y su resolución, en estructuras utilizables por una computadora. Empezando por establecer los principales conceptos que se precisan para efectuar cada una de las tareas que va a solucionar el sistema. En esta fase mostraremos los pasos para la construcción del motor de inferencia Mamdani que trabajara con la información contenida en la base de conocimientos.

A continuación, en la siguiente figura se muestra como están relacionados la estructura básica para la organización del conocimiento, pues es una forma de representar la memoria y la comprensión del lenguaje del ser humano.

Figura 11

Formalización del Sistema Experto



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1. Base de Conocimiento

La base de conocimiento consta de la base de hechos y de reglas. La base de hechos son conjunto de datos históricos; en nuestro caso son las historias clínicas que nos mostró el médico. La base de reglas se realizó con el conocimiento adquirido del experto humano, que es el cardiólogo, que nos sirvió para luego definir las reglas.

En este trabajo no se va a mostrar la base de hechos que son las historias clínicas porque es información confidencial, ya que no han sido autorizados por el médico por ética profesional.

Variables de la base de conocimiento

Las variables definidas que se muestran en la *Tabla 4*, fueron aportadas por el experto en cardiología, estas variables representan el conjunto de factores de riesgo y síntomas de las cardiopatías.

Variables lingüísticas de entrada

Tabla 4

Variables Lingüísticas

Nro.	Variables Lingüísticas	Valores Lingüísticos
1	Edad	Joven,Adulto,Adulto Mayor
2	Tabaquismo	Leve,Moderado,Alto
3	Colesterol	Óptimo,Moderado,Elevado
4	Triglicéridos	Moderado,Elevado,Muy Elevado
5	Índice de masa corporal	Normal,Sobrepeso,Obesidad
6	Presión arterial	Normal,Elevada,Alta
7	Angina de pecho	Poco,Mucho, Frecuente

Fuente: Elaboración propia

Variables lingüísticas de salida

Tabla 5

Variables lingüísticas de salida

Nro.	Variable Lingüística	Valores Lingüísticos	Medida
1	Hipertensión Arterial	Bajo riesgo, Riesgo Medio, Alto Riesgo	%
2	Isquemia Cardíaca	Bajo riesgo, Riesgo Moderado, Alto Riesgo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6*Rango de las variables de salida*

Nro.	Variable Lingüística	Valores Lingüísticos	Rango
1	Hipertensión Arterial	Bajo riesgo	0 - 30
		Riesgo Medio	25 - 55
		Alto Riesgo	50 – 100
2	Isquemia Cardíaca	Bajo riesgo	0-30
		Riesgo Medio	25-55
		Alto Riesgo	50-100

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. Base de Reglas

Luego de definir las variables se procede a desarrollar las reglas. En la base de reglas se guarda toda la información que se ha adquirido del experto humano, el cardiólogo. Los criterios para establecer las reglas, se obtuvo abstrayendo el conocimiento adquirido por el cardiólogo en el diagnóstico de las cardiopatías; esto se realizó en las entrevistas con el experto humano. Las reglas desarrolladas en este trabajo nos sirven para evaluar los factores de riesgo y síntomas del paciente, para así dar una conclusión buena sobre el nivel de riesgo de padecer hipertensión arterial o isquemia cardíaca.

En esta sección sólo se muestra algunas reglas debido a la gran cantidad de reglas, la base de reglas completa está en el anexo 3 del presente trabajo. Con fines de simplificar y facilitar la elaboración de las reglas difusas y la programación vamos a denotar a las variables lingüísticas con nombres cortos.

Tabla 7

Notación de las variables lingüísticas

Variables Lingüísticas	Notación
Edad	<i>edad</i>
Tabaquismo	<i>tabaquismo</i>
Colesterol	<i>colesterol</i>
Triglicéridos	<i>trigliceridos</i>
Índice de masa corporal	<i>masa</i>
Presión arterial sistólica	<i>presion</i>
Angina de pecho	<i>anginaPecho</i>

Fuente: Elaboración propia

Regla 1:

SI (edad= 'joven') Y (tabaquismo =‘leve’) Y (anginaPecho =‘poco’)

Y (colesterol= ‘optimo’) Y (triglicéridos= ‘moderado’) ENTONCES (riesgoIsquemia=‘bajo’)

Interpretación: Si la persona es joven, fuma poco, tiene poco dolor de dolor opresivo en el pecho, su nivel de colesterol es óptimo y su nivel de triglicéridos es moderado; entonces el nivel de riesgo de padecer isquemia cardíaca es bajo.

Regla 2:

SI (edad='joven') Y(tabaquismo=‘leve’)Y (anginaPecho =‘mucho’)Y (colesterol=‘optimo’)

Y(triglicéridos=‘moderado’),ENTONCES (riesgoIsquemia='bajo')

Interpretación: Si la persona es joven, fuma poco, tiene mucho dolor opresivo de pecho, su nivel de colesterol es óptimo y su nivel de triglicéridos es moderado; entonces el nivel de riesgo de padecer isquemia cardíaca es bajo.

Regla 3:

SI (edad='joven')Y(tabaquismo='moderado')Y(anginaPecho=‘mucho’)Y(colesterol=‘optimo’)

Y(triglicéridos=‘moderado’)ENTONCES(riesgoIsquemia='bajo')

Interpretación: Si la persona es joven, fuma regularmente, tiene mucho dolor opresivo de pecho, su nivel de colesterol es óptimo y su nivel de triglicéridos es moderado; entonces el nivel de riesgo de padecer isquemia cardíaca es bajo.

Regla 4:

SI (edad='joven') Y (tabaquismo='moderado') Y (anginaPecho ='frecuente') Y (colesterol='optimo') Y (triglicéridos='moderado') ENTONCES (riesgoIsquemia='bajo')

Interpretación: Si la persona es joven, fuma regularmente, tiene dolores de pecho opresivo en el pecho frecuentemente, su nivel de colesterol es óptimo y su nivel de triglicéridos es moderado; entonces el nivel de riesgo de padecer isquemia cardíaca es bajo.

Regla 5:

SI (edad='joven') Y (tabaquismo='alto') Y (anginaPecho ='frecuente') Y (colesterol='optimo') Y(triglicéridos='moderado')ENTONCES (riesgoIsquemia='bajo')

Interpretación: Si la persona es joven, fuma excesivamente, tiene dolores de pecho opresivo frecuentemente, su nivel de colesterol es óptimo y su nivel de triglicéridos es moderado; entonces el nivel de riesgo de padecer isquemia cardíaca es bajo.

Regla 6:

SI (colesterol='elevado') Y (triglicéridos='elevado') Y (masa='normal') Y (edad='joven') Y (presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial='medio')

Interpretación: Si la persona tiene colesterol elevado, el nivel de triglicéridos elevado, un índice de masa corporal de categoría normal, la persona es joven y tiene la presión elevada; entonces el nivel de riesgo de padecer hipertensión arterial es medio.

Regla 7:

SI (colesterol='elevado') Y (triglicéridos = 'muy elevado') Y (masa = 'normal') Y (edad='joven') Y (presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial='medio')

Interpretación: Si la persona tiene colesterol elevado, el nivel de triglicéridos muy elevado, un índice de masa corporal de categoría normal, la persona es joven y tiene la presión elevada; entonces el nivel de riesgo de padecer hipertensión arterial es medio.

Regla 8:

SI (colesterol='muy elevado') Y (triglicéridos= 'moderado') Y (masa= 'sobrepeso') Y (edad='joven') Y (presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio')

Interpretación: Si la persona tiene el nivel de colesterol muy elevado, el nivel de triglicéridos moderado, un índice de masa corporal de categoría sobrepeso, la persona es joven y tiene la presión elevada; entonces el nivel de riesgo de padecer hipertensión arterial es medio.

Regla 9:

SI (colesterol='elevado') Y (triglicéridos='elevado') Y (masa='sobrepeso') Y (edad='joven') Y (presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio')

Interpretación: Si la persona tiene colesterol elevado, el nivel de triglicéridos elevado, un índice de masa corporal de categoría sobrepeso, la persona es joven y tiene la presión elevada; entonces el nivel de riesgo de padecer hipertensión arterial es medio.

Regla 10:

SI (colesterol='muy elevado') Y (triglicéridos= 'elevado') Y (masa='sobrepeso') Y (edad='joven') Y (presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto')

Interpretación: Si la persona tiene colesterol muy elevado, el nivel de triglicéridos elevado, un índice de masa corporal de categoría sobrepeso, la persona es joven y tiene la presión elevada; entonces el nivel de riesgo de padecer hipertensión arterial es alto.

Más reglas se encuentran en el Anexo: 3 de esta tesis.

3.2.3.3. Diseño de entradas

El sistema experto tiene como entradas los síntomas y factores de riesgo de la enfermedad cardíaca. En la interfaz de usuario se realizan preguntas cuyas respuestas son valores numéricos, como la presión, el colesterol, los triglicéridos, edad, tabaquismo, índice de masa corporal y dolor de pecho.

3.2.3.4. Fuzificación

En este trabajo se utilizó dos tipos de funciones de pertenencia, la función trapezoidal y la triangular, para fuzificar las variables de entrada y salida, debido a que son las más comunes para resolver este tipo de problemas de diagnóstico, por ser de fácil entendimiento y simplicidad de éstas dos funciones.

Transforma las variables de entrada (factores de riesgo y síntoma) a variables lingüísticas con su respectivo grado de pertenencia. Por lo tanto, los valores se analizan en la función de pertenencia. A continuación, tenemos las siguientes funciones de pertenencia para cada variable:

Fuzificación para la variable lingüística de la presión. -Luego de obtener y analizar los valores lingüísticos para la presión, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8

Categorías de presión arterial según la Sociedad Americana

Categoría de la presión arterial	SISTOLICA mm Hg (número de arriba)
Normal	Menos de 120
Elevada	120 - 129
Presión Arterial Alta Nivel 1	130 – 139
Presión Arterial Alta Nivel 2	140 o más alta

Fuente: Asociación Americana del Corazón

- Para la función de pertenencia **presión normal**, se ha considerado valores de la presión sistólica. Se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la izquierda.

μ_{trapAI} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : soporte izquierdo = 0

c : soporte derecho = 90

d : límite derecho = 122

Como la función trapezoidal es abierta por la izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAI}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trapAI}(x) = \text{normal}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 90 \\ \frac{122-x}{122-90}, & \text{Si } 90 < x \leq 122 \\ 0, & \text{Si } x > 122 \end{cases}$$

$$\text{normal}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 90 \\ \frac{122-x}{32}, & \text{Si } 90 < x \leq 122 \\ 0, & \text{Si } x > 122 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **presión elevada**, se ha definido una función de tipo triangular.

μ_{tri} : función de pertenencia triangular

a : límite izquierdo = 118

b : centro = 125

c : límite derecho = 132

$$\mu_{tri}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & \text{Si } b < x \leq c \\ 0, & \text{Si } x > c \end{cases}$$

$$\mu_{tri}(x) = elevada(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 118 \\ \frac{x - 118}{125 - 118}, & Si \ 118 \leq x < 125 \\ 1 & Si \ x = 125 \\ \frac{132 - x}{132 - 125}, & Si \ 125 < x \leq 132 \\ 0, & Si \ x > 132 \end{cases}$$

$$elevada(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 118 \\ \frac{x - 118}{7}, & Si \ 118 \leq x < 125 \\ 1 & Si \ x = 125 \\ \frac{132 - x}{7}, & Si \ 125 < x \leq 132 \\ 0, & Si \ x > 132 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **presión alta**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 128

b : soporte izquierdo = 141

c : soporte derecho = 180

d : límite derecho = 180

Como la función trapezoidal es abierta por la derecha ($c = d = 180$), entonces:

$$\mu_{trapAD}(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < a \\ \frac{x - a}{b - a}, & Si \ a \leq x < b \\ 1, & Si \ b \leq x \leq c \end{cases}$$

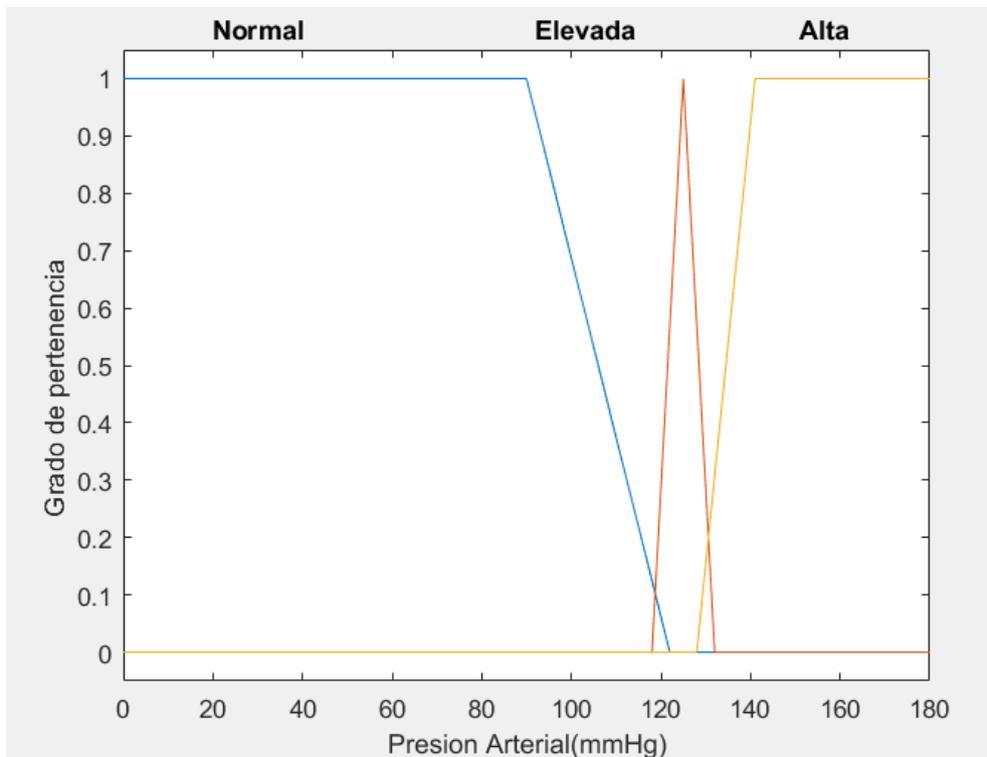
$$\mu_{trapAD}(x) = alta(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 128 \\ \frac{x - 128}{141 - 128}, & Si \ 128 \leq x < 141 \\ 1, & Si \ 141 \leq x \leq 180 \end{cases}$$

$$alta(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 128 \\ \frac{x - 128}{13}, & Si \ 128 \leq x < 141 \\ 1, & Si \ 141 \leq x \leq 180 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Normal, Elevada y Alta, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 12

Fuzificación de la variable lingüística presión



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística de la edad. -Luego de obtener y analizar los valores lingüísticos para la edad, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra en las siguientes funciones de membresía:

- Para la función de pertenencia **edad joven**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la izquierda.

μ_{trapAI} : *función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda*

a : límite izquierdo = 27

b : soporte izquierdo = 27

c : soporte derecho = 30

d : límite derecho = 35

Como la función trapezoidal es abierto por la izquierda ($a = b = 27$), entonces:

$$\mu_{trapAI}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trapAI}(x) = joven(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 27 \leq x \leq 30 \\ \frac{35-x}{35-30}, & \text{Si } 30 < x \leq 35 \\ 0, & \text{Si } x > 35 \end{cases}$$

$$joven(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 27 \leq x \leq 30 \\ \frac{35-x}{5}, & \text{Si } 30 < x \leq 35 \\ 0, & \text{Si } x > 35 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **edad adulto**, se ha definido una función tipo trapezoidal.

μ_{trap} : función de pertenencia trapezoidal

a : límite izquierdo = 30

b : soporte izquierdo = 45

c : soporte derecho = 55

d : límite derecho = 65

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1 & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = adulto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 30 \\ \frac{x-30}{45-30}, & \text{Si } 30 \leq x < 45 \\ 1 & \text{Si } 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{65-55}, & \text{Si } 55 < x \leq 65 \\ 0, & \text{Si } x > 65 \end{cases}$$

$$\text{adulto}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 30 \\ \frac{x - 30}{15}, & \text{Si } 30 \leq x < 45 \\ 1, & \text{Si } 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{10}, & \text{Si } 55 < x \leq 65 \\ 0, & \text{Si } x > 65 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **edad adulto mayor**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierta por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 60

b : soporte izquierdo = 70

c : soporte derecho = 90

d : límite derecho = 90

Como la función trapezoidal es abierta por la derecha ($c = d = 90$), entonces:

$$\mu_{\text{trapAD}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x - a}{b - a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \end{cases}$$

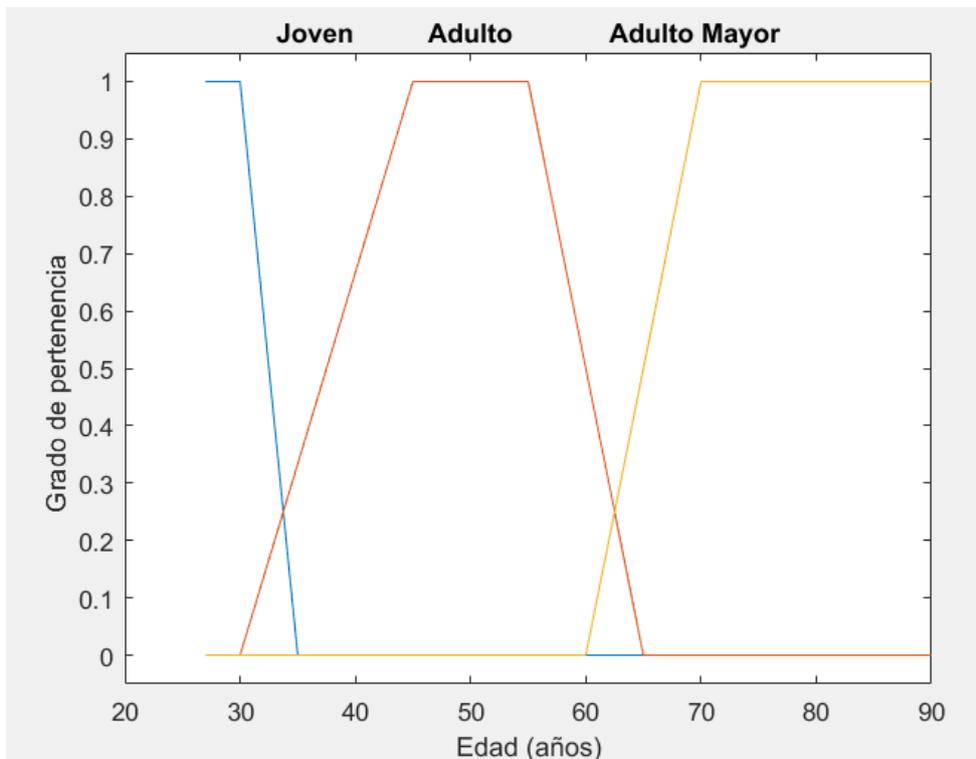
$$\mu_{\text{trapAD}}(x) = \text{adultoMayor}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 60 \\ \frac{x - 60}{70 - 60}, & \text{Si } 60 \leq x < 70 \\ 1, & \text{Si } 70 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\text{adultoMayor}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 60 \\ \frac{x - 60}{10}, & \text{Si } 60 \leq x < 70 \\ 1, & \text{Si } 70 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Joven, Adulto y Adulto Mayor, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 13

Fuzificación de la variable lingüística edad



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística colesterol. -Luego de obtener y analizar los valores lingüísticos para el colesterol, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra a continuación:

Tabla 9

Categorías del colesterol total

Categorías de colesterol total	Niveles
Óptimo	Menos de 200 mg/dL
Moderado	Entre 200 y 239 mg/dL
Elevado	240 mg/dL o más

Fuente: <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/niveles-de-colesterol-como-interpretar-los-resultados-de-los-examenes/202205/>

- Para la función de pertenencia **colesterol óptimo**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierta por la izquierda.

μ_{trapAI} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : soporte izquierdo = 0

c : soporte derecho = 180

d : límite derecho = 205

Como la función trapezoidal es abierta por la izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = \text{optimo}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 180 \\ \frac{205-x}{205-180}, & \text{Si } 180 < x \leq 205 \\ 0, & \text{Si } x > 205 \end{cases}$$

$$\text{optimo}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 180 \\ \frac{205-x}{25}, & \text{Si } 180 < x \leq 205 \\ 0, & \text{Si } x > 205 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **colesterol moderado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal.

μ_{trap} : función de pertenencia trapezoidal

a : límite izquierdo = 190

b : soporte izquierdo = 210

c : soporte derecho = 235

d : límite derecho = 245

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & Si\ a \leq x < b \\ 1, & Si\ b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & Si\ c < x \leq d \\ 0, & Si\ x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = moderado(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < 190 \\ \frac{x-190}{210-190}, & Si\ 190 \leq x < 210 \\ 1, & Si\ 210 \leq x \leq 235 \\ \frac{245-x}{245-235}, & Si\ 235 < x \leq 245 \\ 0, & Si\ x > 245 \end{cases}$$

$$moderado(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < 190 \\ \frac{x-190}{20}, & Si\ 190 \leq x < 210 \\ 1, & Si\ 210 \leq x \leq 235 \\ \frac{245-x}{10}, & Si\ 235 < x \leq 245 \\ 0, & Si\ x > 245 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **colesterol elevado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierta por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 235

b : soporte izquierdo = 250

c : soporte derecho = 400

d : límite derecho = 400

Como la función trapezoidal es abierta por la derecha ($c = d = 400$), entonces:

$$\mu_{trapAD}(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & Si\ a \leq x < b \\ 1, & Si\ b \leq x \leq c \end{cases}$$

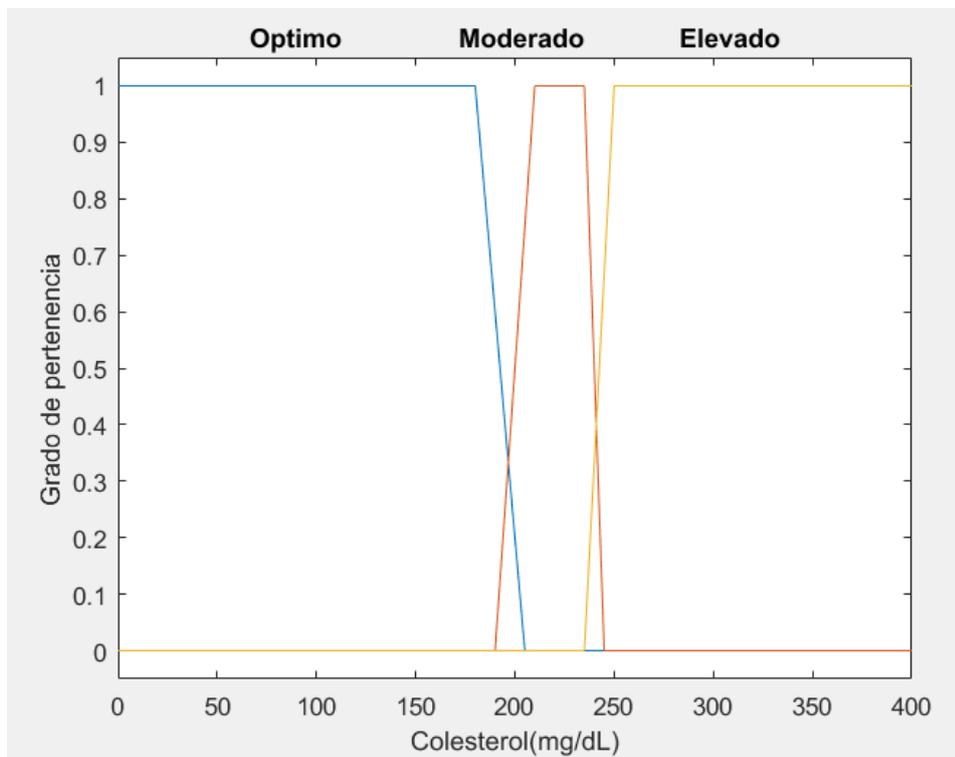
$$\mu_{trapAD}(x) = elevado(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < 235 \\ \frac{x-235}{250-235}, & Si\ 235 \leq x < 250 \\ 1, & Si\ 250 \leq x \leq 400 \end{cases}$$

$$elevado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 235 \\ \frac{x - 235}{15}, & \text{Si } 235 \leq x < 250 \\ 1, & \text{Si } x \geq 250 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Optimo, Moderado y Elevado, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 14

Fuzificación de la variable lingüística colesterol



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística triglicéridos. -Luego de obtener y analizar los valores lingüísticos para el triglicérido, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra a continuación:

Tabla 10*Categorías de los triglicéridos*

Categorías de los triglicéridos	Niveles
Moderado	150 a 199 mg/dL
Elevado	200 a 499 mg/dL
Muy elevado	Más de 500 mg/dL

Fuente: <https://www.areaciencias.com/biologia/hipertrigliceridemia/>

- Para la función de pertenencia **triglicéridos moderado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierta por la izquierda.

μ_{trapAI} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : soporte izquierdo = 0

c : soporte derecho = 170

d : límite derecho = 205

Como la función trapezoidal es abierta por izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAI}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0 & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trapAI}(x) = moderado(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 170 \\ \frac{205-x}{35}, & \text{Si } 170 < x \leq 205 \\ 0, & \text{Si } x > 205 \end{cases}$$

$$moderado(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 170 \\ \frac{205-x}{35}, & \text{Si } 170 < x \leq 205 \\ 0, & \text{Si } x > 205 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **triglicéridos elevado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal.

μ_{trap} : función de pertenencia trapezoidal

a : límite izquierdo = 190

b : soporte izquierdo = 210

c : soporte derecho = 490

d : límite derecho = 505

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = \text{elevado}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 190 \\ \frac{x-190}{210-190}, & \text{Si } 190 \leq x < 210 \\ 1, & \text{Si } 210 \leq x \leq 490 \\ \frac{505-x}{505-490}, & \text{Si } 490 < x \leq 505 \\ 0, & \text{Si } x > 505 \end{cases}$$

$$\text{elevado}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 190 \\ \frac{x-190}{20}, & \text{Si } 190 \leq x < 210 \\ 1, & \text{Si } 210 \leq x \leq 490 \\ \frac{505-x}{15}, & \text{Si } 490 < x \leq 505 \\ 0, & \text{Si } x > 505 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **triglicéridos muy elevado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 490

b : soporte izquierdo = 510

c : soporte derecho = 600

$d = \text{límite derecho} = c = 600$

Como la función trapezoidal es abierta por derecha ($c = d = 600$), entonces:

$$\mu_{trapAD}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \end{cases}$$

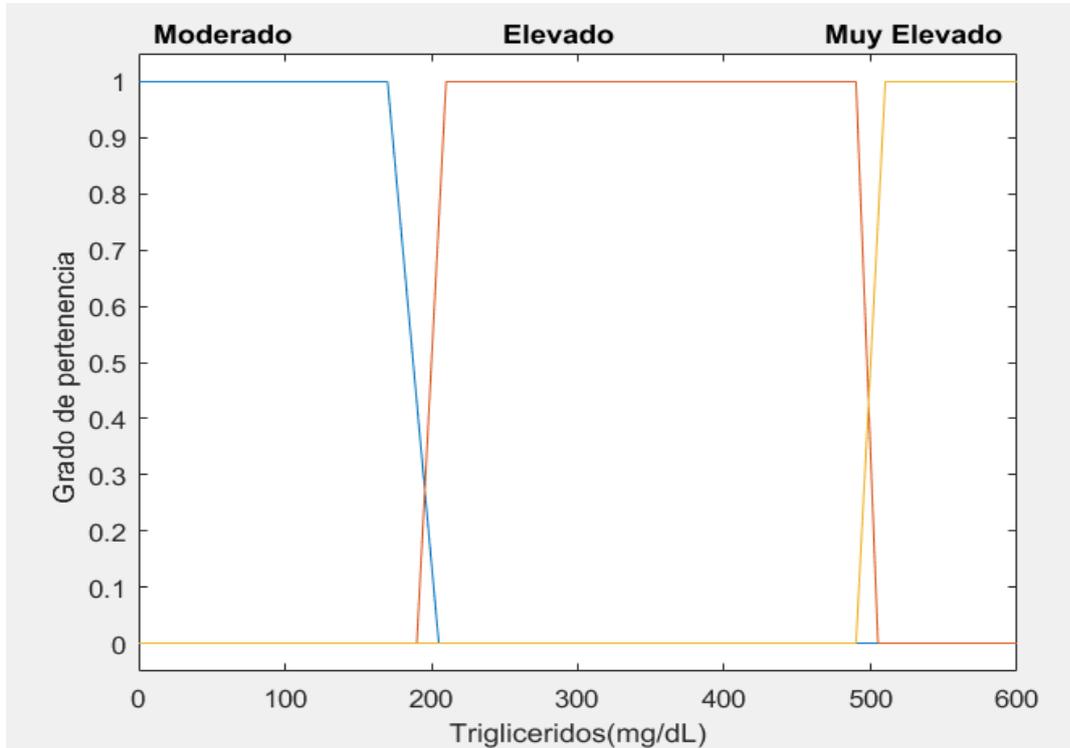
$$\mu_{trapAD}(x) = muyElevado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 490 \\ \frac{x-490}{510-490}, & \text{Si } 490 \leq x < 510 \\ 1, & \text{Si } 510 \leq x \leq 600 \end{cases}$$

$$muyElevado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 490 \\ \frac{x-490}{20}, & \text{Si } 490 \leq x < 510 \\ 1, & \text{Si } 510 \leq x \leq 600 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Moderado, Elevado y Muy Elevado, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 15

Fuzificación de la variable lingüística triglicéridos



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística de tabaquismo. -Luego de obtener y analizar los valores lingüísticos para el tabaquismo, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra a continuación:

Tabla 11

Categorías de tabaquismo según la OMS

Categorías	Cantidad
Leve	Menor a 6
Moderado	Menor a 16
Alto	Más de 16

Fuente: <https://bit.ly/3eMIZK5>

- Para la función de pertenencia **tabaquismo leve**, se ha definido una función de tipo triangular abierto por la izquierda.

μ_{tri} : función de pertenencia triangular abierto por izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : centro = 0

c : límite derecho = 6

Como la función triangular es abierta por izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{tri}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } x = b \\ \frac{c-x}{c-b}, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ 0, & \text{Si } x > c \end{cases}$$

$$\mu_{tri}(x) = leve(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } x = 0 \\ \frac{6-x}{6-0}, & \text{Si } 0 < x \leq 6 \\ 0, & \text{Si } x > 6 \end{cases}$$

$$leve(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } x = 0 \\ \frac{6-x}{6}, & \text{Si } 0 < x \leq 6 \\ 0, & \text{Si } x > 6 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **tabaquismo moderado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal.

μ_{trap} : función de pertenencia trapezoidal

a : límite izquierdo = 4

b : soporte izquierdo = 9

c : soporte derecho = 11

d : límite derecho = 18

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1 & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = moderado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 4 \\ \frac{x-4}{9-4}, & \text{Si } 4 \leq x < 9 \\ 1 & \text{Si } 9 \leq x \leq 11 \\ \frac{18-x}{18-11}, & \text{Si } 11 < x \leq 18 \\ 0, & \text{Si } x > 18 \end{cases}$$

$$moderado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 4 \\ \frac{x-4}{5}, & \text{Si } 4 \leq x < 9 \\ 1 & \text{Si } 9 \leq x \leq 11 \\ \frac{18-x}{7}, & \text{Si } 11 < x \leq 18 \\ 0, & \text{Si } x > 18 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **tabaquismo alto**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 14

b : soporte izquierdo = 26

c : soporte derecho = 56

d : límite derecho = 56

Como la función trapezoidal es abierta por derecha ($c = d = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAD}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \end{cases}$$

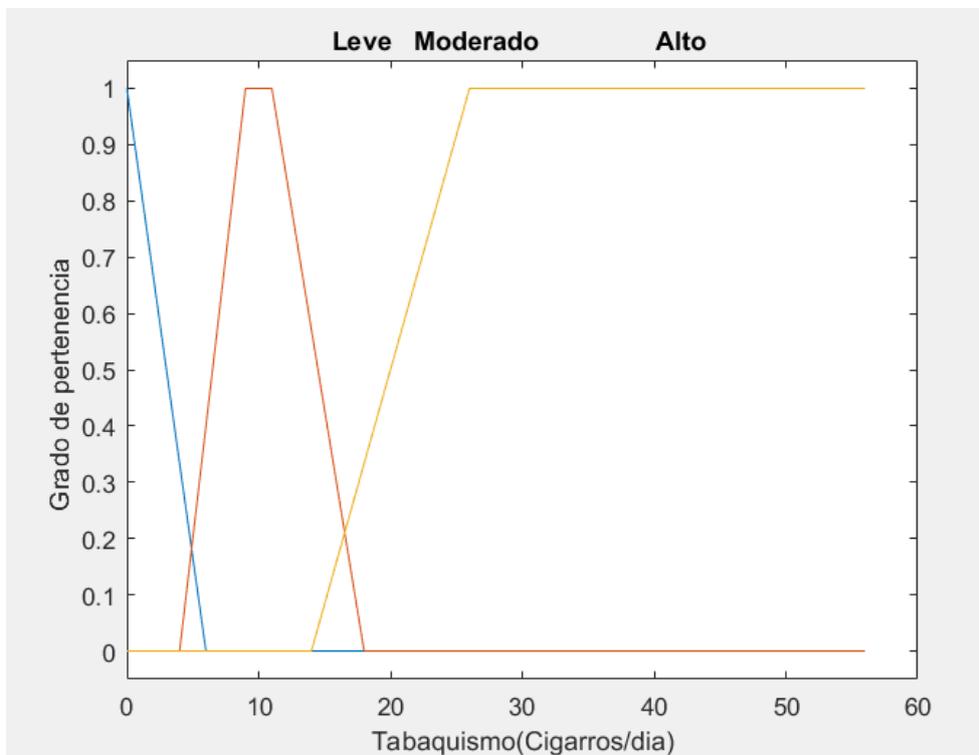
$$\mu_{trapAD}(x) = alto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 14 \\ \frac{x-14}{26-14}, & \text{Si } 14 \leq x < 26 \\ 1, & \text{Si } 26 \leq x \leq 56 \end{cases}$$

$$alto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 14 \\ \frac{x-14}{12}, & \text{Si } 14 \leq x < 26 \\ 1, & \text{Si } 26 \leq x \leq 56 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Leve, Moderado y Alto, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 16

Fuzificación de la variable lingüística tabaquismo



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística de índice de la masa corporal. -Luego de obtener

y analizar los valores lingüísticos para el índice de masa corporal, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra a continuación:

Tabla 12

Categorías de índice masa corporal según el MINSa

Categorías de índice de masa corporal	Valores
Normal	Menor a 25
Sobrepeso	26 a 29
Obeso	Mayor a 30

Fuente: Ministerio de Salud del Perú

- Para la función de pertenencia **IMC normal**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la izquierda.

μ_{trapAI} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : soporte izquierdo = 0

c : soporte derecho = 20

d : límite derecho = 25

Como la función trapezoidal es abierta por la izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAI}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trapAI}(x) = normal(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{25-x}{25-20}, & \text{Si } 20 < x \leq 25 \\ 0, & \text{Si } x > 25 \end{cases}$$

$$normal(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{25-x}{5}, & \text{Si } 20 < x \leq 25 \\ 0, & \text{Si } x > 25 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **IMC sobrepeso**, se ha definido una función de tipo trapezoidal.

μ_{trap} : función de pertenencia trapezoidal

a : límite izquierdo = 24

b : soporte izquierdo = 27

c : soporte derecho = 28

d : límite derecho = 30

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = \text{sobrepeso}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 24 \\ \frac{x-24}{27-24}, & \text{Si } 24 \leq x < 27 \\ 1, & \text{Si } 27 \leq x \leq 28 \\ \frac{30-x}{30-28}, & \text{Si } 28 < x \leq 30 \\ 0, & \text{Si } x > 30 \end{cases}$$

$$\text{sobrepeso}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 24 \\ \frac{x-24}{3}, & \text{Si } 24 \leq x < 27 \\ 1, & \text{Si } 27 \leq x \leq 28 \\ \frac{30-x}{2}, & \text{Si } 28 < x \leq 30 \\ 0, & \text{Si } x > 30 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **IMC obesidad**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 29

b : soporte izquierdo = 35

$c : \text{soporte derecho} = 70$

$d : \text{límite derecho} = 70$

Como la función trapezoidal es abierta por derecha ($c = d = 70$), entonces:

$$\mu_{\text{trapAD}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \end{cases}$$

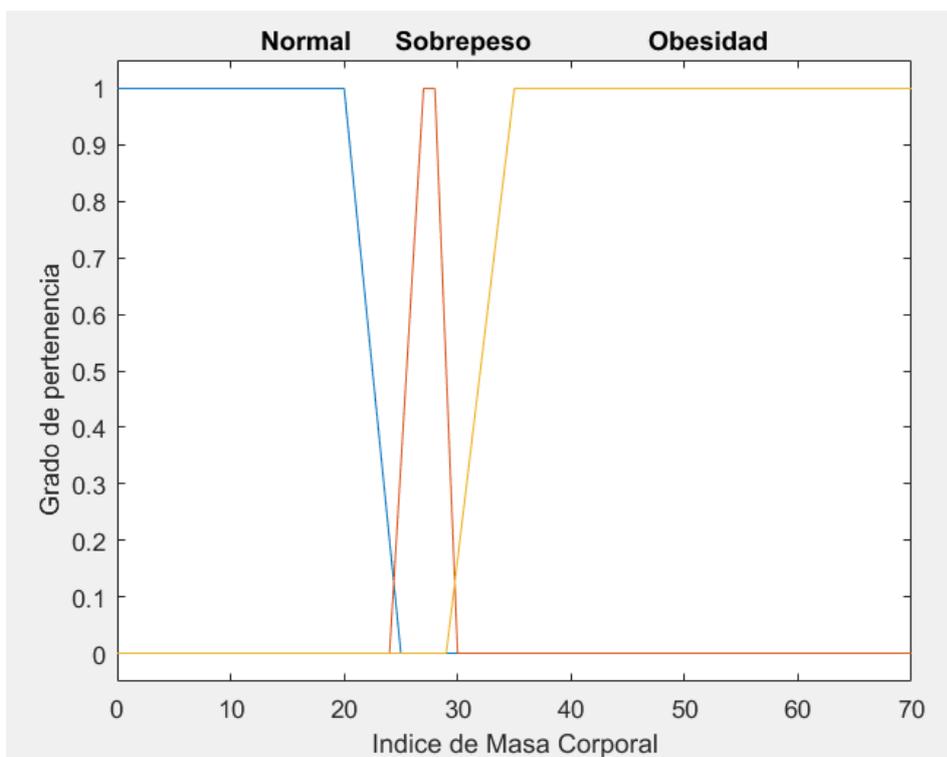
$$\mu_{\text{trapAD}}(x) = \text{obesidad}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 29 \\ \frac{x-29}{35-29}, & \text{Si } 29 \leq x < 35 \\ 1, & \text{Si } 35 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\text{obesidad}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 29 \\ \frac{x-29}{41}, & \text{Si } 29 \leq x < 35 \\ 1, & \text{Si } 35 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Normal, Sobrepeso y Obesidad, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 17

Fuzificación de la variable lingüística Índice de Masa Corporal



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística de la angina pecho. -Luego de obtener y analizar

los valores lingüísticos para la angina de pecho, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra seguidamente:

Los valores para esta variable lingüística fueron proporcionados por el experto humano. Para definir esta variable se ha considerado solo el número de ocurrencias del dolor anginoso de pecho en el último mes.

Tabla 13

Categorías para la frecuencia de angina de pecho

Categoría	Número de veces de dolor anginoso de pecho en el último mes
Poco	Ocurrencia de dolor anginoso de pecho 1 vez en el último mes.
Mucho	Ocurrencia de dolor anginoso de pecho de 2 a 3 veces en el último mes.
Frecuente	Ocurrencia de dolor anginoso de pecho más de 3 veces en el último mes.

Fuente: Elaboración propia

- Para la función de pertenencia **Angina de Pecho con Poca** ocurrencia en el último mes, se ha definido una función de tipo triangular abierto por la izquierda.

μ_{triAI} : función de pertenencia triangular abierto por la izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : centro = 0

c : límite derecho = 2

Como la función triangular es abierta por la izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{triAI}(x) = \begin{cases} 1, & Si \ x = b \\ \frac{c-x}{c-b} & Si \ b < x \leq c \\ 0 & Si \ x > c \end{cases}$$

$$\mu_{triAI}(x) = poco(x) = \begin{cases} 1, & Si \ x = 0 \\ \frac{2-x}{2-0} & Si \ 0 < x \leq 2 \\ 0 & Si \ x > 2 \end{cases}$$

$$poco(x) = \begin{cases} \mathbf{1}, & \mathbf{Si \ x = 0} \\ \frac{\mathbf{2-x}}{\mathbf{2}} & \mathbf{Si \ 0 < x \leq 2} \\ \mathbf{0} & \mathbf{Si \ x > 2} \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **Angina de Pecho con Mucha** ocurrencia en el último mes, se ha definido una función de tipo triangular.

μ_{tri} : función de pertenencia triangular

a : límite izquierdo = 1

b : centro = 3

c : límite derecho = 5

$$\mu_{tri}(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & Si \ a \leq x < b \\ 1, & Si \ x = b \\ \frac{c-x}{c-b} & Si \ b < x \leq c \\ 0, & Si \ x > c \end{cases}$$

$$\mu_{tri}(x) = mucho(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 1 \\ \frac{x-1}{3-1}, & Si \ 1 \leq x < 3 \\ 1, & Si \ x = 3 \\ \frac{5-x}{5-3} & Si \ 3 < x \leq 5 \\ 0, & Si \ x > 5 \end{cases}$$

$$mucho(x) = \begin{cases} \mathbf{0}, & \mathbf{Si \ x < 1} \\ \frac{\mathbf{x-1}}{\mathbf{2}}, & \mathbf{Si \ 1 \leq x < 3} \\ \mathbf{1}, & \mathbf{Si \ x = 3} \\ \frac{\mathbf{5-x}}{\mathbf{2}} & \mathbf{Si \ 3 < x \leq 5} \\ \mathbf{0}, & \mathbf{Si \ x > 5} \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **Angina de Pecho frecuentemente** en el último mes, se ha definido una función de tipo triangular abierto por la derecha.

μ_{triAD} : función de pertenencia triangular abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 3

b : centro = 10

c = límite derecho = 10

Como la función triangular es abierta por la derecha ($b = c = 10$), entonces:

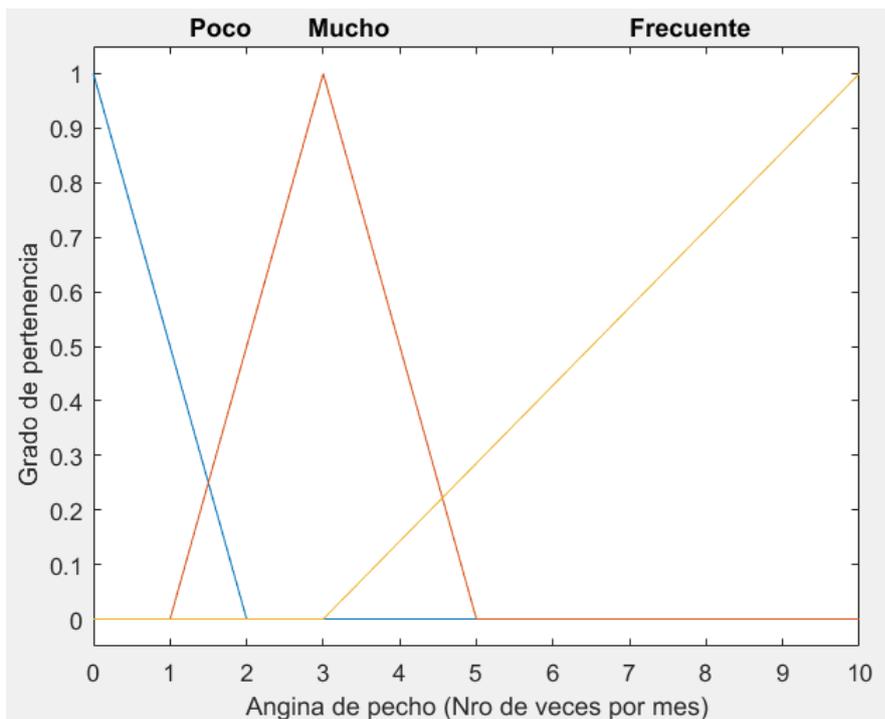
$$\mu_{triAD}(x) = \text{frecuente}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } x = b \end{cases}$$

$$\text{frecuente}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 3 \\ \frac{x-3}{7} & \text{Si } 3 \leq x < 10 \\ 1 & \text{Si } x = 10 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Poco, Mucho y Frecuente, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 18

Fuzificación de la variable lingüística dolor de pecho



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación de las variables de salida

Se definió las funciones de pertenencia para las dos variables de salida Riesgo Hipertensión Arterial y Riesgo Isquemia Cardíaca.

Fuzificación para la variable lingüística de hipertensión arterial. -Luego de obtener y analizar los valores lingüísticos para la hipertensión arterial, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra las siguientes funciones de membresía:

- Para la función de pertenencia **Hipertensión Arterial riesgo bajo**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la izquierda.

μ_{trapAI} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda

a : límite izquierdo = 0

b : soporte izquierdo = 0

c : soporte derecho = 20

d : límite derecho = 30

Como la función trapezoidal es abierta por la izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAI}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trapAI}(x) = riesgoBajo(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20}, & \text{Si } 20 < x \leq 30 \\ 0, & \text{Si } x > 30 \end{cases}$$

$$riesgoBajo(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{10}, & \text{Si } 20 < x \leq 30 \\ 0, & \text{Si } x > 30 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **Riesgo Hipertensión Arterial Medio**, se ha definido una función de tipo trapezoidal.

μ_{trap} : función de pertenencia trapezoidal

a : límite izquierdo = 25

b : soporte izquierdo = 30

c : soporte derecho = 50

d : límite derecho = 55

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = riesgoMedio(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 25 \\ \frac{x-25}{30-25}, & \text{Si } 25 \leq x < 30 \\ 1, & \text{Si } 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{55-x}{55-50}, & \text{Si } 50 < x \leq 55 \\ 0, & \text{Si } x > 55 \end{cases}$$

$$riesgoMedio(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 25 \\ \frac{x-25}{5}, & \text{Si } 25 \leq x < 30 \\ 1, & \text{Si } 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{55-x}{5}, & \text{Si } 50 < x \leq 55 \\ 0, & \text{Si } x > 55 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **Riesgo Hipertensión Arterial Alto**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 50

b : soporte izquierdo = 60

c : soporte derecho = 100

d : límite derecho = 100

Como la función trapezoidal es abierta por la derecha ($c = d = 100$), entonces:

$$\mu_{trapAD}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \end{cases}$$

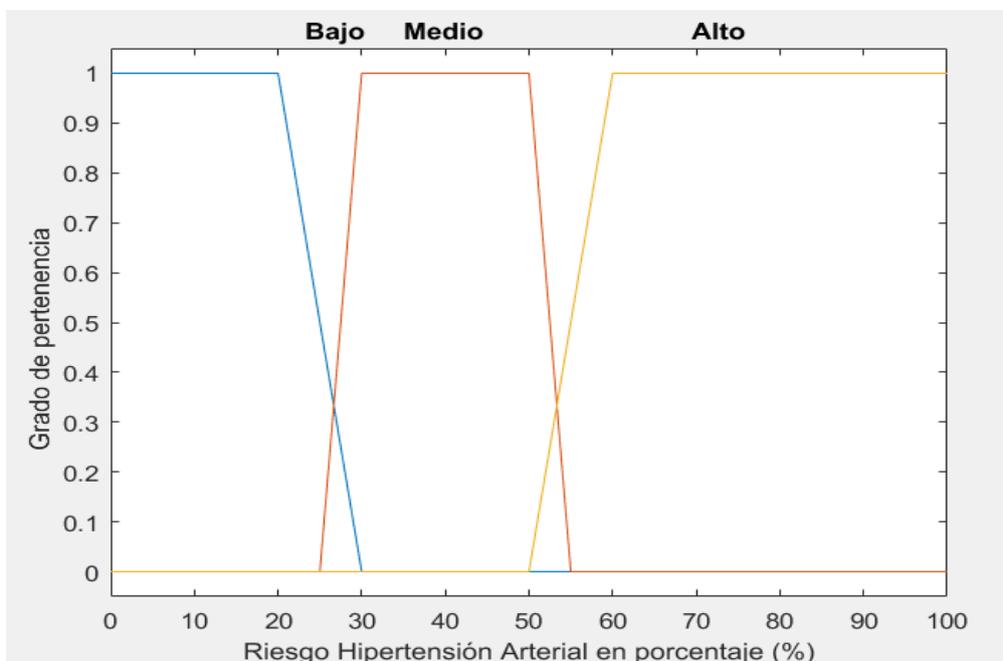
$$\mu_{trapAD}(x) = riesgoAlto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 50 \\ \frac{x-50}{60-50}, & \text{Si } 50 \leq x < 60 \\ 1, & \text{Si } 60 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$riesgoAlto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 50 \\ \frac{x-50}{10}, & \text{Si } 50 \leq x < 60 \\ 1, & \text{Si } 60 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Bajo, Medio y Alto, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 19

Fuzificación de la variable lingüística Riesgo Hipertensión Arterial



Fuente: Elaboración propia

Fuzificación para la variable lingüística de isquemia cardíaca. -Luego de obtener y

analizar los valores lingüísticos para la isquemia cardíaca, se realizó el rango de cada uno de ellos tal como se muestra en las siguientes funciones de membresía:

- Para la función de pertenencia **Riesgo Isquemia Cardíaca Bajo**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la izquierda.

μ_{trapAI} : *función de pertenencia trapezoidal abierto por la izquierda*

a : límite izquierdo = 0

b : soporte izquierdo = 0

c : soporte derecho = 25

d : límite derecho = 35

Como la función trapezoidal es abierta por la izquierda ($a = b = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAI}(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trapAI}(x) = riesgoBajo(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 25 \\ \frac{35-x}{35-25}, & \text{Si } 25 < x \leq 35 \\ 0, & \text{Si } x > 35 \end{cases}$$

$$riesgoBajo(x) = \begin{cases} 1, & \text{Si } 0 \leq x \leq 25 \\ \frac{35-x}{10}, & \text{Si } 25 < x \leq 35 \\ 0, & \text{Si } x > 35 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **Riesgo Isquemia Cardíaca Moderado**, se ha definido una función de tipo trapezoidal.

μ_{trap} : *función de pertenencia trapezoidal*

a : límite izquierdo = 25

b : soporte izquierdo = 35

c : soporte derecho = 55

d : límite derecho = 65

$$\mu_{trap}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-c}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{Si } c < x \leq d \\ 0, & \text{Si } x > d \end{cases}$$

$$\mu_{trap}(x) = riesgoModerado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 25 \\ \frac{x-25}{35-25}, & \text{Si } 25 \leq x < 35 \\ 1, & \text{Si } 35 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{65-55}, & \text{Si } 55 < x \leq 65 \\ 0, & \text{Si } x > 65 \end{cases}$$

$$riesgoModerado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 25 \\ \frac{x-25}{10}, & \text{Si } 25 \leq x < 35 \\ 1, & \text{Si } 35 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{10}, & \text{Si } 55 < x \leq 65 \\ 0, & \text{Si } x > 65 \end{cases}$$

- Para la función de pertenencia **Riesgo Isquemia Cardíaca Alto**, se ha definido una función de tipo trapezoidal abierto por la derecha.

μ_{trapAD} : función de pertenencia trapezoidal abierto por la derecha

a : límite izquierdo = 55

b : soporte izquierdo = 65

c : soporte derecho = 100

d = límite derecho = 100

Como la función trapezoidal es abierta por la derecha ($c = d = 0$), entonces:

$$\mu_{trapAD}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{Si } a \leq x < b \\ 1, & \text{Si } b \leq x \leq c \end{cases}$$

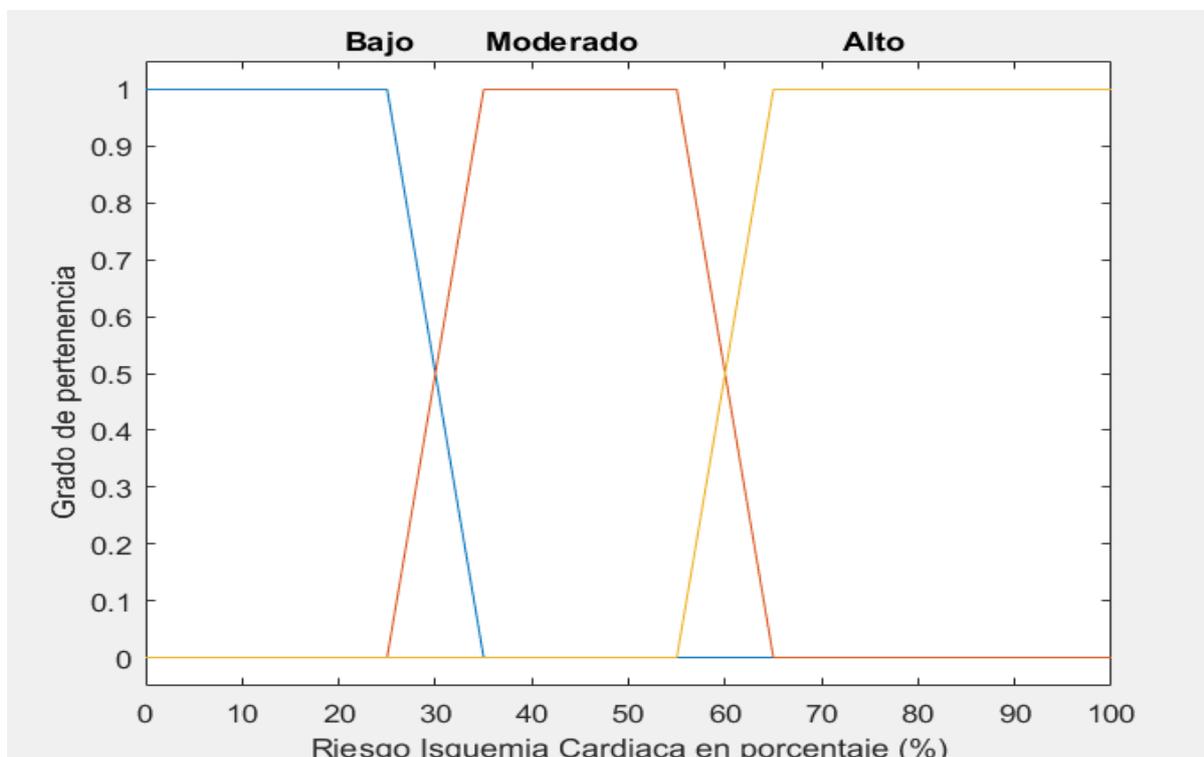
$$\mu_{trapAD}(x) = riesgoAlto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 55 \\ \frac{x-55}{65-55}, & \text{Si } 55 \leq x < 65 \\ 1, & \text{Si } 65 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$riesgoAlto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 55 \\ \frac{x-55}{10}, & \text{Si } 55 \leq x < 65 \\ 1, & \text{Si } 65 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Graficando las tres funciones de pertenencia Bajo, Moderado y Alto, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 20

Fuzificación de la variable lingüística Riesgo Isquemia Cardíaca



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.5. Defuzificación

Después de obtener el valor de entrada, se evalúa en las funciones de membresía de los distintos conjuntos borrosos, se debe tomar el menor valor entre dos conjuntos borrosos para luego aplicar el método de Centro de Gravedad (COG) para la defuzificación. Este método consiste en extraer un valor numérico para cada una de las salidas del sistema, de acuerdo al conjunto difuso al que pertenece. Por esa razón, se usa el método del centroide, ya que calcula el promedio de los centroides de las funciones de pertenencia de los conjuntos de salidas activadas, la fórmula la describimos a continuación:

$$salida = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \times \mu_{NR}(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{NR}(y_i)}$$

Siendo:

$n \rightarrow$ número de conjuntos difusos de la variable de salida

$\mu_{NR}(y_i) \rightarrow$ el valor de cada conjunto difuso (NR = nivel de riesgo)

$y_i \rightarrow$ suma de todos los puntos límites que definen a la función de pertenencia de cada conjunto difuso.

3.2.4. MOTOR DE INFERENCIA

Un motor de inferencia es un sistema que está diseñado para obtener conclusiones a través del análisis de problemas de una base de conocimiento a la que recurre. En este trabajo se ha utilizado el motor de inferencia Mamdani.

Para explicar detalladamente, cómo se realiza el diagnóstico usando la lógica difusa, daremos algunos ejemplos:

Ejemplo 1:

Una persona de 55 años de edad, tiene un índice de masa corporal 28 Kg/m², con una presión de 130 mm Hg, triglicéridos de 180 mg/dL, con colesterol elevado de 245 mg/dL, y que además tiene antecedentes familiares de hipertensión arterial.

Para solucionar el caso anterior utilizaremos el método de inferencia difuso Mamdani, que tiene los siguientes pasos:

a. Fuzificación de las variables de entrada

- Clasificación de la persona con respecto a la presión: Veremos el nivel de gravedad de la presión tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$elevada(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 118 \\ \frac{x - 118}{7}, & Si \ 118 \leq x < 125 \\ 1 & Si \ x = 125 \\ \frac{132 - x}{7}, & Si \ 125 < x \leq 132 \\ 0, & Si \ x > 132 \end{cases}$$

$$alta(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 128 \\ \frac{x - 128}{13}, & Si \ 128 \leq x < 141 \\ 1, & Si \ x \geq 141 \end{cases}$$

$$u_{presionElevada}(130) = 0.286,$$

$$u_{presionAlta}(130) = 0.154$$

$$u_{presionNormal}(130) = 0$$

- Clasificación de la persona con respecto al índice de masa corporal: En este caso tenemos un valor de 28 Kg/m².

$$sobrepeso(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 24 \\ \frac{x - 24}{3}, & Si \ 24 \leq x < 27 \\ 1, & Si \ 27 \leq x \leq 28 \\ \frac{30 - x}{2}, & Si \ 28 < x \leq 30 \\ 0, & Si \ x > 30 \end{cases}$$

$$\mu_{normalIMC}(28) = 0$$

$$\mu_{sobrepesoIMC}(28) = 1$$

$$\mu_{obesidadIMC}(28) = 0$$

- Clasificación de la persona con respecto a su edad: En este caso la edad es 55, entonces utilizaremos esta función:

$$\mu_{adulto}(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < 30 \\ \frac{x - 30}{15}, & Si\ 30 \leq x < 45 \\ 1 & Si\ 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{10}, & Si\ 55 < x \leq 65 \\ 0, & Si\ x > 65 \end{cases}$$

$$\mu_{joven}(55) = 0$$

$$\mu_{adulto}(55) = 1$$

$$\mu_{adultoMayor}(55) = 0$$

- Clasificación de la persona con respecto a sus triglicéridos: En este caso el valor es 180 mg/dL, para determinar el grado de pertenencia utilizaremos la siguiente función:

$$\mu_{moderado}(x) = \begin{cases} 1, & Si\ x \leq 170 \\ \frac{205 - x}{35}, & Si\ 170 < x \leq 205 \\ 0, & Si\ x > 205 \end{cases}$$

$$\mu_{moderado}(180) = 0.714$$

$$\mu_{elevado}(180) = 0$$

$$\mu_{muyElevado}(180) = 0$$

- Clasificación de la persona con respecto a su colesterol: En este caso el valor es 245 mg/dL, utilizaremos la siguiente función:

$$\mu_{moderado}(x) = \begin{cases} 0, & Si\ x < 190 \\ \frac{x - 190}{20}, & Si\ 190 \leq x < 210 \\ 1, & Si\ 210 \leq x \leq 235 \\ \frac{245 - x}{10}, & Si\ 235 < x \leq 245 \\ 0, & Si\ x > 245 \end{cases}$$

$$elevado(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 235 \\ \frac{x - 235}{15}, & \text{Si } 235 \leq x < 250 \\ 1, & \text{Si } x \geq 250 \end{cases}$$

$$\mu_{optimo}(245) = 0$$

$$\mu_{moderado}(245) = 0$$

$$\mu_{elevado}(245) = 0.667$$

Después de fuzificar ordenamos en una tabla y reemplazamos valores como se muestra a continuación:

Edad	Colesterol	Triglicéridos	IMC	Presión arterial
$u_{joven}=0$	$u_{optimo}=0$	$u_{moderado}=0.714$	$u_{normal}=0$	$u_{normal} = 0$
$u_{adulto}=1$	$u_{moderado}$	$u_{elevado}=0$	$u_{sobrepeso}=1$	$u_{elevada}=0.286$
$u_{adultoMayor}=0$	$= 0$	$u_{muyElevado}=0$	$u_{obesidad}=0$	$u_{alta}=0.154$
	$u_{elevado}$ $= 0.667$			

b. Evaluación de las reglas

Se ubica el grado de pertenencia de los conjuntos difusos de las condiciones dadas:

Edad	Colesterol	Triglicéridos	IMC	Presión Arterial	ENTONCES	Nivel de Riesgo
Adulto(1)	Optimo(0)	Moderado(0.714)	Sobrepeso(1)	Normal(0)		Riesgo bajo
S Adulto(1)	Elevado(0.667)	Elevado(0)	Sobrepeso(1)	Alta(0.154)		Riesgo bajo
I))))))

Para obtener el valor de la variable de salida, siguiendo el método Mamdani, se utilizó la regla de los mínimos (el menor valor). Así, el valor mínimo entre 1,0.667, 0.714, 1 y 0.286 es 0.286. De la misma forma, se evaluaron todas las reglas definidas y en el caso del ejemplo, solo se cumplen la siguiente regla:

Edad	Colesterol	Triglicéridos	IMC	Presión Arterial	ENTONCES	Nivel de Riesgo
S Adulto(1)	Elevado(0.667)	Moderado(0.714)	Sobrepeso(1)	Elevada(0.286)		Riesgo moderado($u_{moderadoRiesgo} = 0.286$)
I))))))

S	Adulto(1)	Elevado(0.667)	Moderado(0.714)	Sobrepeso (1)	Y	Alta(0.154)	riesgo bajo($u_{bajoRiesgo} = 0.154$)
---	-----------	----------------	-----------------	---------------	---	-------------	---

Finalmente se exponen valores de cada conjunto difuso de la variable de salida Nivel de riesgo en la siguiente tabla. De haber más de un valor por cada conjunto difuso de la variable de salida, se utiliza la regla de los máximos (el mayor valor).

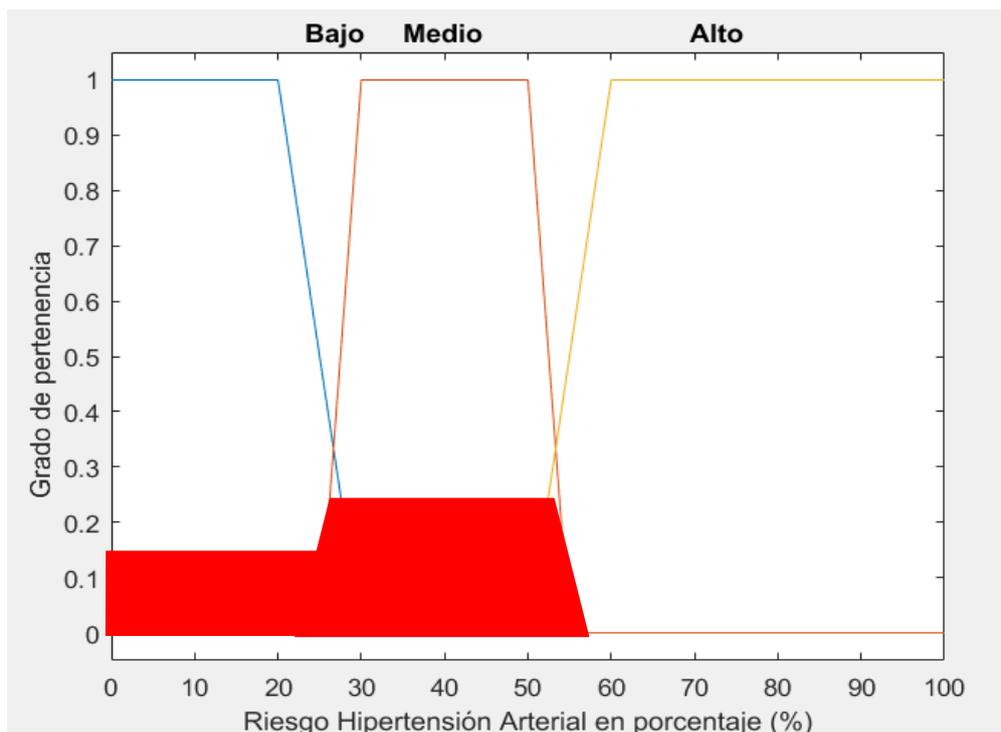
Nivel de riesgo	
Alto ($u_{altoRiesgoHA}$)	0
Moderado ($u_{moderadoRiesgoHA}$)	0.286
Bajo ($u_{bajoRiesgoHA}$)	0.154

c. Agregación de las salidas de las reglas

Después de la evaluación de las reglas, se unieron las áreas bajo los valores que se obtuvieron por cada conjunto difuso en el gráfico de las funciones de pertenencia de la variable de salida. En el caso del ejemplo, el área está debajo de valor 0.286 y 0.154 dentro del conjunto difuso Moderado y Bajo.

Figura 21

Resultado de la agregación de las salidas



Fuente: Elaboración propia

d. Defuzificación

Finalmente, para obtener un valor concreto de la salida de las reglas difusas, se utilizó el método del centroide para hallar el valor real.

$$salida = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \times \mu_{NR}(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{NR}(y_i)}$$

n = número de conjuntos difusos de la variable de salida

$\mu_{NR}(y_i)$ = el valor de cada conjunto difuso

y_i = suma de todos los puntos límites que definen a la función de pertenencia de cada conjunto difuso.

Considerando que la variable de salida **riesgo hipertensión arterial** tiene tres conjuntos difusos ($n=3$), se reemplazó en la fórmula del centroide (COG):

$$x = \frac{(0 + 30) * 0.154 + (25 + 55) * 0.286 + (50 + 100) * 0}{0.154 + 0.286 + 0}$$

$$x = 56.6\%(\text{Valor de salida real})$$

Por lo tanto, se puede concluir que el nivel de riesgo de la persona de padecer hipertensión arterial es de 56.6%, lo quiere decir que es un riesgo alto.

Ejemplo 2

Una persona de sexo femenino de 40 años de edad, indica que fuma 5 cigarros por día, tiene colesterol de 235 mg/dL, tiene triglicéridos de 250 mg/dL, que tiene dolores en el pecho 3 veces por mes, y tiene antecedentes familiares de isquemia cardiaca.

a) Fuzificación de las variables de entrada

- Clasificación de la persona con respecto al edad: En este caso la edad es 40 años, entonces aplicaremos la siguiente función:

$$adulto(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 30 \\ \frac{x - 30}{15}, & \text{Si } 30 \leq x < 45 \\ 1 & \text{Si } 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{10}, & \text{Si } 55 < x \leq 65 \\ 0, & \text{Si } x > 65 \end{cases}$$

$$\mu_{adulto}(40) = 0.667$$

- Clasificación de la persona con respecto al tabaquismo: En este caso el valor de 5 para determinar nivel de tabaquismo tal como se muestra en la siguiente función:

$$leve(x) = \begin{cases} 1, & Si \ x = 0 \\ \frac{6-x}{6}, & Si \ 0 < x \leq 6 \\ 0, & Si \ x > 6 \end{cases}$$

$$\mu_{leve}(5) = 0.167$$

- Clasificación de la persona con respecto al colesterol: En este caso tomaremos un valor de 235 mg/dL para determinar nivel de colesterol tal, como se muestra en la siguiente función:

$$moderado(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 190 \\ \frac{x-190}{20}, & Si \ 190 \leq x < 210 \\ 1, & Si \ 210 \leq x \leq 235 \\ \frac{245-x}{10}, & Si \ 235 < x \leq 245 \\ 0, & Si \ x > 245 \end{cases}$$

$$\mu_{moderado}(235) = 1$$

- Clasificación de la persona con respecto al triglicérido: En este caso el valor es de 250 mg/dL, para determinar grado de pertenencia aplicaremos la siguiente función:

$$elevado(x) = \begin{cases} 0, & Si \ x < 190 \\ \frac{x-190}{20}, & Si \ 190 \leq x < 210 \\ 1, & Si \ 210 \leq x \leq 490 \\ \frac{505-x}{15}, & Si \ 490 < x \leq 505 \\ 0, & Si \ x > 505 \end{cases}$$

$$\mu_{elevado}(250) = 1$$

- Clasificación de la persona con respecto al Dolor de pecho: En este caso el valor es de 3 veces al mes, para determinar el grado de pertenencia utilizaremos la siguiente función:

$$\mu_{\text{mucho}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{Si } x < 1 \\ \frac{x-1}{2}, & \text{Si } 1 \leq x < 3 \\ 1, & \text{Si } x = 3 \\ \frac{5-x}{2}, & \text{Si } 3 < x \leq 5 \\ 0, & \text{Si } x > 5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{mucho}}(3) = 1$$

Después de fuzificar usamos una tabla y reemplazamos valores como se muestra a continuación:

Edad	Colesterol	Triglicéridos	Tabaquismo	Dolor Pecho
$u_{\text{juven}}(40) = 0$	$u_{\text{optimo}}(235) = 0$	$u_{\text{moderado}}(250) = 0$	$u_{\text{leve}}(5) = 0.167$	$u_{\text{poco}}(3) = 0$
$u_{\text{adulto}}(40) = 0.667$	$u_{\text{moderado}}(235) = 1$	$u_{\text{elevado}}(250) = 1$	$u_{\text{moderado}}(5) = 0$	$u_{\text{mucho}}(3) = 1$
$u_{\text{adultMayor}}(40) = 0$	$u_{\text{elevado}}(235) = 0$	$u_{\text{muyElevado}}(250) = 0$	$u_{\text{alto}}(5) = 0$	$u_{\text{frecuente}}(3) = 0$

b) Evaluación de las reglas

Se ubica el grado de pertenencia de los conjuntos difusos de las condiciones dadas:

Edad	Colesterol	Triglicéridos	Tabaquismo	Dolor pecho	ENTONCES	Nivel de Riesgo
S Adulto(0.667)	Optimo(0)	Moderado(0)	leve(0.167)	poco(0)		Riesgo bajo
S Adulto(0.667)	Moderado(1)	Moderado(0)	Moderado(0)	poco(0)		Riesgo bajo

Para obtener el valor de la variable de salida, siguiendo el método Mamdani, se utilizó la regla de los mínimos (el menor valor). Así, el valor mínimo entre 0.667, 1, 0.167 y 1 es 0.167.

De la misma forma, se evaluaron todas las reglas definidas y en el caso del ejemplo, solo se cumplen la siguiente regla:

Edad	Colesterol	Triglicéridos	Tabaquismo	Dolor pecho	ENTONCES	Nivel de Riesgo
S Adulto(0.667)	Moderado(1)	Elevado(1)	Leve(0.167)	Mucho(1)		Riesgo bajo
						$u_{\text{bajoRiesgo}} = 0.167$

Finalmente se exponen valores de cada conjunto difuso de la variable de salida **Nivel de riesgo** en la siguiente tabla. De haber más de un valor por cada conjunto difuso de la variable de salida, se utiliza la regla de los máximos (el mayor valor).

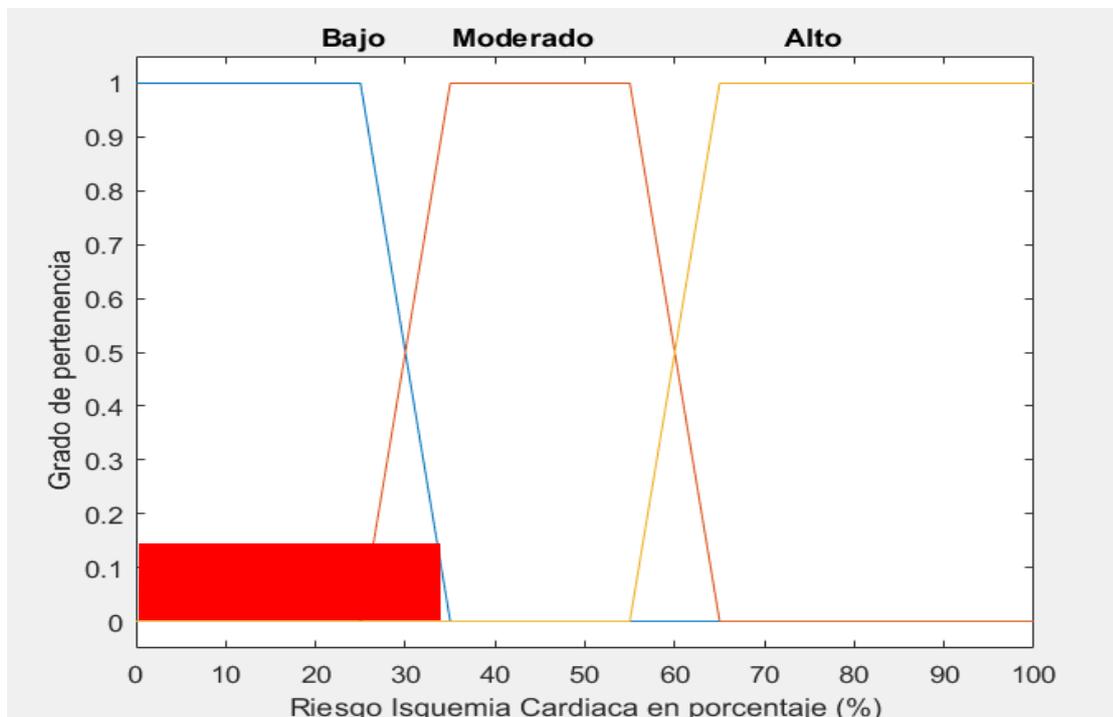
Nivel de riesgo		
Alto	$u_{\text{altoRiesgoIC}}$	0
Moderado	$u_{\text{moderadoRiesgoIC}}$	0
Bajo	$u_{\text{bajoRiesgoIC}}$	0.167

c) Agregación de las salidas de las reglas

Después de la evaluación de las reglas, se unieron las áreas bajo los valores que se obtuvieron por cada conjunto difuso en el gráfico de las funciones de pertenencia de la variable de salida. En el ejemplo, el área está debajo de valor 0.167 dentro del conjunto difuso **Bajo**.

Figura 22

Resultado de la agregación de las salidas



Fuente: Elaboración propia

d) Defuzificación

Finalmente vamos a defuzificar, para obtener un valor concreto de la salida de las reglas difusas, se utilizó el método del centroide del área seleccionada anteriormente.

$$salida = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i \times \mu_{NR}(y_i)}{\sum_{i=1}^3 \mu_{NR}(y_i)}$$

n = número de conjuntos difusos de la variable de salida

$\mu_{NR}(y_i)$ = el valor de cada conjunto difuso

y_i = suma de todos los puntos límites que definen a la función de pertenencia de cada conjunto difuso.

Teniendo en cuenta que la variable de salida **Riesgo Isquemia Cardíaca** tiene tres conjuntos difusos ($n=3$), se reemplazó en la fórmula del centroide (COG):

$$x = \frac{(0 + 35) * 0.167 + (25 + 65) * 0 + (55 + 100) * 0}{0.167 + 0 + 0}$$

$$x = 35\%$$

Por lo tanto, podemos concluir que, la persona tiene un nivel de riesgo de padecer isquemia cardíaca del 35%, quiere decir que el riesgo es moderado.

3.2.5. FASE 4: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para el desarrollo del sistema web se utilizó el lenguaje de programación PHP, y para el diseño de la interfaz se utilizó el framework front-end Bootstrap porque permite la adaptabilidad de la pantalla en cualquier dispositivo.

El sistema desarrollado solo es un prototipo, ya que la interfaz sólo se desarrolló con el cardiólogo. Las preguntas que hace el sistema experto solamente lo pueden responder las personas que conocen algo sobre medicina o tienen alguna referencia.

En el sistema implementado utiliza la base de conocimientos y el motor de inferencia Mamdani para llegar a un resultado en nivel porcentual de riesgo de padecer de hipertensión arterial e isquemia cardíaca.

3.2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

a) Pantalla principal

Figura 23

Pantalla de inicio

SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS CARDIOPATÍAS MÁS COMUNES EN ADULTOS

EDAD
¿ Cuántos años tiene ?
Por ejemplo: 27 años

INDICE DE MASA CORPORAL (IMC)
Peso(Kg): Talla(m): IMC:

PRESION ARTERIAL SISTOLICA(Valor más alto)

Normal	Menor a 120 mmHg
Elevada	De 120 a 129 mmHg
Presión Alta Nivel 1	De 130 a 139 mmHg
Presión Alta Nivel 2	140 mmHg o más alta
Crisis de Hipertensión	Más alta de 180 mmHg

¿Cuál es su presión arterial ?
Por ejemplo: 115 mmHg

VALORES DEL COLESTEROL TOTAL

Óptimo	Menor a 200 mg/dL
Moderado	De 200 a 239 mg/dL
Elevado	Mayor a 240 mg/dL

¿Cuánto es su nivel de colesterol ?
Por ejemplo: 100 mg/dL

VALORES DE LOS TRIGLICERIDOS

Moderado	De 150 a 199 mg/dL
Elevado	De 200 a 499 mg/dL
Muy Elevado	Mayor a 500 mg/dL

¿ Cuánto es su nivel de triglicéridos ?
Por ejemplo: 220 mg/dL

TABAQUISMO
¿ Cuántos cigarrillos fuma al día ?
Por ejemplo: 2 cigarrillos diarios

ANGINA DE PECHO (DOLOR OPRESIVO EN EL PECHO EN EL LADO IZQUIERDO)

Tiene dolor opresivo detrás del esternón, en medio del pecho que aumenta con la actividad física, y se calma con el reposo, que puede asociar a falta de aire.

¿ Con cuánta frecuencia le ocurrió en las últimas semanas ?
0 (No le duele)

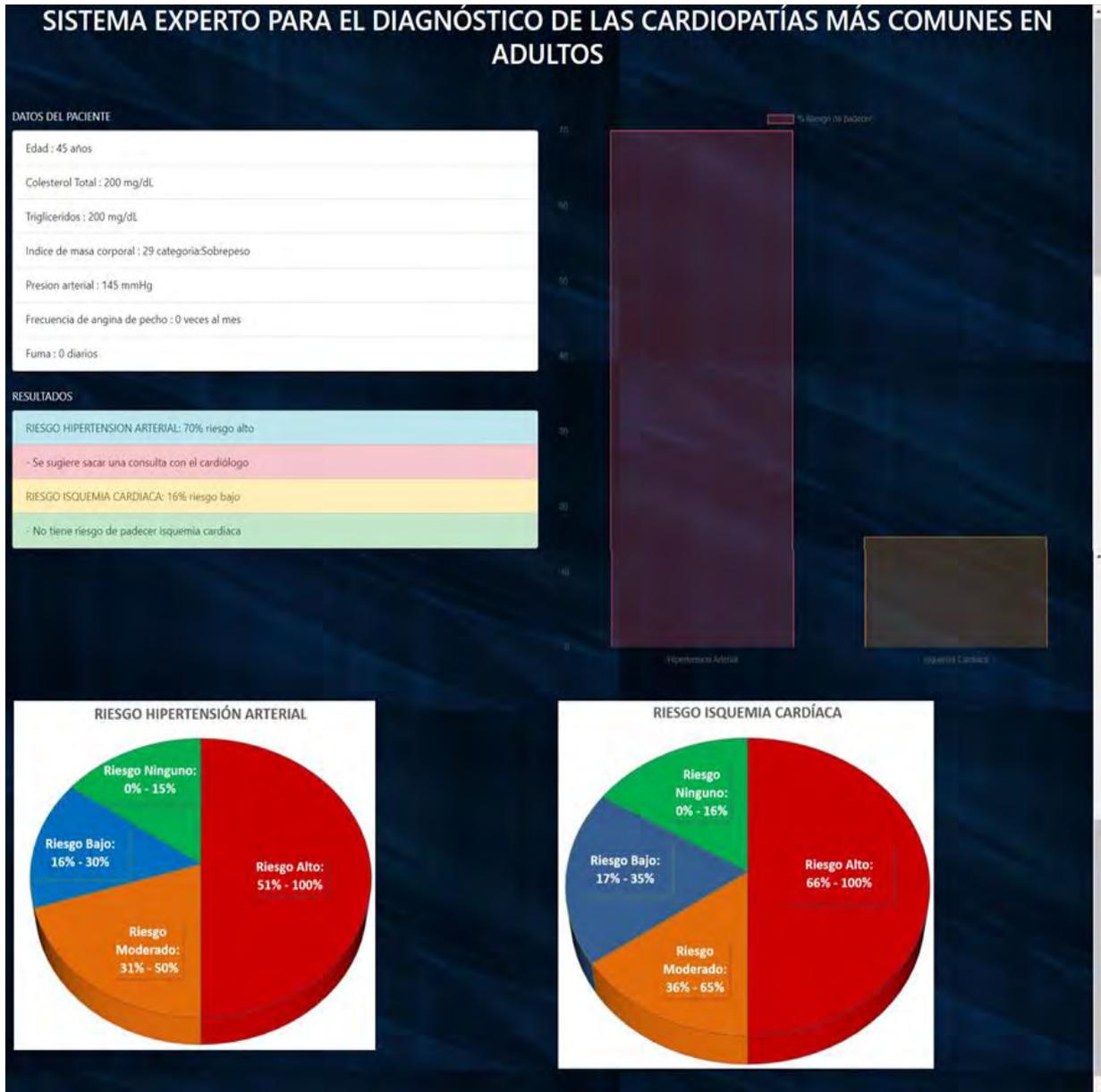
DIAGNOSTICAR

Fuente: Elaboración propia

b) Pantalla de resultados

Figura 24

Pantalla de resultados



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al momento de hacer las pruebas en el sistema experto se obtiene resultados favorables, pero también no tan favorables si los valores ingresados al sistema experto no son los valores reales del paciente. El sistema experto es confiable en el diagnóstico de cardiopatías de isquemia miocárdica e hipertensión arterial.

El uso de la lógica difusa fue una gran herramienta en el diagnóstico de las cardiopatías del sistema experto. Se hizo la prueba con 50 casos de personas, considerando los valores de los factores de riesgo como: edad, índice de masa corporal, colesterol, triglicéridos, presión y tabaquismo y síntoma de riesgo como el dolor de pecho, que fueron procesados por el sistema experto, los resultados tuvieron un alto porcentaje de coincidencia como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 14

Comparación del médico cardiólogo con el sistema experto

DIAGNÓSTICO DEL MÉDICO CARDIÓLOGO	DIAGNÓSTICO INFERIDO DEL SISTEMA EXPERTO
<p><u>Caso Clínico 1:</u> Paciente de sexo masculino de 48 años, tiene un peso de 81 kg, talla 1.70 m con un índice muscular 28.03 que es sobrepeso, con presión 145 mmHg, colesterol 200mg/dl, triglicéridos 200mg/dl, indica que presenta dolor de cabeza y mareos. Diagnóstico: Hipertensión arterial y lleva tratamiento.</p>	<p>Diagnóstico: Tiene un 65% riesgo alto de padecer Hipertensión arterial. Tiene un 16% riesgo de padecer isquemia cardíaca.</p>
<p><u>Caso Clínico 2:</u></p>	<p>Diagnóstico:</p>

<p>Paciente de sexo masculino de 48 años, tiene un peso de 96 kg, talla 1.75 m con un índice muscular 31.35 que es obesidad, con presión 140 mmHg, colesterol 200mg/dl, triglicéridos 180mg/dl, indica que presenta cansancio al hacer esfuerzo físico y demasiado sueño.</p> <p>Diagnóstico: Hipertensión arterial y lleva tratamiento</p>	<p>Tiene un 29% riesgo moderado de padecer hipertensión arterial.</p> <p>Tiene un 16% riesgo de padecer Isquemia cardíaca.</p>
<p><u>Caso Clínico 3:</u></p> <p>Paciente Mujer de 66 años tiene un peso de 62 kg, talla 1.62 m con un índice muscular 23.62 que es normal, con presión 160 mmHg, colesterol 220mg/dl, triglicéridos 210 mg/dl, indica que presenta cansancio al hacer esfuerzo físico y demasiado sueño.</p> <p>Diagnóstico: Hipertensión arterial y lleva tratamiento</p>	<p>Diagnóstico:</p> <p>Tiene 76% riesgo alto de padecer hipertensión arterial.</p> <p>Tiene 45% riesgo moderado de padecer isquemia cardíaca.</p>
<p><u>Caso Clínico 4:</u></p> <p>Paciente varón de 54 años tiene un peso de 95 kg, talla 1.70 m con un índice muscular 32.87 que es obesidad, con presión 120 mmHg, colesterol 200mg/dl, triglicéridos 180 mg/dl, indica que siente un dolor de cabeza y también mareos.</p> <p>Diagnóstico: Hipertensión arterial y no lleva todavía tratamiento</p>	<p>Diagnóstico:</p> <p>Tiene un 29 % riesgo moderado de padecer hipertensión arterial.</p> <p>Tiene un 16 % a riesgo de padecer isquemia cardíaca.</p>

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente *Tabla 15* se muestra los resultados de las 50 pruebas que se realizaron:

Tabla 15*Resultados de pruebas al sistema experto*

N° Prueba	Edad	IMC (Índice de masa corporal)	Presión	Colesterol	Triglicéridos	Tabaquismo	Dolor de pecho	Resultado Sistema Experto	Diagnóstico Experto
1	48	28	145	200	200	0	0	Riesgo Alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
2	48	31	140	200	180	0	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
3	66	24	160	220	210	0	0	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
4	50	23	90	180	250	2	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
5	60	27	90	196	340	1	4	Riesgo moderado (Tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca
6	67	23	90	300	170	0	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
7	80	31	110	200	150	0	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
8	41	27	134	249	500	1	1	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
9	47	22	140	250	510	0	1	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
10	40	30	140	150	300	0	3	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial

11	45	34	155	190	157	1	1	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
12	56	24	147	225	370	0	1	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
13	43	28	117	210	190	0	0	Riesgo bajo (No tiene isquemia cardíaca)	No tiene isquemia cardíaca
14	55	20	89	240	176	10	3	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
15	59	30	135	178	190	0	1	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
16	67	22	150	176	320	0	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
17	30	21	145	201	220	3	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
18	30	27	100	212	170	1	5	Riesgo bajo (No tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca
19	61	26	129	189	380	0	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
20	43	18	80	210	158	3	4	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
21	80	28	119	194	199	0	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
22	39	31	133	220	230	0	1	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
23	32	20	130	190	160	0	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
24	72	26	111	235	220	0	5	Riesgo alto (Tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca
25	47	25	131	228	179	0	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
26	53	28	139	180	266	4	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial

27	47	26	115	200	187	0	1	Riesgo bajo (No tiene isquemia cardíaca)	No tiene isquemia cardíaca
28	75	22	124	170	165	0	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
29	32	27	113	237	160	0	6	Riesgo bajo (No tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca
30	58	29	140	194	167	0	1	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
31	64	29	146	183	152	1	6	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
32	78	25	91	238	315	4	0	Riesgo moderado (Tiene isquemia cardíaca)	No tiene isquemia cardíaca
33	78	30	141	189	190	0	0	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
34	51	35	145	169	170	1	1	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
35	89	25	93	242	320	4	0	Riesgo moderado (Tiene isquemia cardíaca)	No tiene isquemia cardíaca
36	63	27	137	200	169	0	5	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
37	56	25	102	160	178	1	0	Riesgo bajo (No tiene isquemia cardíaca)	No tiene isquemia cardíaca
38	52	32	150	245	212	1	0	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
39	69	27	111	168	218	0	0	Riesgo bajo (No tiene isquemia cardíaca)	No tiene isquemia cardíaca
40	70	36	131	245	170	0	0	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
41	45	25	110	224	200	5	1	Riesgo medio (Tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
42	55	23	117	230	300	0	4	Riesgo moderado (Tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca

43	87	29	130	190	220	1	0	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
44	49	24	112	218	500	2	3	Riesgo moderado (Tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca
45	62	28	123	180	190	0	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
46	48	34	160	158	166	1	1	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
47	43	27	135	197	215	0	2	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial
48	88	21	102	190	178	10	0	Riesgo bajo (No tiene hipertensión arterial)	No tiene hipertensión arterial
49	59	24	107	250	310	0	4	Riesgo moderado (Tiene isquemia cardíaca)	Tiene isquemia cardíaca
50	37	27	140	213	200	2	0	Riesgo alto (Tiene hipertensión arterial)	Tiene hipertensión arterial

Fuente: Elaboración propia

Calculando la matriz de confusión con la calculadora online del sitio web (<http://www.marcovanetti.com/pages/cfmatrix/>).

Tabla 16

Resultados de la matriz de confusión

		Resultados Verdaderos		
		Positivo	Negativo	Clasificación General
Resultados del S.E.	Positivo	25	8	33
	Negativo	5	12	17
	Verdad General	30	20	

Fuente: Resultados obtenidos de <http://www.marcovanetti.com/pages/cfmatrix/>

Para calcular la tasa de aciertos en la matriz de confusión, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de aciertos} = \frac{(\mathbf{vp} + \mathbf{vn})}{(\mathbf{vp} + \mathbf{vn} + \mathbf{fp} + \mathbf{fn})}$$

$$\text{Tasa de aciertos} = \frac{(25 + 12)}{(25 + 12 + 5 + 8)}$$

$$\text{Tasa de aciertos} = 0.74$$

De acuerdo a lo calculado la tasa de aciertos en porcentajes es 74%, que indica que los resultados que da el sistema experto son buenos.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el trabajo de Maritza Irma Quisbert Espejo (2013) “Sistema experto para el diagnóstico de la enfermedad coronaria”, El sistema experto que se realizó ayuda al especialista y a las personas en el diagnóstico de la enfermedad coronaria, para luego tomar decisiones y evitar que se agrave más. En nuestro caso también podemos confirmar que el sistema experto que se ha desarrollado proporciona un diagnóstico en nivel de riesgo en porcentaje, el cual evitará el agravamiento de la cardiopatía.

En el trabajo de Stephany Grace Rodriguez Johnson y Diana Carolina Vera Ulloa (2018) “Implementación de un sistema experto basado en lógica difusa para la detección temprana de un paro cardíaco”, Se determinó que con el sistema experto basado en lógica difusa junto con la pulsera electrónica se tiene un porcentaje mayor de alertas correctas de detección temprana de un paro cardíaco, con respecto al método anterior que utiliza el médico de cardiología de un hospital en Trujillo. En nuestro caso se puede decir que el sistema experto que diagnostica las cardiopatías más comunes que son: la hipertensión arterial y la isquemia cardíaca, y que ha sido probado con 50 casos, obteniéndose una precisión del 74%.se muestra que la metodología para el desarrollo del sistema experto que utilizaron fue muy acertada, puesto que les dio mayor flexibilidad en el manejo de problemas a lo largo de su investigación. En nuestro caso también podemos afirmar que la elección de la metodología para el desarrollo de nuestro sistema fue adecuada porque nos ayudó a entender mejor el problema, nos brindó una estructura ordenada para trabajar.

CONCLUSIONES

Se implementó un sistema experto para el diagnóstico de las cardiopatías más comunes en adultos utilizando lógica difusa, cumpliendo con los cuatro objetivos específicos que se planteó:

1. Se recopiló los procedimientos a emplearse para la evaluación de los pacientes con hipertensión arterial e isquemia cardíaca.
2. Se desarrolló una base de conocimiento que abarca la base de reglas que tiene 486 reglas, con la ayuda del experto humano en este caso con el médico cardiólogo.
3. Se implementó el sistema experto para el diagnóstico de cardiopatías más comunes en adultos como son la hipertensión arterial e isquemia cardíaca, el diagnóstico que da es por nivel de riesgo en porcentaje.
4. Se comparó los diagnósticos obtenidos por el sistema experto con los diagnósticos emitidos por el experto cardiólogo. Se hizo pruebas con 50 casos de los cuáles se obtuvo una tasa de aciertos del 74% por el Sistema Experto y, el experto humano acertó en el 100 % pero existiendo un pequeño porcentaje de error en el diagnóstico, puesto que, el ser humano también es susceptible a equivocaciones.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar la base de reglas para más tipos de cardiopatías.
2. También se recomienda implementar un sistema experto para la plataforma móvil.
3. Se recomienda realizar una implementación para el seguimiento del tratamiento de las cardiopatías más comunes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Agreda, M. (Mayo de 2013). Implementación de un Sistema Experto como Apoyo en el Diagnóstico de Enfermedades y Manejo de Expedientes Clínicos. *Tesis de Grado*.
- American Heart Association AHA/ACC. (2013). *Heart Risk Calculator*. Obtenido de American Heart Association: <https://www.cvriskcalculator.com/>
- Badaro, S., Ibañez, J. L., & Agüero, M. J. (2013). *Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones*.
- Bastante Valiente, T., Ruiz Mateos, B., & Iborra Cuevas, C. (2006). *Cradiología y Cirugía Cardiovascular* (3ra Edición ed.). Grafinter, S.L.
- Bouza, A. (2012). *Microcontroladores Estándar en el Desarrollo*. Obtenido de Universidad Nacional de La Plata: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23881/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Cardona Roman, D. M. (2009). *Sistemas Expertos*.
- Castillo, E., Gutierrez, J. M., & Hadi, A. (1996). *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas*. Obtenido de <https://personales.unican.es/gutierjm/papers/BookCGH.pdf>
- Criado Briz, J. M. (06 de Mayo de 2004). *Introducción a los sistemas expertos*. Obtenido de Ingenieros en Informática: http://ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/cap1.php
- Delgado Soto, J. A. (1999). Lógica Difusa Aplicada a las Telecomunicaciones de Datos. *Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León. Obtenido de <http://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/3502>
- Diciembre Sanahuja, S. (2017). Sistemas de Control con Lógica Difusa: Métodos de Mamdani y de Takagi-Sugeno-Kang (TSK). *Proyecto Final de Grado*. Universitat Jaume I.
- D'Negri, C. E., & De Vito, E. L. (2006). Introducción al razonamiento aproximado: lógica difusa. *Revista Americana de Medicina Respiratoria*, Vol. 6(Núm. 3), 126 - 136.
- Filguerías Rama, D., De Juan Baguda, J., & Jurado Román, A. (2014). *Manual CTO de Medicina y Cirugía: Cardiología y Cirugía Cardiovascular* (9 Ed. ed.). CTO Editorial S.L.

- Framingham Heart Study. (s.f.). *Cardiovascular disease*. Obtenido de Framingham Heart Study: <https://www.framinghamheartstudy.org/fhs-risk-functions/cardiovascular-disease-10-year-risk/>
- Fundación Española del Corazón. (2019). *Cardiopatía Isquémica*. Obtenido de Fundación Española del Corazón: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/cardiopatia-isquemica.html>
- Gamez Martín, J. A., & Puerta Callejón, J. M. (1998). *Sistemas Expertos Probabilísticos*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha .
- Giarratano, J., & Riley, G. (2001). *Sistemas Expertos: principios y programación*.
- Gutierrez Lozano, F., & Hernandez Valderrama, S. R. (2015). Implementación de un Sistema Experto para el Diagnóstico de desnutrición en Niños Menores de 5 años Utilizando Lógica Fuzzy. *Tesis de Grado*. Universidad de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9713>
- Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- Huratado Palacio, J. P. (2014). *Lógica Difusa: Perspectiva y Aplicaciones*. Obtenido de Universidad del Quindío: <https://bit.ly/3Sx7AAF>
- León Quintanar, T. (2007). *Sistemas Expertos y Sus Aplicaciones. Monografía*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sistemas%20expertos%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>
- Llangari Silva, F. D. (2016). Análisis comparativo de la productividad de metodologías CommonKADS vs Buchanan para el desarrollo de un sistema experto de gestión de cultivos para la JURECH. *(Tesis de Grado)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6265/1/18T00660.pdf>
- Mayo Clinic Health System. (2019). *Isquemia Miocárdica*. Obtenido de Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/myocardial-ischemia/symptoms-causes/syc-20375417>
- Mendoza, A., & Zuluaga, J. (2011). *Sistemas Expertos*. Obtenido de Sistemas Expertos johaagus: <http://sistemasexpertosjohaagus.blogspot.com/2011/08/campos-de-aplicacion-de-los-se.html>
- Ministerio de Salud del Perú. (s.f.). *Ministerio de Salud del Perú*. Obtenido de MINSA: <https://www.gob.pe/minsa/>

- Ministerio de Salud Perú. (2015). *Principales Causas de Mortalidad*. Obtenido de MINSA: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/mortalidad/macros.asp?00>
- MIR, Academia de Estudios. (2006). *Cardiología y Cirugía Cardiovascular*. Grafinter S.L.
- Moret Bonillo, V. (Mayo de 2005). *Validación y usabilidad de sistemas informáticos*. Obtenido de Myslide: <http://myslide.es/documents/validacion-y-usabilidad-de-sistemas-informaticoscopy>.
- Nicolalde Maldonado, J. (2018). *Desarrollo de un Sistema Experto para la Valoración de los Resultados de una Evaluación del Desempeño de los Servidores de una LAN*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <https://docplayer.es/92319356-Escuela-politecnica-nacional.html>
- OMS. (2020). *Top 10 Causes of Death*. Obtenido de Organización Mundial de Salud: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Ortiz Turizo, J. A. (2006). Aplicaciones Industriales, Domésticas y Otros Campos de la Lógica Difusa. *Monografía*. Universidad Tecnológica de Bolívar. Obtenido de https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/903/0033395_merged%20%282%29.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Pajares Martinsanz, G., & Santos Peñas, M. (2006). *Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento*. Alfaomega Grupo Editor.
- Peret Riera, J., & Peret Martínez, J. (1988). *Esquemas Clínico Visuales en Cardiología*. EGEDSA.
- perez, j. (2009). *difuso*. Obtenido de UNI.
- Pró, E. A. (2012). *Anatomía Clínica*. Panamericana Médica.
- Reina, D. (2008). *Fundamentos de Matemática Difusa*.
- Rodríguez Johnson, S. G., & Vera Ulloa, D. C. (2018). Implementación de un Sistema Experto Basado en Lógica Difusa para la Detección Temprana de un Paro Cardíaco. *Tesis de Grado*. Universidad Privada del Norte.
- Romero, J. J. (2007). *Inteligencia Artificial y Computación Avanzada*. Tórculo, Artes Gráficas.
- Russell, S., & Norving, P. (2004). *Inteligencia Artificial*. Pearson Educación. Obtenido de <https://luismejias21.files.wordpress.com/2017/09/inteligencia-artificial-un-enfoque-moderno-stuart-j-russell.pdf>
- Saavedra Rondo, J. M. (2006). *Parte I: Introducción a los Sistemas Expertos*. Obtenido de Universidad Católica Los Angeles de Chimbote: http://files.uladech.edu.pe/docente/02659781/IA/S14/03_PL-Parte1-2007.pdf

- Sastre Perez, I. J., & Perez Galan, R. (Noviembre de 2016). *Infarto de Miocardio*. Obtenido de Formación Alcalá Edito: <https://www.faeditorial.es/capitulos/infarto-miocardio.pdf>
- Schildt, H. (1989). *Utilización de C en inteligencia artificial*.
- Sell, P. (1999). *Sistemas Expertos para Principiantes*. Noriega Editores.
- Simulación y Modelos UNEFAPC. (s.f.). *Sistemas Expertos*. Obtenido de UNEFAPC: <http://simulacionymodelos-unefapc.blogspot.com/p/sistemas-expertos.html>
- Sistemas Expertos. (2015). *Estructura básica de un sistema experto*. Obtenido de Sistemas Expertos Wordpress: <https://sistemasexpertostsu.wordpress.com/2015/06/18/estructura-basica-de-un-sistema-experto-2/>
- Sociedad Española de Medicina Interna. (10 de Noviembre de 2015). *Hipertensión Arterial*. Obtenido de FESEMI: <https://www.fesemi.org/sites/default/files/documentos/publicaciones/hta-semi.pdf>
- Universidad de las Americas de Puebla. (2009). *Sistemas Expertos y Lógica Difusa*. Obtenido de Catarina UDLAP: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo2.pdf
- Universidad de Malaga. (2010). *Teoria de conjuntos difusos y logica difusa*. Obtenido de ICC UMA: <http://www.lcc.uma.es/~eva/aic/apuntes/fuzzy.pdf>
- Villaescusa, J. (Enero de 2015). *Anatomía y Fisiopatología del Sistema Vascolar*. Obtenido de Hospital Universitario Marqués de Valdecilla: http://www.humv.es/estatico/enfermeria/Actualiz_conocimientos_patolg_vascular_MII/2_anatomia_fisiologia_del_sistema_vascular.pdf
- Wang, L.-X. (1997). *A Course in Fuzzy systems and Control*. Hong Kong: Prentice-Hall International, Inc.
- WHO. (2008). *Prevención de las enfermedades cardiovasculares*. Obtenido de World Health Organization: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43847/9789243547282_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

Índice de masa corporal (IMC): es un número que se calcula con base en el peso y la estatura de la persona. El IMC puede ser un indicador confiable de la gordura para muchas personas, y se usa para identificar las categorías de peso que pueden conducir a problemas de salud.

Tabaquismo: Es la adicción al tabaco causada, fundamentalmente, por uno de sus componentes activos: la nicotina.

Presión arterial sistólica: El primer y mayor número, es la presión originada cuando el corazón se contrae y bombea la sangre hacia afuera.

Colesterol total: Cantidad total de colesterol en la sangre. Incluye ambos tipos: El colesterol de lipoproteína de baja densidad (LDL) y el colesterol de lipoproteína de alta densidad (HDL).

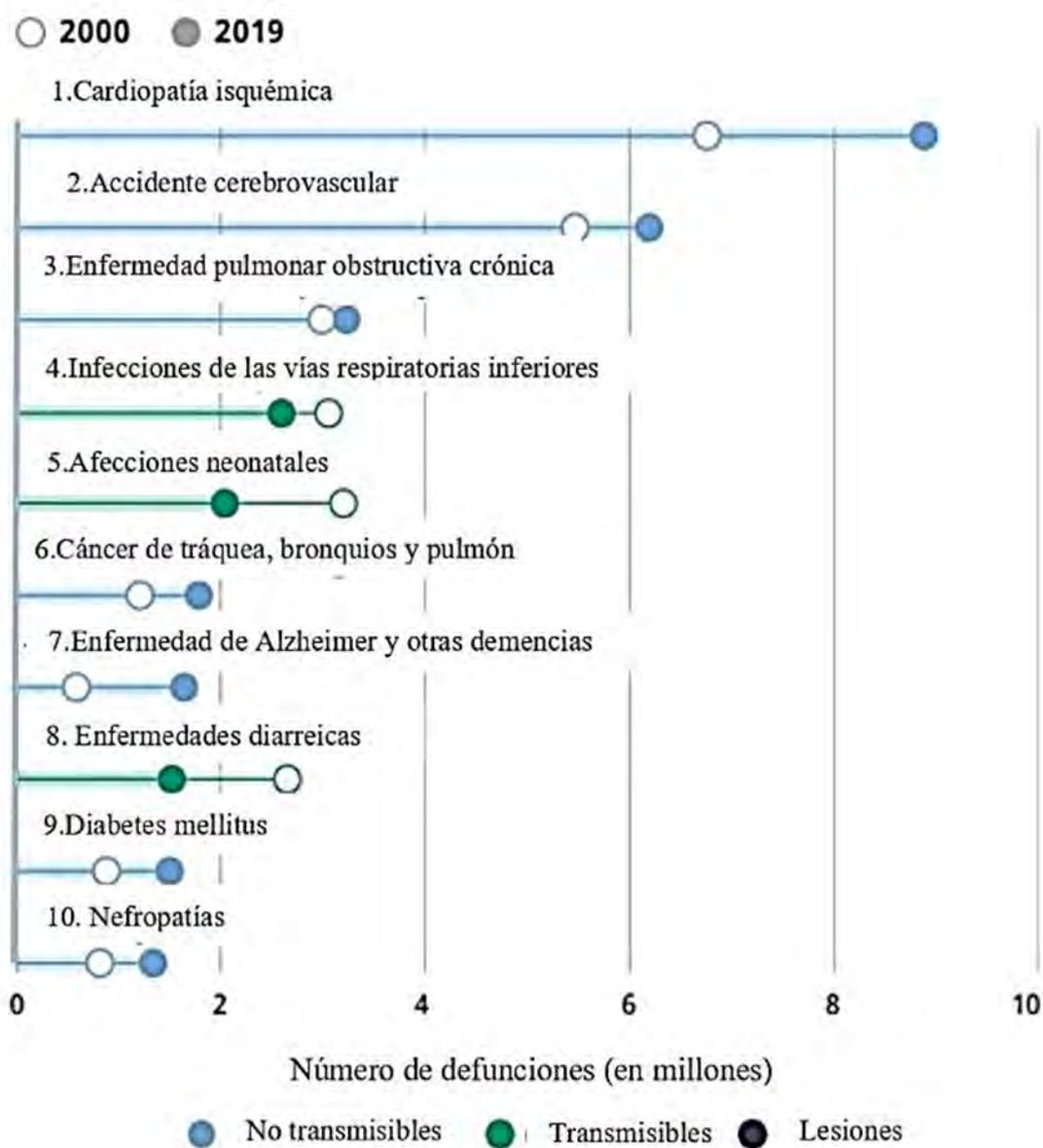
Triglicéridos: son un tipo de grasa. Son el tipo más común de grasa en el cuerpo. Proceden de alimentos, como la mantequilla, aceites y otras grasas que se consume. Los triglicéridos además vienen de calorías adicionales, es decir las que se consume, aunque el cuerpo no lo utiliza de inmediato.

Lógica multivaluada: es un cálculo proposicional en la existe más de dos valores de verdad.

ANEXO 2: GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

Figura 25

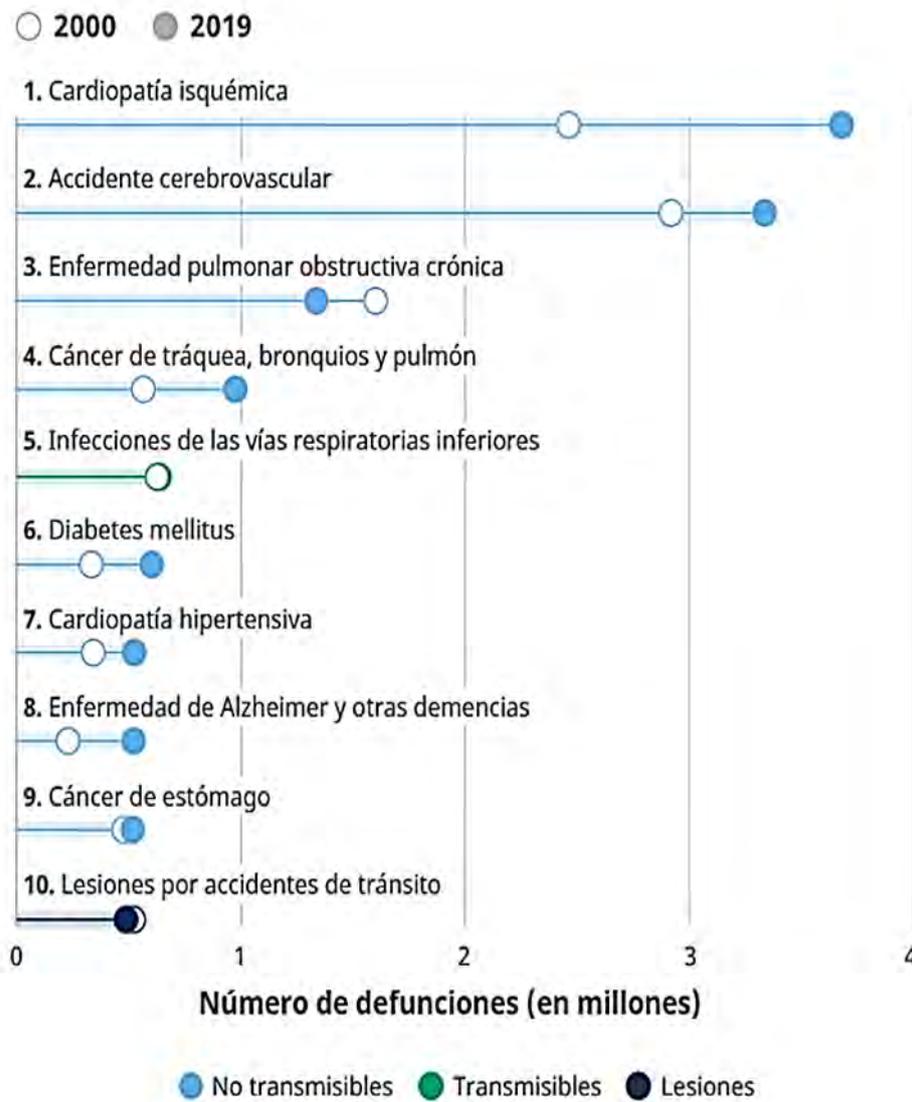
Principales causas de muerte en el mundo según la OMS



Fuente: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

Figura 26

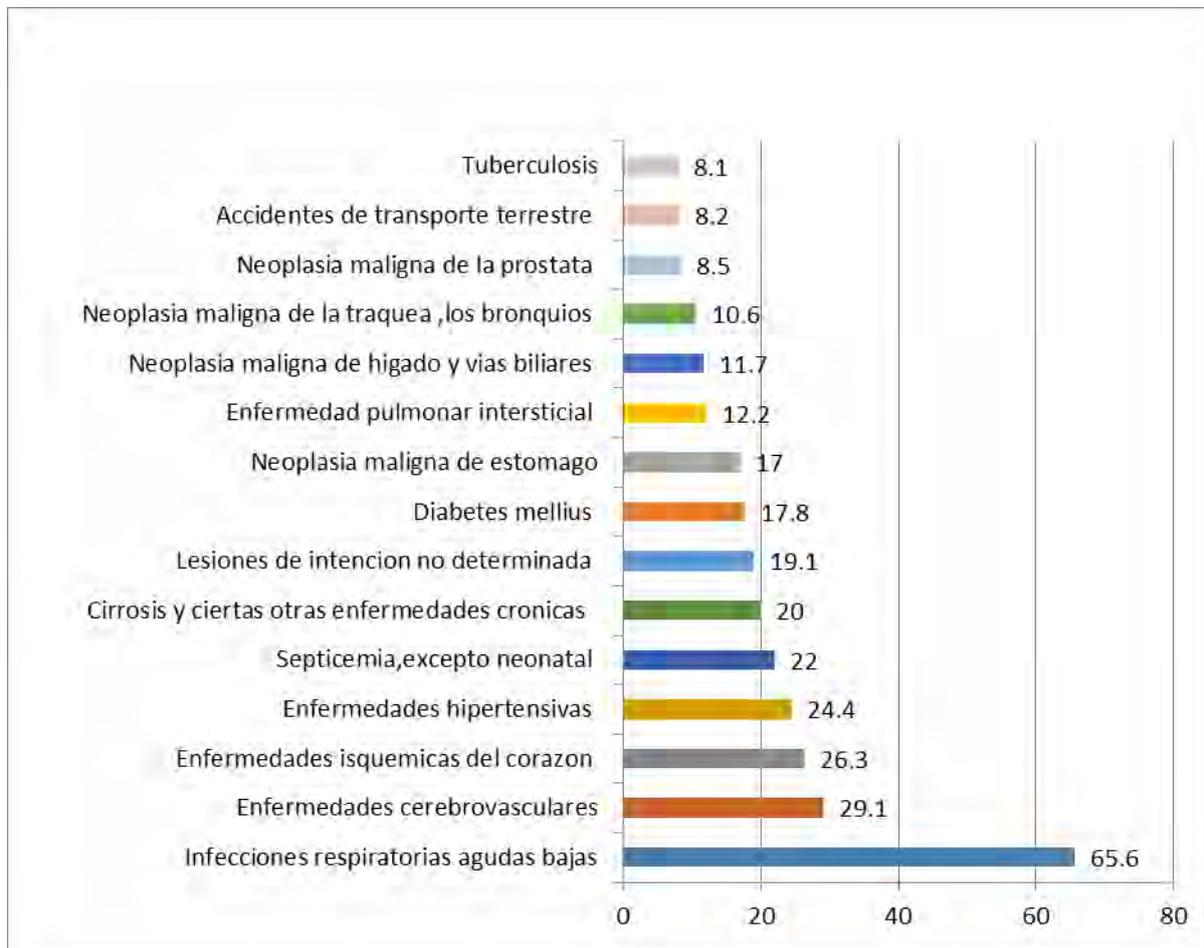
Principales causas de defunción en los países de ingresos medianos altos



Fuente: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

Figura 27

Principales causas de muerte en América de 2000 - 2019



Fuente: <https://www.paho.org/es/enlace/causas-principales-mortalidad-discapacidad>

Figura 28

Quince primeras causas de muerte en el Perú



Fuente:

<https://determinantes.dge.gob.pe/mortalidad/mortalidadPorAnio/2018?fbclid=IwAR2JHKfP>

[R_WA-NO4QzVLcqSOrFw9Y8QGKaLNXOQ8hYjk62c0187Xmqsd2hM](#)

ANEXO 3: REGLAS

Aquí mostramos algunas reglas de la isquemia cardíaca y la hipertensión arterial de la base de conocimiento del sistema experto.

1) SI (edad= 'joven') Y (tabaquismo= 'normal') Y (DolorPecho= 'normal')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos='normal') ENTONCES (riesgolsquemia='bajo');

2) SI (edad= 'joven') Y (tabaquismo='normal') Y (DolorPecho='alto')Y (colesterol='normal') Y (triglicéridos= 'normal') ENTONCES (riesgolsquemia='bajo');

3) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'normal')Y(DolorPecho= 'muy alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal')ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

4) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'alto')Y(DolorPecho= 'normal')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal')ENTONCES (riesgolsquemia='bajo');

5) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'alto')Y(DolorPecho= 'alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal')ENTONCES (riesgolsquemia='bajo');

6) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'alto')Y(DolorPecho= 'muy alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal')ENTONCES (riesgolsquemia= 'bajo');

7) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'muy alto')Y(DolorPecho= 'normal')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

8) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'muy alto')Y(DolorPecho= 'alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

9) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'muy alto')Y(DolorPecho= 'muy alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal')ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

10) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'normal')Y(DolorPecho= 'normal')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto')ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

11) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'normal')Y(DolorPecho= 'alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

12) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'normal')Y(DolorPecho= 'muy alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto')ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

13) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'alto')Y(DolorPecho= 'normal')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

14) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'alto')Y(DolorPecho= 'alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto')ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

15) SI (edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'alto')Y(DolorPecho= 'muy alto')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto')ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

- 16) SI(edad= 'joven')Y(tabaquismo= 'muy alto')Y(DolorPecho= 'normal')Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 17) SI(edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto')ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 18) SI(edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 19) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 20) SI(edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 21) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 22) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 23) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 24) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 25) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 26) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 27) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 28) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 29) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 30) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 31) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

- 32) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 33) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 34) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 35) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 36) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 37) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');
- 38) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 39) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 40) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 41) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 42) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 43) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 44) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 45) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 46) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 47) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');
- 48) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

49) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

50) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

51) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

52) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

53) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

54) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

55) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

56) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

57) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

58) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

59) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

60) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

61) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

62) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

63) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

64) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

65) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

66) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

67) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

68) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

69) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

70) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

71) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

72) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

73) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

74) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

75) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

76) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

77) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

78) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

79) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

80) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

81) SI (edad= 'joven') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'alto');

82) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

83) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

84) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

85) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

86) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

87) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

88) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

89) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

90) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

91) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

92) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

93) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

94) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

95) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

96) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'alto');

97) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

98) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

99) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

100) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

101) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

102) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

103) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

104) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

105) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

106) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

107) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

108) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

109) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

110) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

111) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

112) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

113) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

114) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

115) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

116) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

- 117) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 118) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');
- 119) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 120) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 121) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 122) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 123) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 124) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 125) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 126) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 127) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');
- 128) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 129) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 130) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 131) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 132) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 133) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

- 134) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 135) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 136) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');
- 137) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 138) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 139) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');
- 140) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 141) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 142) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 143) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 144) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 145) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');
- 146) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 147) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 148) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');
- 149) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');
- 150) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

151) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

152) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

153) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

154) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

155) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

156) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

157) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

158) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'alto');

159) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'alto');

160) SI(edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'moderado');

161) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'alto');

162) SI (edad= 'adulto') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'alto');

163) SI edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

164) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

165) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

166) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

167) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

168) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

169) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia= 'bajo');

170) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

171) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

172) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

173) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

174) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

175) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

176) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

177) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

178) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

179) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

180) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

181) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

182) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

183) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

184) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

185) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

186) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

187) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

188) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

189) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'normal') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

190) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

191) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

192) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

193) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

194) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

195) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

196) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

197) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

198) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

199) Si(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

200) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

201) Si (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

202) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

203) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

204) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

205) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

206) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

207) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

208) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

209) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

210) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

211) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

212) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

213) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

214) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

215) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

216) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

217) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='bajo');

218) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

219) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

220) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

221) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

222) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

223) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

224) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

225) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'normal ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

226) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

227) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

228) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

229) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

230) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

231) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

232) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

233) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

234) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

235) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='moderado');

236) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

237) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'normal') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

238) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

239) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

240) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

241) SI(edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'normal') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

242) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

243) SI (edad= 'adultoMayor') Y(tabaquismo= 'muy alto') Y(DolorPecho= 'muy alto') Y(colesterol= 'muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto ') ENTONCES(riesgolsquemia='alto');

244) SI((colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

245) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

246) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos='normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

247) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

248) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

249) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

250) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

251) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

252) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

- 253) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 254) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 255) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 256) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 257) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 258) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 259) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 260) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 261) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 262) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 263) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 264) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 265) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 266) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 267) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 268) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 269) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

270) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

271) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

272) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

273) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

274) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

275) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

276) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

277) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

278) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

279) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

280) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

281) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

282) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

283) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

284) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

285) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

286) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

287) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

288) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

289) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

290) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

291) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

292) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

293) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

294) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

295) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

296) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

297) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

298) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

299) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

300) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

301) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

302) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

303) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

304) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

305) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

306) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

307) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

308) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

309) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

310) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

311) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

312) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

313) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

314) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

315) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

316) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

317) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

318) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

319) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

320) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

321) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

322) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

323) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

324) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='normal') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

325) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

326) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

327) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos='normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

328) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

329) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

330) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

331) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

332) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

333) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

334) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

335) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

336) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

337) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

338) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

339) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

340) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

341) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

342) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

343) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

344) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

345) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

346) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

347) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

348) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

349) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

350) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

351) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

352) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

353) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

354) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

355) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

356) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

357) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

358) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

359) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

360) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

361) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

362) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

363) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

364) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

365) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

366) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

367) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

368) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

369) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

370) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

371) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

372) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

373) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

374) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

375) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

376) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

377) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

378) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

379) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

380) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

381) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

382) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

383) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

384) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

385) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

386) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

387) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

388) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

389) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

390) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

391) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

392) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

393) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

394) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

395) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

396) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

397) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

398) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

399) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

400) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

401) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

402) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

403) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

404) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

405) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='elevada') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

- 406) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 407) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 408) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos='normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 409) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 410) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 411) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 412) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 413) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 414) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 415) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 416) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 417) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 418) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 419) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 420) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 421) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 422) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

- 423) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 424) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 425) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 426) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 427) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 428) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 429) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 430) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 431) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 432) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'joven') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 433) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');
- 434) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 435) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 436) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 437) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');
- 438) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');
- 439) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

440) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

441) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

442) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

443) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

444) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

445) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

446) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

447) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

448) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

449) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

450) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

451) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

452) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

453) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

454) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

455) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

456) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

457) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

458) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

459) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adulto') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

460) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'bajo');

461) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

462) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

463) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

464) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

465) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

466) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

467) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

468) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'normal') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

469) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

470) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

471) Si(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

472) Si(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

473) Si(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

474) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

475) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

476) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

477) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'sobrepeso') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

478) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'medio');

479) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

480) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'normal') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

481) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

482) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

483) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

484) SI(colesterol='normal') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

485) SI(colesterol='alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

486) SI(colesterol='muy alto') Y(triglicéridos= 'muy alto') Y(masa= 'obesidad') Y(edad= 'adultoMayor') Y(presión='alta') ENTONCES (riesgoHArterial= 'alto');

ANEXO 4: DOCUMENTOS DE EVIDENCIA

Yo, ALEXANDER MONTESINOS CÁRDENAS, médico cardiólogo; puedo afirmar que brindé información sobre las cardiopatías más comunes, la orientación sobre qué variables se debe considerar para realizar el diagnóstico de la hipertensión arterial e isquemia miocárdica. Asimismo, puedo asegurar que realicé las pruebas necesarias y di las sugerencias de mejora, del sistema desarrollado en el trabajo de tesis llamado: "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS CARDIOPATÍAS MÁS COMUNES EN ADULTOS UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA", realizado por las bachilleres Iris Chuquinaira Sama y Alida Huamani Pila.

Se expide este documento a petición de las partes interesadas.



ALEXANDER MONTESINOS CÁRDENAS
CARDIÓLOGO

Nro. De paciente : 001	
Edad: 48	Índice de masa corporal: 28.03
Presión arterial sistólica: 145	Valor de colesterol total: 200
Valor de triglicéridos: 200	Cuantos cigarrillos fuma al día: 0
Dolor en pecho lado izquierdo: 0	
Diagnóstico del sistema experto	Diagnostico medico
85% de padecer hipertensión Arterial 16% de padecer isquemia	hipertensión Arterial hace 15 años lleva Tratamiento.

Nro. De paciente : 002	
Edad: 48	Índice de masa corporal: 31.35
Presión arterial sistólica: 140	Valor de colesterol total: 200
Valor de triglicéridos: 180	Cuantos cigarrillos fuma al día: 0
Dolor en pecho lado izquierdo: 0	
Diagnóstico del sistema-experto	Diagnostico medico
29% de padecer hipertensión Arterial. 16% de padecer isquemia	hipertension arterial y lleva tratamiento hace un año y medio.


 DR. ALEXANDER MONTENEGRO CRUZ
 C.M.P. 35541-218 2100

Nro. De paciente : 003	
Edad: 66	Índice de masa corporal: 23.62
Presión arterial sistólica: 160	Valor de colesterol total: 220
Valor de triglicéridos: 210	Cuantos cigarrillos fuma al día: 0
Dolor en pecho lado izquierdo: no tiene dolor	
Diagnóstico del sistema experto	Diagnostico medico
76% de padecer hipertensión Arterial. 43% de padecer isquemia	hipertension Arterial y lleva tratamiento hace 30 años.

Nro. De paciente : 004	
Edad: 54	Índice de masa corporal: 32.8
Presión arterial sistólica: 120	Valor de colesterol total: 200
Valor de triglicéridos: 180	Cuantos cigarrillos fuma al día: 0
Dolor en pecho lado izquierdo: 0	
Diagnóstico del sistema experto	Diagnostico medico
29% de padecer hipertensión Arterial. 16% de padecer isquemia	hipertension Arterial. no lleva aun tratamiento


 INSTITUCIÓN EDUCATIVA "EL CARIACO"

