

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



**SISTEMA EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA DISMINUIR
EL RIESGO DE DIABETES EN PERSONAS JÓVENES EN LA CIUDAD
DE CHICLAYO – PERÚ EN EL 2019**

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

AUTOR

KEVIN FARID DAVILA BENAVIDES

ASESOR

HECTOR MIGUEL ZELADA VALDIVIESO

<https://orcid.org/0000-0002-2311-4284>

Chiclayo, 2020

**SISTEMA EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA
DISMINUIR EL RIESGO DE DIABETES EN PERSONAS
JÓVENES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO – PERÚ EN EL
2019**

PRESENTADA POR:
KEVIN FARID DAVILA BENAVIDES

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

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR:

William Alfredo Noblecilla Vinces
PRESIDENTE

Oscar Alex Serquen Yparraguirre
SECRETARIO

Héctor Miguel Zelada Valdivieso
VOCAL

DEDICATORIA

A mi abuela Blanca, la que no es “abuelita”, mi segunda madre, por su amor tan grande que me llena el corazón y el estómago, te adoro gordita.

A mi papá Domingo, por ser el máximo modelo que he tenido y mi inspiración al actuar correctamente.

A mi tío Jener, ejemplo perfecto de rectitud, inteligencia y bondad, las palabras no alcanzan para describir cuanto te admiro.

Y finalmente, a mi madre Clara, la luz de mi vida, la que dio todo de sí para formarme como lo ha hecho, no sé que haría sin ella.

Mi humilde trabajo lo dedico a mi familia, quienes siempre están ahí de manera incondicional para cualquier cosa que necesite, fruto de su esfuerzo y amor es la persona que ahora soy, les estaré eternamente agradecido.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme en los momentos más decisivos del desarrollo de esta tesis.

A mis asesores de tesis, los Ingenieros Mitchell Blancas y Héctor Zelada, por compartir su conocimiento y aclararme los conceptos más fundamentales para desarrollar mi investigación

Al médico endocrinólogo Julio Sifuentes, por su gran aporte y colaboración al desarrollo de mi investigación.

A los ingenieros Marlon Vilchez y Huilder Mera, por su constante apoyo y ayuda en el transcurso de mi investigación.

A mis amigos de la facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación, con quienes culminé la más grata etapa de mi vida. ¡Lo logramos amigos!

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
II.	MARCO TEÓRICO	14
2.1.	ANTECEDENTES	14
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	14
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES.....	15
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	16
2.2.	BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	17
2.2.1.	SISTEMA EXPERTO.....	17
2.2.1.1.	Definición	17
2.2.1.2.	Características	17
2.2.1.3.	Ventajas.....	17
2.2.1.4.	Desventajas.....	18
2.2.1.5.	Tipos	18
2.2.1.6.	Comparación tipos de sistemas expertos	20
2.2.2.	LÓGICA DIFUSA.....	21
2.2.2.1.	Definición	21
2.2.2.2.	Características	21
2.2.2.3.	Ventajas.....	21
2.2.2.4.	Desventajas.....	22
2.2.2.5.	Métodos de fuzzificación	22
2.2.3.	RIESGO DE DIABETES.....	24
2.2.3.1.	Disminución de riesgo de diabetes.....	24
2.2.3.2.	Estudio de la diabetes en personas jóvenes.....	26
III.	METODOLOGÍA	29
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	29
3.3.1.	POBLACIÓN	29

3.3.2.	MUESTRA	29
3.3.3.	MUESTREO	30
3.4.	CRITERIOS DE SELECCIÓN	30
3.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	30
3.5.1.	VARIABLES	30
3.5.1.1.	Variable independiente	30
3.5.1.2.	Variable dependiente	30
3.5.2.	INDICADORES (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES)	31
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.7.	PROCEDIMIENTOS	32
3.7.1.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO	32
3.7.2.	ANÁLISIS DE RIESGOS	33
3.7.3.	PRODUCTO ACREDITABLE	34
3.7.4.	MANUAL DE USUARIO	34
3.8.	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	34
3.9.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	35
3.10.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	36
IV.	RESULTADOS	37
4.1.	EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA	37
4.1.1.	IDENTIFICACIÓN	37
4.1.2.	CONCEPTUALIZACIÓN	38
4.1.3.	FORMALIZACIÓN	38
4.1.4.	IMPLEMENTACIÓN	42
4.1.5.	PRUEBA	49
4.2.	EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	50
4.2.1.	REALIZAR LA ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTO DE UN EXPERTO EN DIABETES	50
4.2.2.	DEFINIR LAS REGLAS PARA LA PREVENCIÓN DE DIABETES	50
4.2.3.	DESARROLLAR UN SISTEMA EXPERTO HACIENDO USO DE UN MODELO DIFUSO	50
4.2.4.	DETERMINAR LA EFICACIA DEL SISTEMA EXPERTO	50
4.3.	IMPACTOS ESPERADOS	51
4.3.1.	IMPACTOS ECONÓMICOS	51

4.3.2. IMPACTOS SOCIALES	51
4.3.3. IMPACTOS EN TECNOLOGÍA	51
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
VIII. LISTA DE REFERENCIAS.....	56
IX. ANEXOS	57
ANEXO N° 01. ANÁLISIS DE RIESGOS	57
ANEXO N° 02. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	67
ANEXO N° 03. MANUAL DE USUARIO.....	72
ANEXO N° 04. REGLAS DEL SISTEMA EXPERTO	84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I.....	31
TABLA II	32
TABLA III.....	27
TABLA IV.....	30
TABLA V	33
TABLA VI.....	34
TABLA VII.....	46
TABLA VIII	51
TABLA IX.....	51
TABLA X	52
TABLA XI.....	53
TABLA XII.....	54
TABLA XIII	55
TABLA XIV.....	56
TABLA XV	57

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1. MODELO DE UNA NEURONA ARTIFICIAL	14
FIG. 2. ARQUITECTURAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES	15
FIG. 3. MÉTODOS DE FUZZIFICACIÓN	17
FIG. 4. FUNCIÓN CONSECUENTE DEL MÉTODO SUGENO.....	18
FIG. 5. TIPOS DE OUTPUTS DEL MÉTODO SUGENO.....	18
FIG. 6. MÉTODO DE OBTENCIÓN DE OUTPUTS DEL MÉTODO TSUKAMOTO.....	19
FIG. 7. PERSONAS DE 15 Y MÁS AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD SEGÚN SEXO 2014-2017 .	22
FIG. 8. PERSONAS DE 15 Y MÁS AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD, SEGÚN REGION, 2017.....	22
FIG. 9. PROMEDIO DIARIO DE CIGARRILLOS CONSUMIDOS POR PERSONAS DE 15 Y MÁS AÑOS DE EDAD, SEGÚN ÁREA DE RESIDENCIA Y NIVEL DE EDUCACIÓN 2014-2017...	23
FIG. 10. ARQUITECTURA DEL SISTEMA EXPERTO	34
FIG. 11. DEFINICIÓN DE CONJUNTOS DIFUSOS	37
FIG. 12. DEFINICIÓN DE BASE DE CONOCIMIENTOS	37
FIG. 13. DIAGRAMA DE CONTEXTO DE DISEÑO.....	37
FIG. 14. DIAGRAMA DE REALIZACIONES DE CASOS DE USO DE DISEÑO.....	38
FIG. 15. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO “GESTIONAR TEST”	38
FIG. 16. DIAGRAMA DE SECUENCIA “GESTIONAR TEST”	39
FIG. 17. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO “REGISTRAR PERSONA”	39
FIG. 18. DIAGRAMA DE SECUENCIA “REGISTRAR PERSONA”	39
FIG. 19. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO “REGISTRAR TEST PERSONA”	40
FIG. 20. DIAGRAMA DE SECUENCIA “REGISTRAR TEST PERSONA”	40
FIG. 21. DIAGRAMA DE BASE DE DATOS.....	40
FIG. 22. INTERFAZ “LISTA DE TEST”	41
FIG. 23. INTERFAZ “AGREGAR TEST PERSONA”.....	41
FIG. 24. INTERFAZ “AGREGAR TEST”	41
FIG. 25. INTERFAZ “REPORTE DE TEST”	41
FIG. 26. INTERFAZ DE RESULTADOS PARA RIESGO ALTO	42

RESUMEN

La presente investigación tiene como fin concientizar a los jóvenes sobre una de las mayores amenazas para la salud hoy en día: la diabetes.

Aprovechando los recursos tecnológicos actuales, se propone un sistema que apoye el proceso de disminución de riesgo de diabetes en los jóvenes. Siendo así, se busca crear conciencia para disminuir el riesgo de diabetes y prevenirla a tiempo, pues la prevención es la mejor arma para combatir cualquier enfermedad.

De esta manera, se aplicó la metodología Buchanan para el desarrollo de un sistema experto que permita apoyar el proceso de disminución de riesgo de diabetes en los jóvenes residentes en la ciudad de Chiclayo, quienes, por su estilo de vida actual y ubicación geográfica, son propensos a sufrir esta enfermedad.

Con esto se busca cambiar la manera de pensar y vivir de los jóvenes, pues actualmente presentan muy malos hábitos que hacen posible la presencia de la enfermedad.

PALABRAS CLAVE: experto, diabetes, prevención.

ABSTRACT

The purpose of this research is to raise awareness among young people about one of the biggest threats to health today: diabetes.

Taking advantage of current technological resources, it proposes a system that supports the process of reducing diabetes risk in young people. Thus, it seeks to raise awareness to reduce the risk of diabetes and prevent time, since prevention is the best weapon to fight any disease.

In this way, the Buchanan methodology was applied for the development of an expert system that allows supporting the process of diabetes risk reduction in young residents in the city of Chiclayo, who, due to their current lifestyle and geographical location, are prone to suffer from this disease.

This seeks to change the way of thinking and living of young people, because we currently have very bad habits that make the presence of the disease possible.

KEYWORDS: expert, diabetes, prevention.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, se calcula que 422 millones de adultos sufrían diabetes en 2014. Comparando esto con los 108 millones en 1990, la prevalencia mundial de diabetes ha ascendido a casi el doble (del 4.7% al 8.5%) en la población adulta. Este aumento va de la mano con el incremento de sus factores de riesgo: sobrepeso, obesidad, vida sedentaria, mala alimentación, etc.

La diabetes causó 1,5 millones de muertes en 2012, y las elevaciones de la glucemia por encima de los valores ideales provocaron otros 2,2 millones de muertes por el aumento de riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares o de otro tipo [1].

En 2014 en América, 62 millones de personas padecían de diabetes y se estima que para el 2040 serán 109 millones de personas quienes la padezcan si no se frena su avance, considerando que entre el 30% y 40% de las personas que sufren de diabetes están sin diagnosticar. Siendo además la cuarta causa de muerte en toda América.

Según INEI [2] “En el 2017, el 3,3% de la población de 15 y más años de edad informó que fue diagnosticada con diabetes mellitus por un medico alguna vez en su vida; este porcentaje se incrementó en 0,4 puntos porcentuales con respecto al 2016.”

Si observamos estos porcentajes podemos pensar que no es algo grave, pues las cantidades totales y el aumento en comparación al año anterior no es tan grande. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que estos casos son sólo de personas que han sido diagnosticadas con diabetes en algún momento de su vida, y se estima que otro gran porcentaje de la población sufra esta enfermedad y aún no haya sido diagnosticada.

La diabetes no es una enfermedad nueva, pues se tiene conocimiento de esta hace ya bastantes años. Lo que sí es nuevo es el grado de frecuencia de jóvenes con diabetes en estos últimos años, pues hace 10 años esta enfermedad, se creía, era exclusiva para personas de 40 o más años de edad.

“Toda persona a partir de los 40 años debe hacerse un chequeo de glucosa. Más aun si tiene obesidad, hipertensión o antecedentes familiares” – Jorge Calderón, presidente de la Asociación de Diabetes del Perú, 2016.

El hecho que sólo hace sólo tres años el presidente de la Asociación de Diabetes del Perú recomendaba hacerse análisis a partir de los 40, es prueba fehaciente que la cantidad de jóvenes que padecen este mal ha aumentado abruptamente en estos tres años. Y esto se debe a varias causas, principalmente a la desinformación y desinterés de los jóvenes sobre esta enfermedad.

La realidad de los jóvenes es que no le prestan la debida atención a esta enfermedad, pues se cree que sólo afecta a los adultos mayores y que es una enfermedad que te obliga a llevar control en tu alimentación y nada más. Esto, en parte, es correcto; pues la diabetes obliga al paciente a llevar un estricto control en su alimentación; sin embargo, no se están tomando en cuenta los catastróficos problemas que esta enfermedad puede traer consigo, tales como problemas respiratorios, paro cardíaco, pérdida de visión, daño a los nervios, amputación, entre otros.

Y lo más terrorífico es que esta enfermedad es asintomática, es decir, no presenta síntomas que muestren que la padeces.

En palabras de Medardo Chucos Ortiz, asesor de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) “Lo más preocupante es que por cada persona que es diagnosticada tardíamente, existen cinco que tienen diabetes y no lo saben [...] Muchos expertos dicen que los síntomas aparecen cuando ya se tienen 5 años de enfermedad”

Esto quiere decir que cuando se presenten los síntomas, probablemente ya sea tarde, y sólo quede tratar la enfermedad, cuando era posible prevenirla desde mucho tiempo atrás.

El hecho de que no presente síntomas es el mayor problema para los jóvenes, pues estos al no sentirse mal ni ver algún efecto negativo en su salud, tienden a pensar que no está pasando nada y por lo tanto no es necesario tomar alguna acción para

prevenir esta enfermedad, como asistir anualmente a un control con un endocrinólogo.

Si analizamos la situación, todos los hechos hacen muy peligroso el futuro de los jóvenes hoy en día, pues su estilo de vida, su entorno y su régimen alimenticio crean un ambiente idóneo para padecer diabetes.

En palabras de Medardo Chucos: “Ellos, casi siempre, tienden a consumir un alimento muy próximo. Al salir de la universidad o academia, siempre está una gaseosa, un queque o una hamburguesa. Casi nunca está una fruta o un yogurt, una bebida más saludable, o agua”.

Además, existen otros factores que ponen en riesgo a los jóvenes, como el estilo de vida sedentario. La misma naturaleza de muchas carreras profesionales obliga a los jóvenes a permanecer varias horas del día sentados. La gran cantidad de trabajos de oficina los obligan a estar sentados. Las actividades de ocio que estos tienen los obligan a estar sentados. Es muy poco el tiempo que pasan realizando actividades físicas, como un deporte o ejercicio.

Ante esta realidad, es importante formular la siguiente pregunta ¿De qué manera se puede apoyar la disminución de riesgo de diabetes?

Frente a esta pregunta y la necesidad de profundizar el problema, se realizó la investigación del tipo experimental, cuya población fueron los jóvenes residentes en la ciudad de Chiclayo, Perú. Para ello, se determinó que el objetivo general sería desarrollar un sistema experto que apoye la disminución de riesgo de diabetes en personas jóvenes en la ciudad de Chiclayo – Perú en el 2019, para lo cual se tuvo que realizar la adquisición de conocimiento de un experto en diabetes, para luego definir las reglas para la prevención de diabetes, y pasar a desarrollar un sistema experto haciendo uso de un modelo difuso y finalmente determinar la eficacia del sistema experto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

2.1.1. Antecedentes internacionales

Quisbert [3] narra la problemática que representa la enfermedad coronaria en su país natal, Bolivia. Aplicando la metodología propuesta por Weiss y Kulikowski, desarrolla un sistema experto para diagnóstica a un paciente de dicha enfermedad. De esta manera logra ayudar al proceso de diagnóstico temprano de la misma. Finalmente, concluye que el resultado de diagnóstico brindado por su sistema se establece con rapidez y confiabilidad.

Se tomó en consideración esta tesis ya que su metodología muestra como se hace una correcta abstracción de datos del experto y cómo se usan en un modelo difuso.

Carretero de Nicolás [4] narra la problemática al determinar el diagnóstico diferencial de hiperalcémicas, utilizando casos benignos y validando dicha información con un sistema experto. Se basa en fórmulas matemáticas y factores de riesgo para poder obtener un diagnóstico acertado.

Se tomó en consideración esta investigación ya que el uso de un modelo matemático será utilizando en la presente investigación.

Monsalve [5] narra la problemática de las enfermedades complejas (aquellas patologías causadas por diversos factores y su interacción con el ambiente, alimentación, etc). Haciendo uso de diversos tipos de inteligencia artificial, entre ellos Redes neuronales y Redes Bayesianas, logra desarrollar un sistema experto que los combine para apoyar al diagnóstico de estas enfermedades. Finalmente concluye que los resultados de diagnóstico son extremadamente confiables comparando los resultados con los brindados por un experto, llegando a obtener 99% de fiabilidad.

Se tomó en consideración esta tesis ya que explica magistralmente el grado de impacto que puede llegar a tener un sistema experto

sobre los médicos y pacientes, ayudando así a estos últimos para un rápido diagnóstico.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Chacaltana [6] narra la problemática ocurrida en el Hospital Central PNP Luis N. Saénz, donde asisten policiales en actividad y retiro y sus familias. Este hospital cuenta con una gran afluencia de pacientes en el área de neumología, por lo que no se puede dar una atención personalizada ni de calidad, muchas veces retrasando los diagnósticos. Haciendo uso de la metodología Weiss y Kuliokowski desarrolló un sistema experto, apoyado en un sistema desarrollado en el lenguaje Visual Basic, para el diagnóstico de enfermedades respiratorias. Finalmente, concluye que el sistema desarrollo aporta significativamente mayor agilidad a la atención de pacientes y al diagnóstico temprano de sus enfermedades respiratorias.

Se tomó en consideración esta tesis por que muestra un sistema experto basado en un test de fácil comprensión para el paciente, donde responde preguntas simples y el sistema experto se encarga de abstraer sus respuestas e interpretarlas para diagnosticar una enfermedad.

Soto [7] narra la problemática de su localidad, donde han surgido varios casos del síndrome de Guillian Barré. Por lo que desarrolla un sistema expero para el diagnóstico médico del síndrome de Guillian Barré, concluyendo en un producto con un 95% de diagnósticos certeros.

Se tomó en consideración esta tesis ya que propone un sistema de diagnóstico de una enfermedad que, en gran parte de casos, es asintomática hasta estar ya muy avanzada; característica en común con la diabetes.

Álvarez [8] narra la problemática ocurrida en su localidad, donde los médicos no pueden abastecer la cantidad de pacientes por día que deben atender. Por lo que desarrolla un sistema experto para asistir al médico en el diagnóstico de enfermedades y manejo del expediente clínico del paciente. Finalmente, concluye que el sistema

desarrollado logró avances significativos en el ámbito de la Medicina, ayudando al paciente y potenciando el trabajo del médico. Se tomó en consideración esta tesis ya que propone su problemática desde el punto de vista del médico, haciendo énfasis en ayudarlo a él. Si bien la presente investigación no toma ese camino, es interesante tomarlo en cuenta para potenciar algunos pormenores de la misma.

2.1.3. Antecedentes locales

Barturen [9] narra la problemática del cáncer de cuello uterino que aqueja a las pacientes de la clínica privada Belén, donde estas sufren retrasos en su atención y entrega de resultados, además que no cuentan con el suficiente personal para atender a todo el público. Haciendo uso de la metodología commonKADS, desarrolla un sistema experto para apoyar el diagnóstico temprano de cáncer de cuello uterino. Finalmente se concluye que el sistema tiene un 97% de certeza en sus diagnósticos y logra agilizar el diagnóstico de cáncer de cuello uterino.

Se tomó en consideración esta tesis ya que hace uso de preguntas sencillas dirigidas al usuario para determinar el diagnóstico. Además, el uso de la metodología commonKADS aportó mayor conocimiento y ayudó a definir la metodología a usarse en la presente investigación.

Vargas [10] narra la problemática de las enfermedades ginecológicas en su localidad, pues estas no son tomadas con la seriedad del caso. Hace notar que las mujeres no acuden a sus consultas que, como buena manera de prevención, deberían ser anuales como mínimo. Por lo que desarrolla un sistema experto, basado en el juicio y experiencia de un ginecólogo, para apoyar al diagnóstico temprano de enfermedades a través de un aplicativo web.

Se tomó en consideración esta tesis ya que también trata una enfermedad, en este caso enfermedades, que no son tomadas en cuenta a pesar de la gravedad que suponen; y busca apoyar a las personas para tomar conciencia sobre estas.

2.2. Bases teórico científicas

2.2.1. Sistema experto

2.2.1.1. Definición

Según [11] “Un sistema experto puede definirse como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada.” Entonces, se puede decir que es un sistema informático que intenta emular la inteligencia de una persona y la toma de decisiones como si de un ser humano experto en la materia se tratase.

2.2.1.2. Características

- Muestra un comportamiento inteligente.
- Logra tomar decisiones y actuar frente a casos de incertidumbre.
- Se puede explicar el porque de su razonamiento.
- Trabaja con grandes cantidades de datos.
- No razonan a partir de principios, sino a partir de experiencia.
- Tienen pocos niveles de profundidad.
- Cuenta con la colaboración de un experto.
- El conocimiento con el que cuenta pertenece a varias personas.

2.2.1.3. Ventajas

- Es permanente, no sufre pérdidas de información o facultades con el paso del tiempo.
- Es replicable en varios entornos.
- Cuenta con la rapidez propia de una máquina para el cálculo numérico y procesamiento de la información.
- Bajo costo a largo plazo por su rapidez y por ser replicable.
- Puede trabajar en entornos que para un humano podrían ser nocivos.

- Son fiables, no se ven afectados por condiciones externas (presión, enfermedad, cansancio, etc.).
- Cuenta con la colaboración de un experto.
- Brindan apoyo a personas no expertas en el tema, especialmente para fines académicos.

2.2.1.4. Desventajas

- No cuenta con ‘sentido común’, por lo que deben contemplarse todos los escenarios, hasta los más obvios para el hombre.
- No se puede mantener una conversación informal con un SE.
- Dificil capacidad de aprendizaje por su cuenta.
- No cuenta con la capacidad de discernir las cuestiones relevantes de las secundarias.

2.2.1.5. Tipos

2.2.1.5.1. Basados en reglas

Una regla viene a ser una proposición lógica en la que se relacionan dos o más objetos. Consta de una premisa y una conclusión.

Estos sistemas utilizan reglas preestablecidas, según una base de conocimiento, para tomar decisiones tomando los datos ingresados y comparándolos con las premisas de las reglas que se adecuen a lo ingresado.

Normalmente se escriben así:

Si **PREMISA** entonces **CONCLUSIÓN**.

Estos sistemas cuentan con un motor de inferencia, el cual usa los datos y el conocimiento (reglas en este caso) para obtener una conclusión o hecho.

2.2.1.5.2. Redes neuronales

Es un sistema de información que toma los conceptos de las neuronas biológicas para aplicarlos a la resolución de problemas de índole científico.

Una neurona biológica es la estructura celular del sistema nervioso. Se encuentran interconectadas entre sí de forma paralela, mas no de manera cerrada. Estas constan de un cuerpo celular del que surgen ramificaciones, denominadas dendritas y una fibra tubular llamada axón.

La neurona puede recibir 10000 entradas y enviar a su vez su salida a muchas otras neuronas. La conexión de estas se llama sinapsis.

Una neurona artificial es un dispositivo que a partir de una serie de entradas genera una salida.

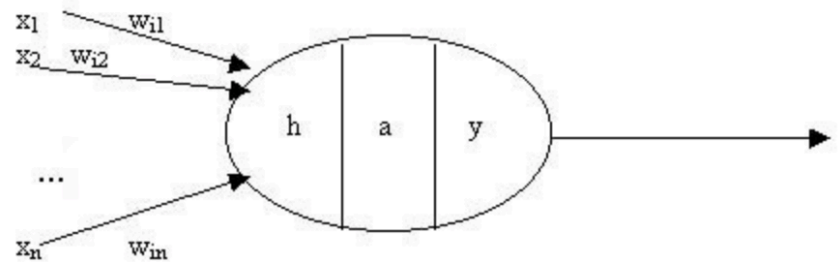


Figura 1: Modelo de una neurona artificial según [12]

Esta neurona artificial consta de:

- Entradas o vector de entradas x , de n componentes.
- Pesos sinápticos W_{ij} , que representan la interacción entre la neurona presináptica j y la postsináptica i .
- Función de activación, que proporciona el estado de activación de la neurona artificial en función al estado anterior y del valor postsináptico.
- Función de salida, que proporciona la salida en función del estado de activación

Una red neuronal artificial (RNA) es un grafo, con muchas neuronas artificiales, que cuenta con las siguientes restricciones:

- Los nodos se llaman elementos de procesos (EP).
- Cada EP puede tener n cantidad de conexiones.
- Los enlaces se llaman conexiones.
- Las conexiones funcionan como caminos unidireccionales.
- Los EP pueden tener memoria local
- Cada EP cuenta con una función de transferencia que produce una señal de salida o altera la memoria local.
- Las entradas de la red neuronal artificial llegan al mundo exterior.
- Las salidas de la red neuronal artificial son conexiones que la abandonan.

Las neuronas artificiales dentro de una RNA suelen agruparse en unidades estructurales llamadas capas, donde estas suelen ser del mismo tipo. Existen tres tipos de capas:

- De entrada: Reciben datos o señales del entorno.
- De salida: Entregan la respuesta de la red a los estímulos de la entrada.

- Ocultas: No reciben ni entregan información al entorno.

Normalmente las conexiones se realizan entre neuronas de capas diferentes, pero sí es posible la comunicación intracapa o laterales y conexiones de realimentación que siguen un sentido contrario al de entrada-salida. [12]

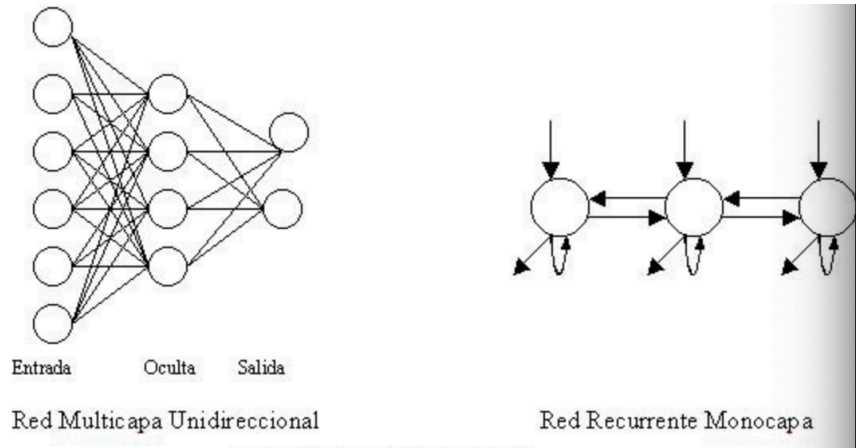


Figura 2: Arquitecturas de Redes neuronales artificiales según [12]

2.2.1.5.3. Bayes

Las redes bayesianas modelan un fenómeno mediante un conjunto de variables y las relaciones de dependencia entre ellas. De esta manera, se puede estimar la probabilidad de variables no conocidas basándose en las que sí se conocen.

Estos modelos pueden tener una gran gama de aplicaciones en el mundo científico, como la clasificación de datos, predicción de fenómenos económicos, diagnóstico de enfermedades, etc.

2.2.1.6. Comparación tipos de sistemas expertos

	REDES NEURONALES	LOGICA DIFUSA	REDES BAYESIANAS
Conocimiento real	✓	✓	✓
Permiten datos inexactos	X	✓	X
Contempla incertidumbre	X	✓	X
Escalable	✓	✓	✓
Emulan el juicio experto	✓	✓	✓
Existe documentación extensa sobre el tema	✓	X	X
Facilidad de programación	X	✓	X

Capacidad de aprendizaje por su cuenta	✓	X	✓
--	---	---	---

TABLA I:
COMPARACIÓN DE TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS
Fuente: Elaboración propia

Se optó por utilizar lógica difusa frente a los otros tipos de sistemas expertos por su contemplación de datos imprecisos o ambiguos, pues los datos obtenidos sobre enfermedades generalmente tienen estas características.

2.2.2. Lógica difusa

2.2.2.1. Definición

Es una metodología que permite obtener una conclusión a partir de información vaga, ambigua, imprecisa o incompleta.

Tiende a imitar como una persona toma decisiones basada en información como la mencionada anteriormente.

El término “difusa” se le es otorgado porque no ve las cosas de un solo ‘color’, sino que ve las variaciones que acerca de la situación y permite distinguir valores según el contexto.

2.2.2.2. Características

- Lo ‘difuso’ no se encuentra en la lógica aplicada, sino en el objeto de estudio.
- Permite representar el conocimiento común (lingüístico cualitativo) en un lenguaje matemático.
- Cuenta con n valores de entrada, un mecanismo de inferencia y una salida en forma defuzzificada.
- Las variables de entrada se relacionan entre si por medio de conectores lógicos de lógica proposicional.

2.2.2.3. Ventajas

- Facilidad de implementación.
- Buenos resultados en procesos no lineales y con modelación difícil.
- Emula muy bien el comportamiento humano.
- Resuelve los problemas de manera rápida y económica.
- Tolerante a datos imprecisos

2.2.2.4. Desventajas

- No aplicable para problemas con solución basada en modelos matemáticos.
- Dificultad de interpretación de valores difusos.
- Se requiere de una gran cantidad de operadores y reglas de inferencia.

2.2.2.5. Métodos de fuzzificación

2.2.2.5.1. Mamdani

Características:

Es uno de los primeros métodos de control difuso basados en la experiencia de operadores humanos.

Se utilizan operadores basados en operaciones previamente asignadas:

- AND: Calcula la fuerza de disparo de una regla con antecedentes AND.
- OR: Calcula la fuerza de disparo de una regla con antecedentes OR.
- Implicación: Calcula consecuentes.
- Agregación: Agrega consecuentes y genera una función de pertenencia del conjunto difuso output.
- Defuzzificación: Transforma la función de pertenencia (output difuso) a un output de valor exacto.

Métodos de defuzzificación Mamdani

- Centroide (COG)
- Bisector de un área (BOA)
- Más pequeño, medio, máximo de un máximo (SOM, MOM, LOM)

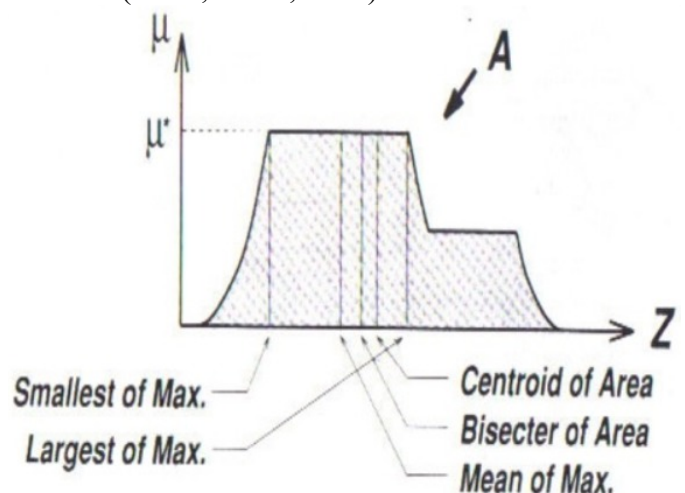


Figura 3: Métodos de defuzzificación según [13]

2.2.2.5.2. Sugeno

Utiliza una función como consecuente.

If x is A and y is B then $z = f(x, y)$

Figura 4: Función consecuente del método Sugeno según [13]

En este modelo no es necesaria la defuzzificación, ya que cada regla tiene un output exacto, con las siguientes alternativas, como se puede observar en la Figura 5:

- Promedio ponderado de cada regla
- Suma ponderada de cada regla

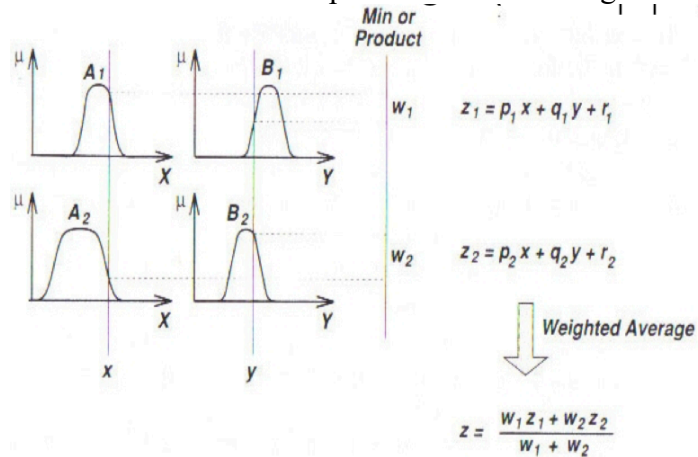


Figura 5: Tipos de outputs del método Sugeno según [13]

2.2.2.5.3. Tsukamoto

En este modelo la función consecuente es un set difuso con una función monótona.

If x is A and y is B then z is C

Figura X: Función consecuente del modelo Tsukamoto

El valor del output de cada regla es definido como un valor exacto por la fuerza de disparo de la regla en cuestión.

No necesita fuzzificación ya que agrega los outputs de cada regla usando el promedio ponderado

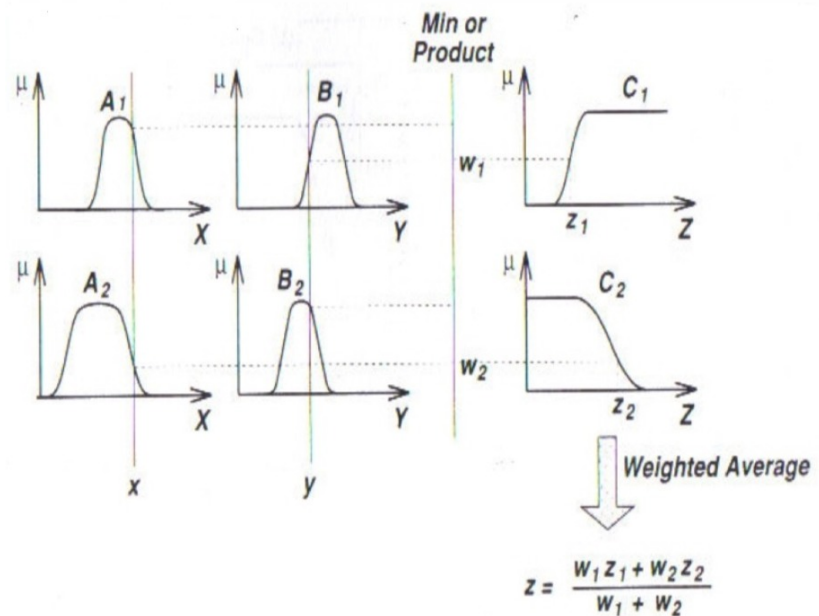


Figura 6: Método de obtención de outputs del método Tsukamoto según [13]

2.2.3. Riesgo de diabetes

2.2.3.1. Disminución de riesgo de diabetes

La diabetes es una alteración del funcionamiento del páncreas, que no produce insulina o que esta no hace bien su efecto en el organismo.

La disminución del riesgo de diabetes es un proceso muy cercano a la prevención, pues comparten los mismos factores de riesgo y acciones para evitarlos. Sin embargo, en esta investigación se aborda la disminución de riesgo en lugar de la prevención ya que se parte desde la perspectiva que existe un riesgo latente en las personas jóvenes, por lo que se abordará desde esa perspectiva.

Para disminuir el riesgo de diabetes se deben tener en cuenta cuáles son los principales factores que crean este riesgo de padecer diabetes, los cuales son:

- Mala alimentación.
- Vida sedentaria.
- Fumar.

- Genética propensa a padecer diabetes.
- Enfermedades hormonales.
- Lesiones o extracción del páncreas.
- Medicinas que afecten el funcionamiento de la insulina.
- Altos niveles de grasa visceral.
- Etc.

Estos factores pueden ser tratados de manera sencilla en su mayoría, pues supone sólo un cambio en el estilo de vida de los jóvenes.

Se hace especial énfasis en la ‘mala alimentación’ y la ‘vida sedentaria’ ya que estos dos factores son los que más afectan a las personas jóvenes, pues el mismo entorno en que se desarrollan los hace propensos a padecerlos.

“Múltiples estudios epidemiológicos observacionales habían puesto de manifiesto una asociación directa entre los estilos de vida sedentarios y la incidencia de diabetes mellitus e in- tolerancia a hidratos de carbono” [14]

Por lo que la disminución del riesgo de diabetes se encuentra ligado a tomar acción contra estos factores.

Como podemos observar “En la cohorte de las enfermeras se comprobó que la mayoría de los casos de diabetes tipo 2 (91%) podrían ser evitables a través de la modificación de determinados estilos de vida, que incluyen la realización de ejercicio físico de forma regular” [14] y “Sus principales beneficios son la disminución del riesgo cardiovascular, del riesgo de obesidad, diabetes mellitus e intolerancia a hidratos de carbono, osteoporosis, enfermedades mentales (ansiedad,

depresión) y determinados tipos de cáncer (colon, mama y pulmón), aunque para la relación inversa entre actividad física y cáncer la evidencia no es tan abundante ni uniforme.” [14]

se nos hace hincapié en la importancia del ejercicio físico para disminuir el riesgo de diabetes, entre otras enfermedades, ya que la acción opuesta, la vida sedentaria, puede ocasionar grandes estragos en el organismo.

2.2.3.2. Estudio de la diabetes en personas jóvenes

No existen muchos estudios sobre diabetes en personas jóvenes en el Perú, pues este grupo no ha sido objeto de investigación, posiblemente por que al ser jóvenes no se toma muy en serio la enfermedad y no se hacen controles hasta alcanzar una edad más avanzada, por lo que se registran como diabéticos cuando ya tienen edad adulta.

Sin embargo, existen varios estudios que sirven como evidencia para poder afirmar que los jóvenes se encuentran en riesgo de padecer diabetes. Estos están ligados a los factores que hacen aumentar el riesgo de diabetes, como vimos anteriormente.

La obesidad es uno de estos factores, y según INEI [2] “A nivel nacional, el 35,5% de la población de 15 y más años de edad padece de sobrepeso. Este problema de salud está presente en el 35,8% de mujeres y el 35,2% de hombres.”

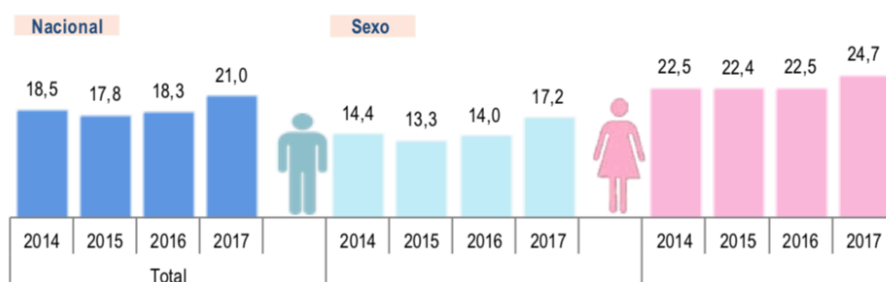
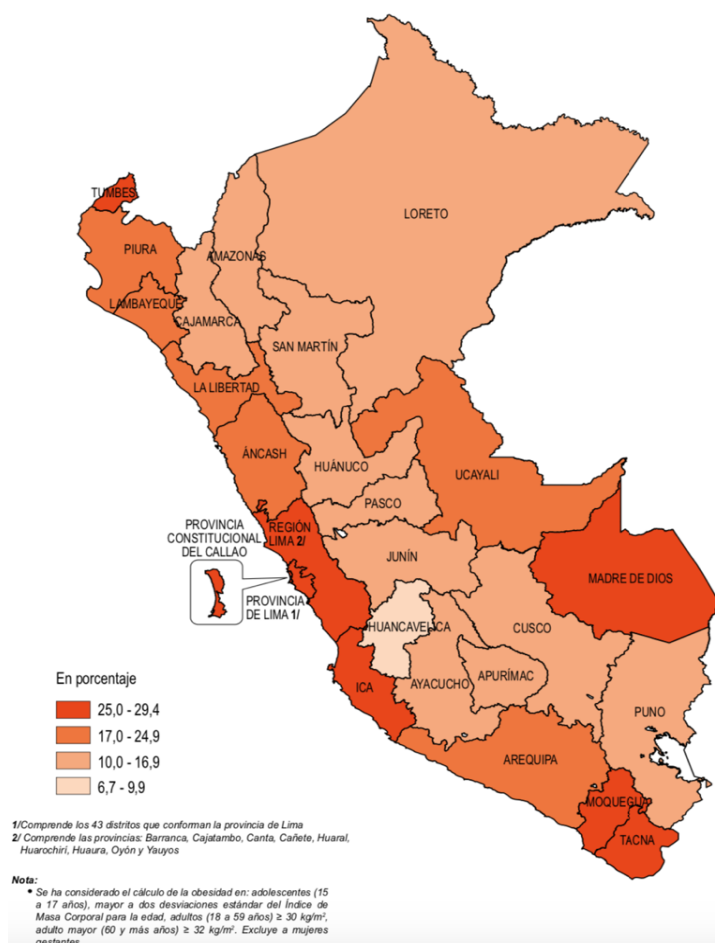


Figura 7: Personas de 15 y más años con obesidad según sexo 2014-2017 según INEI [2]

Con este estudio de parte de INEI se puede confirmar que la cantidad de jóvenes de más de 15 años con obesidad está en aumento, esta población abarca tanto a jóvenes estudiantes de secundaria, universitarios, trabajadores, etc.

Además, se cuenta también con un estudio que muestra que la zona de la costa tiene el mayor índice de porcentaje de personas con obesidad, ubicando a Lambayeque en el segundo grupo más alto y abarcando varias provincias pertenecientes al primero.

Figura 8:



Personas de 15 y más años de edad con obesidad, según región, 2017 según INEI[2]

Otro factor de riesgo es el consumo de tabaco, pues se encuentra intrínsecamente relacionado con el riesgo de padecer diabetes.

INEI [2] informó sobre el consumo diario de personas de más de 15 años de edad, donde se hizo un reporte sobre el grado de educación que estas personas fumadores poseen.

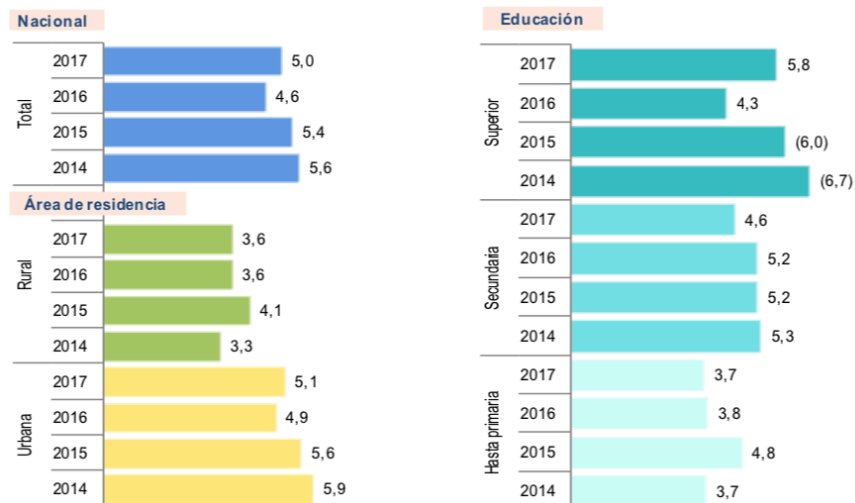


Figura 9: Promedio diario de cigarrillos consumidos por personas de 15 y más años de edad que fuman diariamente, según área de residencia y nivel de educación, 2014-2017, según INEI [2]

Podemos observar en esta gráfica que los estudiantes de nivel superior poseen los rangos más altos de fumar diariamente un cigarrillo. Es apreciable que las cifras del año 2017 son significativamente menos que las del 2014, año donde se inició este estudio; pero es a su vez superior a las del año predecesor, 2016, por lo que se puede afirmar que se está empeorando la situación y más jóvenes estudiantes de nivel superior se encuentran en riesgo de padecer diabetes a causa de este factor de riesgo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Cuantitativa

3.1.2. Nivel de investigación

Experimental con tipo de diseño pre experimental

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación pertenece a un pre experimento.

R G O1 X O2

Donde:

R = Elección aleatoria.

G = Grupo de personas jóvenes.

O1 = Prueba preliminar.

X = Condición experimental expuesta en la presente investigación, en este caso, el sistema experto.

O2 = Prueba después de desarrollado el sistema.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Personas jóvenes en la ciudad Chiclayo, Perú.

Siendo 8283188 personas jóvenes, actualizado a 2013. [18]

3.3.2. Muestra

La muestra se ha obtenido haciendo uso de la fórmula del procedimiento para estimar el tamaño de la muestra representativa para una población finita:

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra por estimar.

Z = Nivel de confianza o margen de confiabilidad (90%, es decir, $Z = 1,65$).

N = Tamaño de la población (Número).

P = Proporción (intervalo, calculado a partir de los datos de la muestra, en el cual nosotros “confiamos” se encuentra la proporción de la población. En este caso $P = 0.5$).

$$Q = 1 - P = 0.5.$$

E = Error de estimación (diferencia máxima entre la proporción muestral y la proporción proporcional que el investigador está dispuesto aceptar en función del nivel de confianza definido para el estudio. En este caso $E = 0.11$ o 11%).

✓ Muestra 1

La muestra de la población 1 estuvo constituida por:

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 8283188}{0.11^2(8283188 - 1) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 56 \text{ personas jóvenes.}$$

3.3.3. Muestreo

La técnica de muestreo que se utilizó es muestreo no probabilístico, no aleatorio. Donde todos los elementos de la población tienen probabilidad positiva de formar parte de la muestra [19].

3.4. Criterios de selección

Personas jóvenes, de entre 15 y 29 años de edad, que residan en la ciudad de Chiclayo.

3.5. Operacionalización de variables

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

3.5.1. Variables

3.5.1.1. Variable independiente

Sistema experto basado en lógica difusa.

3.5.1.2. Variable dependiente

Proceso de disminución de riesgo de diabetes en personas jóvenes en la ciudad de Chiclayo – Perú.

3.5.2. Indicadores (Operacionalización de variables)

TABLA II:
INDICADORES

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento	Definición operacional
Realizar la adquisición de conocimiento de un experto en diabetes	Cantidad de conocimiento	Es la cantidad de conocimiento que se logrará adquirir del experto	Unidad	Ficha de registro de conocimiento	Número de conocimiento
Definir las reglas para la prevención de diabetes	Número de reglas	Es la cantidad de reglas que se definan para la prevención de diabetes	Unidad	Ficha de registro de reglas	Número de reglas
Desarrollar un sistema experto haciendo uso de un modelo difuso	Porcentaje de fiabilidad otorgado por el sistema	Es el porcentaje de efectividad que logre el sistema en base al conocimiento y los resultados de lo	Porcentaje	Ficha de registro de efectividad	Resultado alcanzado
Determinar la eficacia del sistema experto	Nivel de eficacia del sistema experto	Es la cantidad de diagnósticos acertados proporcionados por el sistema	Unidad	Ficha de registro de diagnósticos	Cantidad de diagnóstico acertados

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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

TABLA III:
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Observación	Cámara de vídeo. Ficha de registro de datos.	Personas jóvenes	Observar la evolución del proceso de prevención
Entrevista	Cuestionario	Experto	Obtener conocimiento
Encuesta	Cuestionario	Experto	Obtener opiniones y comentarios sobre el sistema.

3.7. Procedimientos

3.7.1. Metodología de desarrollo

A continuación, se mencionan las actividades que se realizaron en cada una de las iteraciones de la metodología a seguir, en este caso Buchanan:

1. Identificación

En esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Identificación de participantes del sistema.
- ✓ Identificación de roles del sistema.

2. Conceptualización

En esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Entrevista al experto en diabetes.
- ✓ Encuesta al experto en diabetes.
- ✓ Definición de variables del sistema.

3. Formalización

En esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Definición de la arquitectura del sistema.
- ✓ Definición de base de conocimiento.
- ✓ Definición de universo, conjuntos difusos y función de pertenencia de cada variable.
- ✓ Definición de reglas.

4. Implementación

En esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Implementación de conjuntos difusos en php.
- ✓ Implementación de reglas en php.
- ✓ Fase diseño de la metodología RUP.

5. Prueba

En esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Verificación de resultados.

3.7.2. Análisis de riesgos

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

3.7.3. Producto acreditable

1. Interfaces

Se construyeron las interfaces del sistema experto haciendo uso del lenguaje php, las mismas que se presentan en el *ítem 4.1.4.1.10: Diseño, sección Diseño de interfaces, en el Capítulo IV. Resultados.*

2. Arquitectura

Se diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento del sistema experto, la cual se detalla en el *ítem 4.1.3. Formalización: en el Capítulo IV. Resultados.*

3. Infraestructura tecnológica

Considerando la arquitectura anteriormente descrita, se definen las características de cada uno de sus componentes en el *ítem 4.1.4: Implementación en el Capítulo IV. Resultados.*

3.7.4. Manual de usuario

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso del sistema experto que se implementó, el cual se muestra en el *Anexo N° 3.*

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Encuesta, dirigida al experto en diabetes, tanto para recolectar conocimiento sobre el tema como para obtener opinión sobre el funcionamiento del sistema.

Entrevista, dirigida al experto en diabetes. Previamente se plantearon las preguntas y se fueron presentando una a una al experto.

Observación, al asistir al experto en diabetes y observar el proceso de diagnóstico de diabetes para tener una idea general de los factores que intervienen al momento de determinar el riesgo de padecer diabetes.

3.9. Matriz de consistencia

TABLA IV
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES DE ESTUDIO</u>
¿De qué manera se puede apoyar la disminución de riesgo de diabetes en personas jóvenes en la ciudad de Chiclayo – Perú en el 2019	Desarrollar un sistema experto que apoye la disminución de riesgo de diabetes en personas jóvenes en la ciudad de Chiclayo – Perú en el 2019	La aplicación de un sistema experto basado en lógica difusa apoyará el proceso de disminución de riesgo de diabetes en personas jóvenes en la ciudad de Chiclayo – Perú en el 2019	VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema experto basado en lógica difusa VARIABLE DEPENDIENTE Proceso de disminución de riesgo de diabetes en personas jóvenes en la ciudad de Chiclayo - Perú
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>		<u>INDICADORES</u>
Realizar la adquisición de conocimiento de un experto en diabetes	Se obtendrá todo el conocimiento del experto en diabetes para brindar información precisa, tal y como lo haría un experto en el tema.		Cantidad de conocimiento
Definir las reglas para la prevención de diabetes	Se definirán las reglas de la prevención de diabetes que sean necesarias para asegurar que el resultado sea lo más preciso posible		Número de reglas
Desarrollar un sistema experto haciendo uso de un modelo difuso	Se desarrollará el sistema experto haciendo uso de un modelo basado en lógica difusa para emular el actuar de un experto en diabetes		Porcentaje de fiabilidad otorgado por el sistema
Determinar la eficacia del sistema experto	Se determinará la eficacia que el sistema experto tendrá sobre las personas jóvenes para concientizar y disminuir el riesgo de diabetes.		Porcentaje de eficacia del sistema experto

3.10. Consideraciones éticas

Se trabajará con humanos tanto para obtener el conocimiento como para realizar las pruebas respectivas del resultado de la investigación. Esto implica que se protegerán los datos y la información de todo aquel que participe en la presente investigación. Asimismo, se asegura que los datos recolectados en el transcurso de la investigación son con fines meramente académicos y no se usarán para otros.

Las pruebas realizadas no pondrán en riesgo la salud o integridad de la población/muestra.

IV. RESULTADOS

4.1. En base a la metodología utilizada

4.1.1. Identificación

En esta fase se procederá a identificar los participantes, roles y fuentes de conocimiento del sistema.

Al adentrarnos a la disminución de riesgo de personas jóvenes, varios factores deben ser tomados en cuenta, tales como:

Los participantes dentro del problema son las personas jóvenes, pues son los principales afectados; y el experto, en este caso un endocrinólogo, pues él será de vital importancia para poder combatir el riesgo de padecer diabetes de las personas jóvenes.

Se debe tomar en cuenta el entorno donde se ubican las personas jóvenes, pues al tratarse de un estilo de vida actual, estos se encuentran varias horas al día sentados frente a computadoras, ya sea por estudios, trabajo u ocio. Muchas veces deben consumir alimentos en la universidad o trabajo, pues su horario les obliga a desayunar, almorzar y en ocasiones cenar dentro de su casa de estudios/trabajo o en restaurantes o puntos de comida rápida.

De esta manera están predispuestos a ingerir comida alta en grasa, pues los productos más populares de venta de comida rápida en la ciudad son las hamburguesas y las gaseosas.

Con el sistema experto presentado, se busca generar conciencia en los jóvenes para que cambien su estilo de vida, pues se pretende mostrar el riesgo de padecer diabetes que poseen.

Siendo así, se contará con los siguientes participantes:

PARTICIPANTE	ROL
Joven	A quienes va dirigido el sistema

Experto humano	Endocrinólogo que ayude a formalizar su conocimiento en un sistema para poder emular el actuar y opiniones de un experto.
Estudios sobre diabetes	Estudios sobre síntomas e impacto en personas jóvenes.

TABLA V:
PARTICIPANTES Y ROLES DEL SISTEMA EXPERTO
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Conceptualización

En esta fase se procede a tomar los conocimientos brindados por el experto para posteriormente usarse en el sistema experto.

Para obtener este conocimiento, se ha hecho uso de varias técnicas de adquisición de conocimiento, tales como la entrevista, la encuesta y el cuestionario. Todas estas dirigidas a un endocrinólogo. Se encuentran en el *Anexo N° 02*.

De esta información, podemos obtener las variables que tienen que ver con la diabetes en jóvenes

- Alimentación
- Nivel de glucosa
- Genética
- Actividad física

4.1.3. Formalización

Se define la arquitectura y la base de conocimiento del sistema experto.

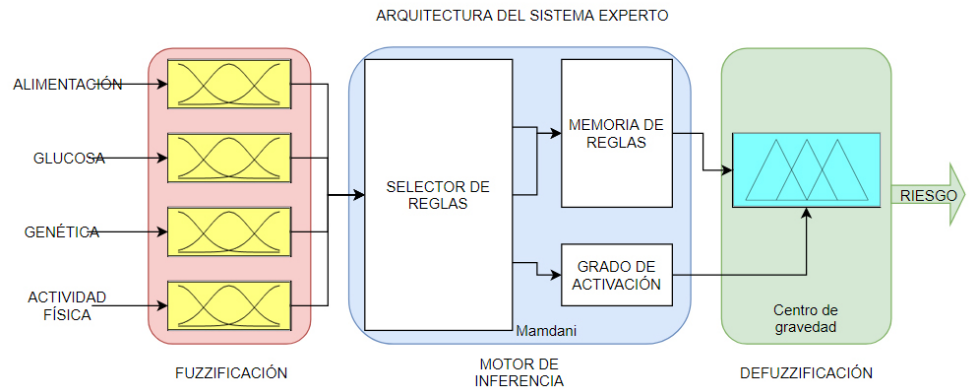


Figura 10: Arquitectura del sistema experto
Fuente: Elaboración propia

Cuadro de variables:

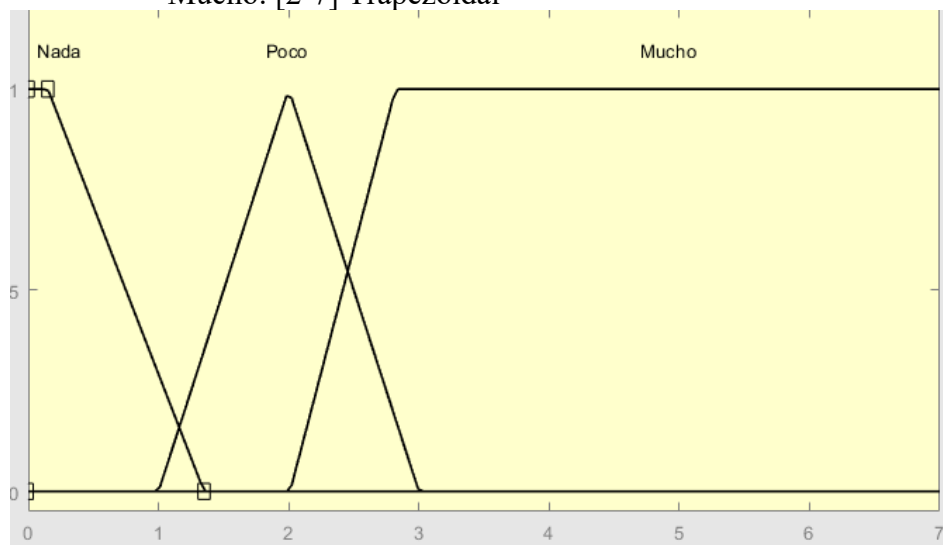
Nº	Variable	Valor lingüístico
1	Alimentación	Nada, poco, mucho
2	Nivel de glucosa	Normal, preocupante, Muy preocupante
3	Genética	Ninguno, leve, grave
4	Actividad Física	Bajo, normal, alto

TABLA VI:
VARIABLES DEL SISTEMA EXPERTO
Fuente: Elaboración propia

Funciones de pertenencia:

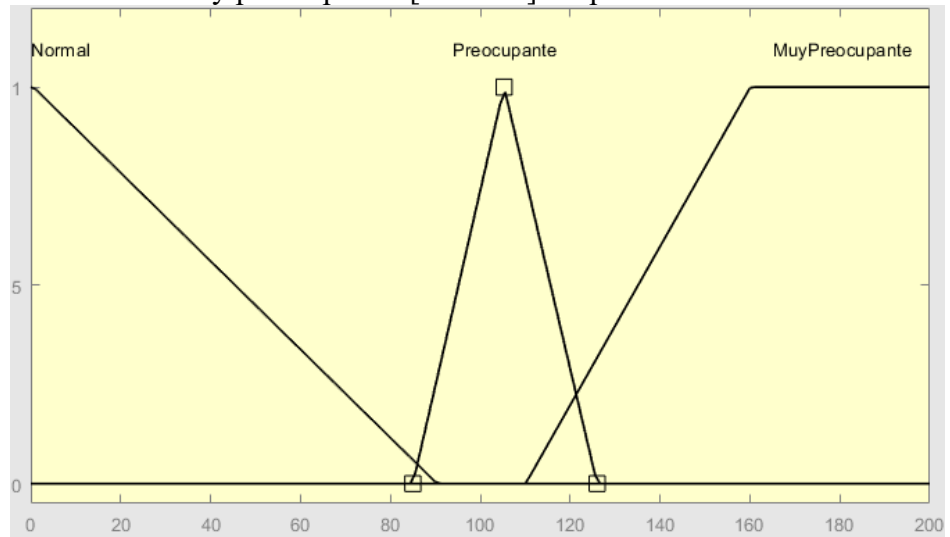
Alimentación:

- Universo: [0 a 7] días
- Conjuntos difusos:
 - Nada: [0 0 1.35] Trapezoidal
 - Poco: [1-2-3] Triangular
 - Mucho: [2-7] Trapezoidal



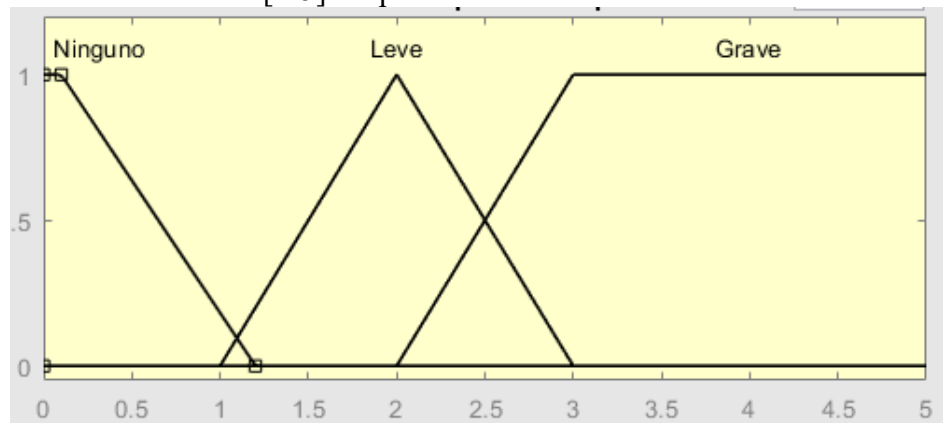
Nivel de glucosa:

- Universo: [0-200]
- Conjuntos difusos:
 - Normal: [0-90] Trapezoidal
 - Preocupante: [85-105-126] Triangular
 - MuyPreocupante: [110-200] Trapezoidal



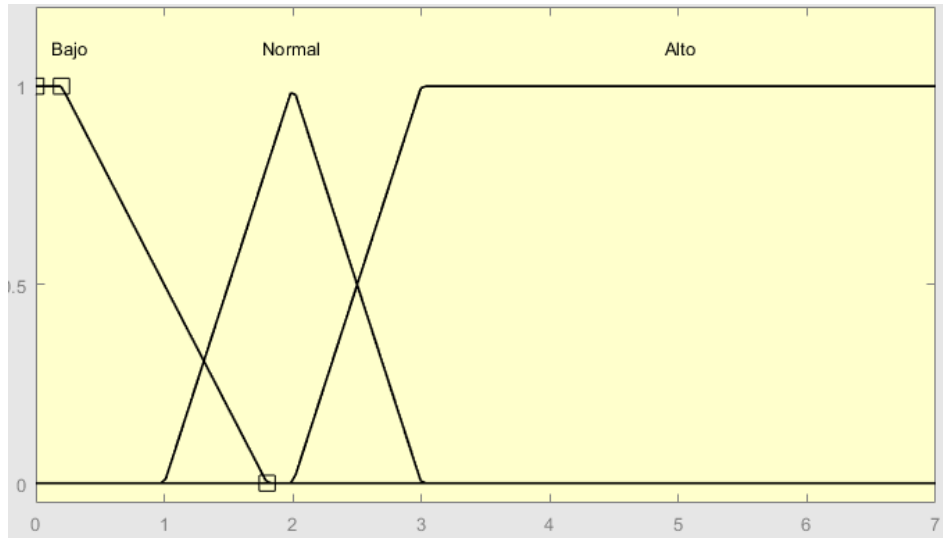
Genética:

- Universo: [0-5]
- Conjuntos difusos:
 - Ninguno: [0-1.2] Trapezoidal
 - Leve: [1-2-3] Triangular
 - Grave: [2-5] Trapezoidal



Actividad física:

- Universo: [0-7]
- Conjuntos difusos:
 - Bajo: [0-1.8] Trapezoidal
 - Normal: [1-2-3] Triangular
 - Alto: [2-7] Trapezoidal



Riesgo:

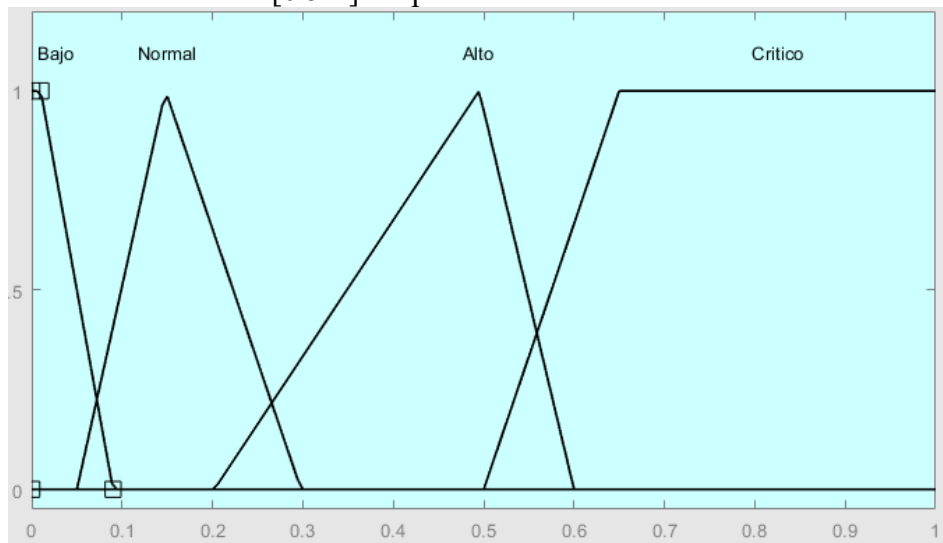
- Universo: [0-1]
- Conjuntos difusos:

Bajo: [0-0-0.1] Trapezoidal

Normal: [0.05-0.15-0.3] Triangular

Alto: [0.2-0.6] Trapezoidal

Crítico: [0.5-1] Trapezoidal



Luego de definir los conjuntos difusos y sus funciones de pertenencia, se procedió a crear las reglas para obtener el resultado defuzzificado de la variable 'riesgo', estas se pueden encontrar en el *Anexo N° 04*.

4.1.4. Implementación

Al terminar la fase de formalización, se procede a implementar el sistema experto en un lenguaje de programación, en este caso, se optó por utilizar php.

```
//Funciones de Pertinencia de las etiquetas linguisticas
$Alimentacion1 = new PertinenciaTrapezoidal(0,2,0,0);
$Alimentacion2 = new PertinenciaTriangular(1,4,3);
$Alimentacion3 = new PertinenciaTrapezoidal(2.95,7,4,7);

$AlimentacionBajo = new EtiquetaLinguistica('bajo',0,2,$Alimentacion1);
$AlimentacionMediano = new EtiquetaLinguistica('mediano',1,4,$Alimentacion2);
$AlimentacionAlto = new EtiquetaLinguistica('alto',3,7,$Alimentacion3);

$Alimentacion = new VariableLinguistica('alimentacion',0,7,array($AlimentacionBajo,$AlimentacionMediano,$AlimentacionAlto),0.01);
```

Figura 11: Definición de conjuntos difusos
Fuente: Elaboración propia

```
//Definición de base de conocimientos
$BaseConocimiento = new BaseConocimiento();
try {
    $regla1 = new ReglaInferencia(1,array(array($Alimentacion, 'bajo'),array($Glucosa,'normal'),array($Genetica,'ninguno'),array($ActividadFisica,'bajo') ),array($Riesgo,'normal'));
    $BaseConocimiento->add_regla($regla1);

    $regla2 = new ReglaInferencia(2,array(array($Alimentacion, 'bajo'),array($Glucosa,'normal'),array($Genetica,'ninguno'),array($ActividadFisica,'normal') ),array($Riesgo,'normal'));
    $BaseConocimiento->add_regla($regla2);

    $regla3 = new ReglaInferencia(3,array(array($Alimentacion, 'bajo'),array($Glucosa,'normal'),array($Genetica,'ninguno'),array($ActividadFisica,'alto') ),array($Riesgo,'bajo'));
    $BaseConocimiento->add_regla($regla3);
}
```

Figura 12: Definición de base de conocimientos
Fuente: Elaboración propia

Además, al tratarse de desarrollo web, se hizo uso de la fase de diseño de la metodología RUP

4.1.4.1. Fase diseño RUP

4.1.4.1.1. Diagrama de contexto de diseño

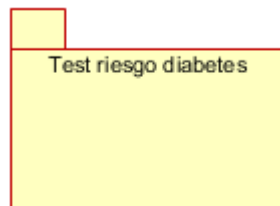


Figura 13: Diagrama de contexto de diseño
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.2. Diagrama de realizaciones de caso de uso de diseño

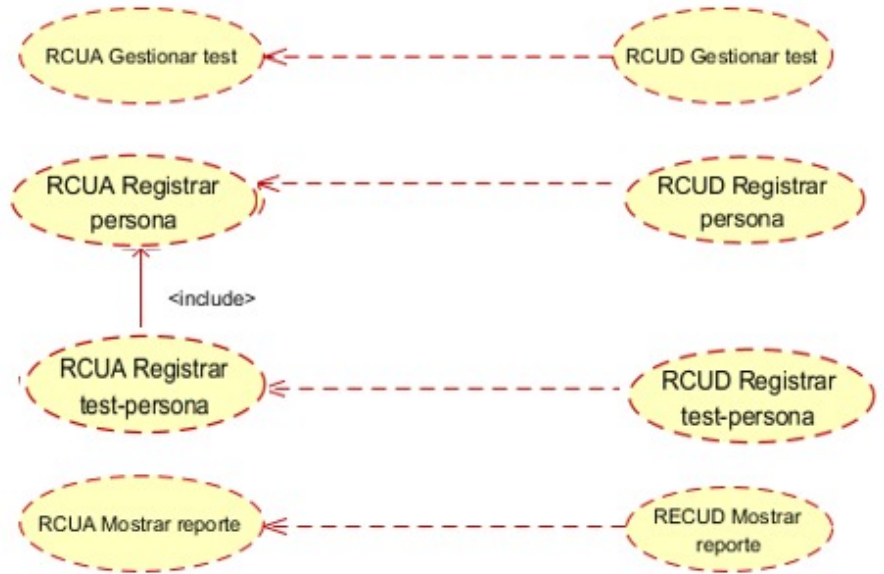


Figura 14: Diagrama de realizaciones de caso de uso de diseño
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.3. Diagrama de clases de diseño Gestionar test

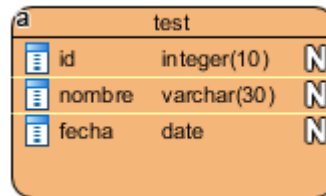


Figura 15: Diagrama de clases de diseño "Gestionar test"
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.4. Diagrama de secuencia Gestionar test

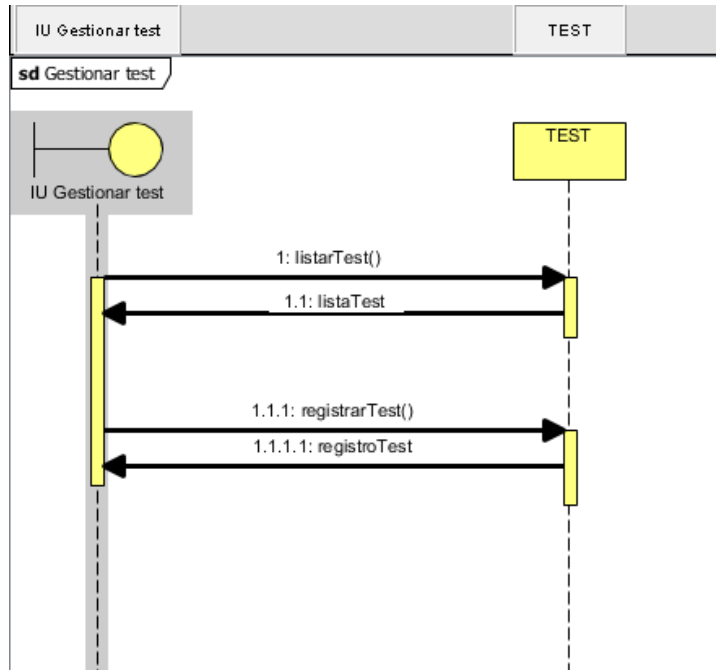


Figura 16: Diagrama de secuencia "Gestionar test"
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.5. Diagrama de clases de diseño Registrar persona

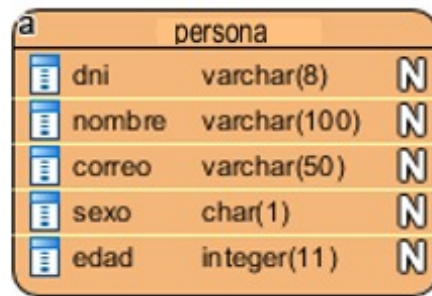


Figura 17: Definición de base de conocimientos
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.6. Diagrama de secuencia Registrar persona

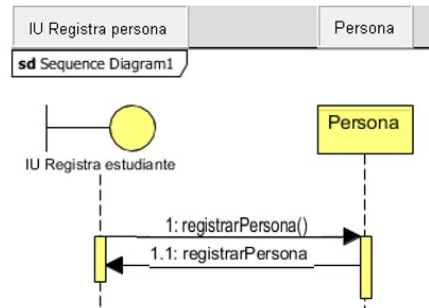


Figura 18: Diagrama de secuencia "Registrar persona"
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.7. Diagrama de clases de diseño Registrar test persona

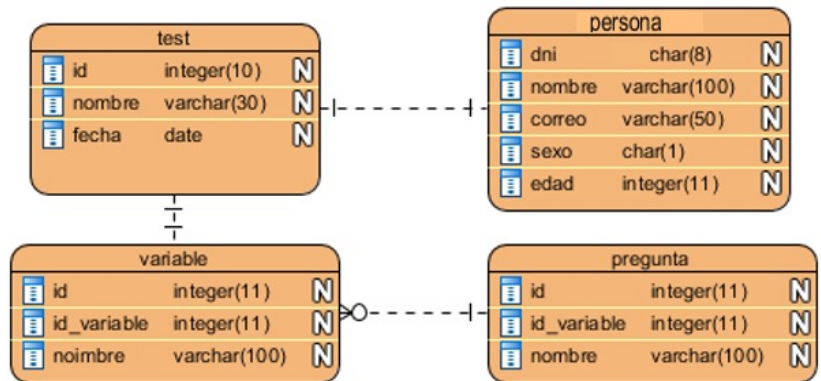


Figura 19: Diagrama de clases de diseño “Registrar test persona”
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.8. Diagrama de secuencia Registrar test persona

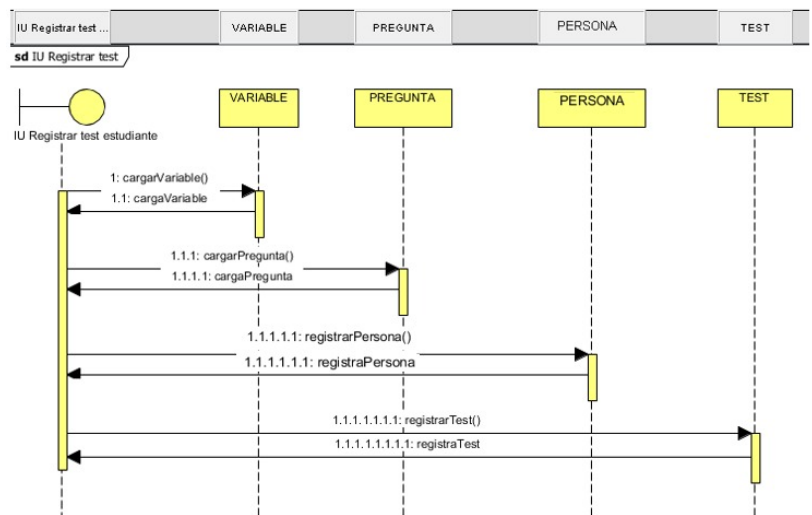


Figura 20: Diagrama de secuencia “Registrar test persona”
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.9. Diagrama de base de datos

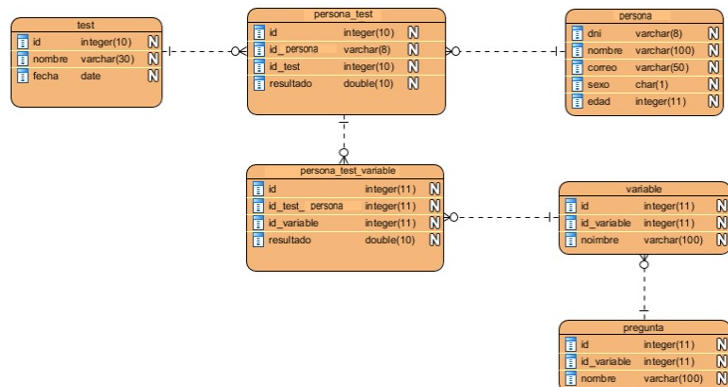


Figura 21: Diagrama de base de datos
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1.10. Diseño de interfaces

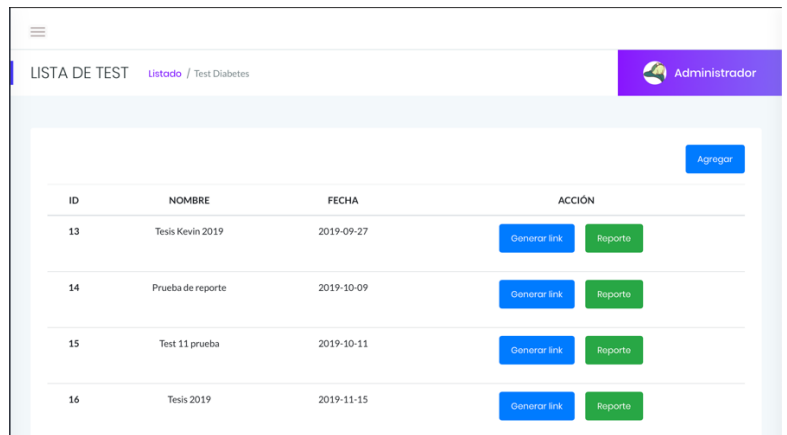


Figura 22: Interfaz “Lista de test”
Fuente: Elaboración propia

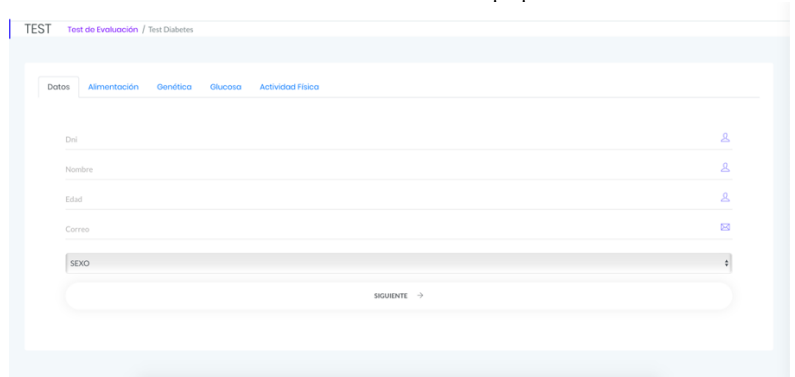


Figura 23: Interfaz “Test agregar datos”
Fuente: Elaboración propia

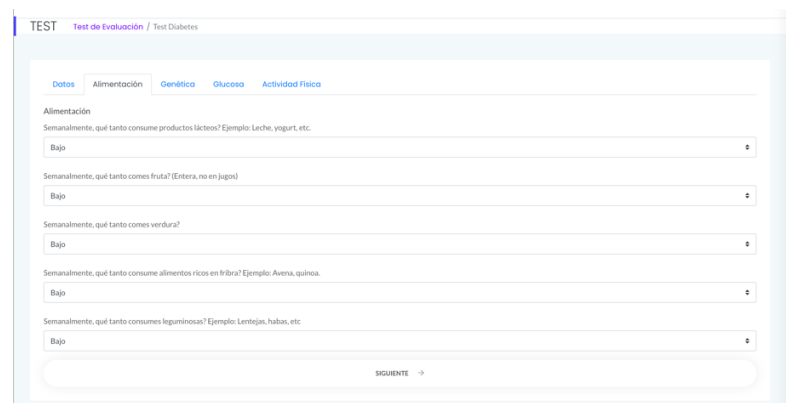


Figura 24: Interfaz “Test Alimentación”
Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Interfaz “Test genética”
Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Interfaz “Test glucosa”
Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Interfaz “Test actividad física”
Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Interfaz “Agregar test”
Fuente: Elaboración propia

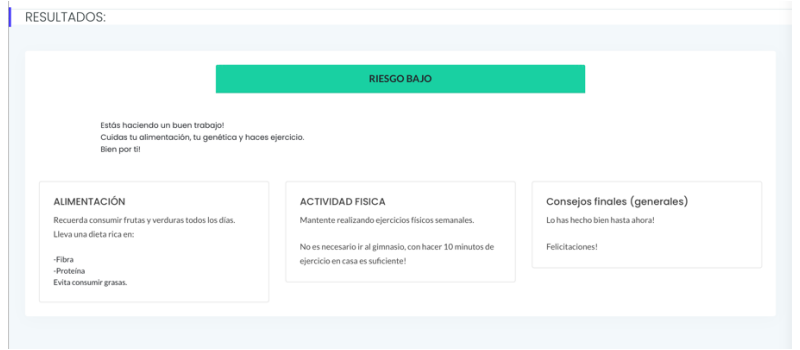


Figura 29: Interfaz “Resultados”
Fuente: Elaboración propia

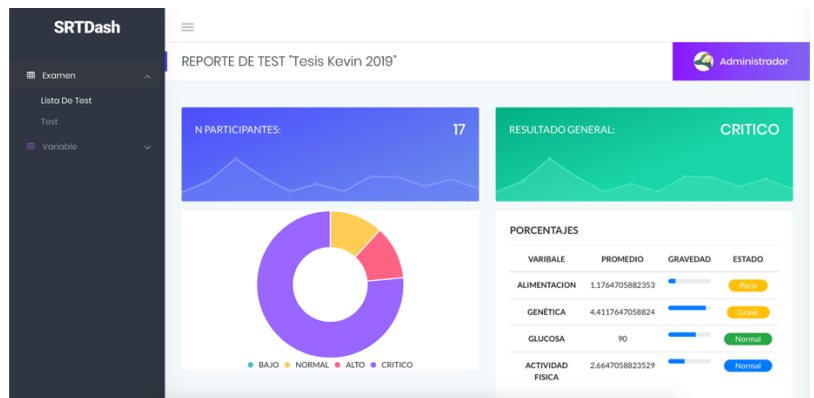


Figura 30: Interfaz “Reporte de test”
Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Prueba

Se introdujeron datos de prueba en el sistema y se corroboraron los resultados.

Se comparó una muestra de 10 pacientes pertenecientes al médico especialista y se introdujeron sus datos en el test uno a uno.

El test procedió a evaluar sus respuestas y brindó un resultado por cada uno, estos son coherentes con los datos ingresados y proporcionan un alto porcentaje de fiabilidad, obteniendo un grado de riesgo adecuado según las respuestas brindadas por la persona joven y que concuerdan con la opinión del médico especialista.



RIESGO ALTO

Es posible que padezcas diabetes en el futuro.
Debes tomar acciones pronto para combatir este riesgo latente.
Necesitas llevar un mayor control en tus comidas y estilo de vida.

ALIMENTACIÓN	ACTIVIDAD FISICA	Consejos finales (generales)
Recuerda consumir frutas y verduras todos los días. Evita las grasas y azúcares. Come más alimentos ricos en fibra. Una buen práctica sería llevar un control de calorías, no demasiado estricto.	Realiza más ejercicio físico a diario. No es necesario asistir a un gimnasio, con hacer 10-15 minutos de actividad física en casa es suficiente! Tampoco debes hacer rutinas complejas, haz los ejercicios físicos que te gusten y puedas realizar! Lo importante es hacerlos!	Ten en mente acudir a un endocrinólogo para realizarte estudios. Aun estás a tiempo de tomar medidas contra la diabetes, de ti depende!

Figura 31: Interfaz de resultados para riesgo alto
Fuente: Elaboración propia

4.2. En base a los objetivos de la investigación

4.2.1. Realizar la adquisición de conocimiento de un experto en diabetes

Se desarrolló al llevar a cabo la entrevista y encuesta al endocrinólogo, tanto en las fases de identificación como conceptualización. Aquí se resaltó la experiencia del médico por sobre la literatura del tema, ya que brindó datos precisos para poder abstraer las variables a evaluar en el test de diabetes.

4.2.2. Definir las reglas para la prevención de diabetes

Se desarrolló en la fase de conceptualización, al definir las variables Alimentación, Genética, Glucosa y Actividad física como las principales a evaluar por encima de otras que, aunque sean relevantes, no tienen el mismo nivel de impacto para el desarrollo de esta investigación, como edad, perímetro de cintura, entre otras, y en la fase de formalización, donde se definieron los valores lingüísticos de cada variable y se crearon las reglas.

4.2.3. Desarrollar un sistema experto haciendo uso de un modelo difuso

Se optó por implementar un modelo difuso por la contemplación de incertidumbre del mismo, ya que los casos pueden ser parecidos entre si pero con diferente resultado, según un grado de incertidumbre en el valor de las variables a evaluar. Este se desarrolló en la fase de formalización, al crear la arquitectura del sistema y definir la base de conocimiento para el mismo. Así como en la fase de implementación y la sub fase de diseño de RUP, donde se desarrollaron las interfaces y la parte lógica del sistema web.

4.2.4. Determinar la eficacia del sistema experto

Se desarrolló en la fase de prueba, donde se corroboró que los resultados sean coherentes con los valores ingresados de cada variable, las reglas y los valores posibles de la variable riesgo. En la fase de Discusión (V) se puede encontrar la Tabla VII que hace referencia a una matriz de confusión que busca determinar la eficacia del sistema experto.

4.3. Impactos esperados

4.3.1. Impactos económicos

Al reducir el riesgo de diabetes, disminuye la cantidad de pacientes diabéticos en el país. Al estado le cuesta alrededor de S./1,392 al año un paciente controlado (que sigue las indicaciones). Mientras que uno no controlado puede ascender a S./19,661 [15].

Estos mismos pacientes gastan entre S./1,700 y S./4,000 al año en tratamientos y medicinas no otorgadas por el estado.

La disminución de riesgo de diabetes propuesto en esta investigación eliminaría totalmente estos gastos.

4.3.2. Impactos sociales

Se pretende concientizar a los jóvenes sobre esta enfermedad y reducir el riesgo de padecerla. Buscando lograr un futuro donde esta enfermedad no signifique un riesgo tan grande como ahora.

4.3.3. Impactos en tecnología

La línea de desarrollo de tecnología en beneficio a la salud se ve altamente beneficiada al ofrecer una solución que trabaje con valores ‘no matemáticos’ o ambiguos, como la que la lógica difusa provee. Con esto se estaría empezando el desarrollo de tecnologías que busquen prevenir enfermedades, lo que es mucho más sostenible que diagnosticarlas o tratarlas.

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos, detallados en el capítulo IV, se puede observar como realizar la adquisición de conocimiento de un experto en diabetes aportó las bases para poder filtrar los factores de riesgo más importante para el sistema.

Estos factores coinciden con los propuestos en el test Findrisk[26], pues este abarca todos los factores críticos en forma de preguntas. Sin embargo, este considera además otros factores, como la edad, perímetro de cintura, hipertensión, entre otros; los cuales no se han tomado en cuenta en el desarrollo de la presente investigación.

Esto es debido a que este test está dirigido a diagnosticar diabetes como tal, no a determinar el grado de riesgo de padecerla, por lo que se da la libertad de incluir más factores. Además, que el público al que va dirigido el test es de origen Europeo, donde la mayor cantidad de la población tiene entre 35 y 50 años; por lo que no abarca el mismo público de esta investigación.

Al definir las reglas para la prevención de diabetes se ha hecho un cruce entre todos los valores lingüísticos de cada variable. Estas reglas, al ser parte de un razonamiento difuso, utilizan el Modus Ponens Generalizado (GMP) tal y como narra Tomas V[13] en su publicación. De esta manera se obtiene un catálogo de reglas que cubren en su totalidad todas las posibles respuestas brindadas por los jóvenes.

Al desarrollar el sistema experto haciendo uso de un modelo difuso, se utiliza la metodología Buchanan para lograrlo. En esta se llevan a cabo varias fases para estructurar e implementar el sistema. Esas fases fueron llevadas a cabo tal y como lo propone Durkin[17], contemplando requisitos, conceptos, estructuras, reglas y resultados a lo largo de cada una.

Al buscar determinar la eficacia del sistema experto, se compara los resultados obtenidos con la opinión de un experto. Esta comparación se ve reflejada en la siguiente matriz de confusión:

		EXPERTO				TOTAL
		CRÍTICO	ALTO	NORMAL	BAJO	
SISTEMA EXPERTO	CRÍTICO	1	2	0	0	3
	ALTO	0	33	0	0	33
	NORMAL	0	0	16	0	16
	BAJO	0	0	2	2	4

TABLA VII
MATRIZ DE CONFUSIÓN
Fuente: Elaboración propia

De esta matriz se puede comprobar la eficacia del sistema experto, pues sus resultados son, en la mayoría, alineadas a la opinión del experto.

De los 56 resultados, 52 han sido acertados, y 4 han sido, en opinión del experto en diabetes (endocrinólogo), incorrectos.

Contando así el sistema con un 93% de eficacia al momento de obtener el nivel de riesgo de padecer diabetes.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** Al realizar la adquisición de conocimiento de un experto en diabetes se hizo notar la diferencia entre información brindada por fuentes externas (libros, internet, etc) y la brindada por alguien experto en la materia. Aplicando la entrevista y la encuesta se obtuvo un valioso conocimiento por parte del experto, sin el cual no hubiera sido posible la implementación del sistema experto.
- 2.** Al definir las reglas para la prevención de diabetes se observó una gran cantidad de variables que intervienen en el cálculo de riesgo de padecer diabetes, por lo que fue necesaria la filtración de estas. Se aplicó un modelo matemático para obtener las reglas al cruzar los valores lingüísticos de cada variable para así cubrir cualquier caso posible.
- 3.** Al desarrollar un sistema experto haciendo uso de un modelo difuso se ha utilizado la metodología Buchanan para apoyar las fases del desarrollo del mismo. En las cuales se siguió el modelo de buenas prácticas brindado por la metodología y se obtuvo de manera eficiente la arquitectura y la implementación del sistema experto.
- 4.** Al determinar la eficacia del sistema experto se realizaron pruebas a 56 personas jóvenes, las cuales fueron mostradas al endocrinólogo experto y comparadas con la opinión del mismo, obteniendo así un 93% de casos acertados según su criterio, por lo que se puede afirmar que el sistema experto brinda resultados fiables.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Para futuros trabajos, sería conveniente adjuntar un sistema experto, apoyado por un experto en actividades físicas, para sugerir planes de ejercicio según las respuestas y resultados de quién realice el test.
- 2.** Si se desea extrapolar el sistema experto para calcular el nivel de riesgo en una campaña médica o con fines académicos, se sugiere implementar nuevas interfaces de reportes que, según la información de cada test, brinde sugerencias para la toma de decisiones y muestre los datos de manera más estadística.
- 3.** La implementación de un sistema experto basado en el conocimiento de un nutriólogo ayudaría a complementar el resultado brindado por el sistema experto de reducción de riesgo de diabetes, pues brindaría una recomendación dietética para cada persona joven según sus respuestas y resultado.
- 4.** La implementación de un sistema móvil, que trabaje de manera distribuida con el sistema experto actual, ayudaría a aumentar el rango de alcance del mismo, pues esta tecnología está más presente y tiene mayor impacto en la actualidad.

VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] OMS. Diabetes[Online] Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- [2] INEI, Perú Enfermedades no transmisibles y transmisibles, 2017.
- [3] M. Quisbert, “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIANÓSTICO DE LA ENFERMEDAD CORONARIA”
- [4] F. Carretero, “SISTEMAS EXPERTOS EN EL DIAGNOSTICO DIFERENCIAL DE LAS HIPERCALCEMIAS”
- [5] A. Monsalve, “Sistemas de ayuda a la Decisión Clínica en Enfermedades de Diagnóstico Complejo”
- [6] A. Chacaltana, “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN EL HOSPITAL CENTRAL DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ LUIS N. SAENZ”
- [7] M. Soto, “SISTEMA EXPERTO DE DIAGNÓSTICO MÉDICO DEL SÍNDROME DE GUILLIAN BARRÉ”
- [8] M. ALVAREZ, “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO COMO APOYO EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES Y MANEJO DE EXPEDIENTES CLÍNICOS”
- [9] L. Barturen, “DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO SOBRE WEB PARA UN DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE CANCER DE CUELLO UTERINO EN LA CLÍNICA MATERNIDAD “BELEN””
- [10] J. Vargas, “APLICACIÓN WEB BASADO EN SISTEMA EXPERTO EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DEL SERIVICIO DE GINECOLOGÍA DEL HOSPITAL III CHIMBOTE”
- [11] J. Gutierrez and A. Haid, “Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas”
- [12] USAL (Universidad de Salamanca), “Redes neuronales”
- [13] T. Vidal, “Lógica difusa”
- [14] J. Varo and M. Martínez and J. Martínez, “Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo”
- [15] E. Sánchez (2018, Nov 15). ¿Cuánto gastan los peruanos en el tratamiento de diabetes? [Online] – Available: <https://infomercado.pe/cuanto-gastan-los-peruanos-en-el-tratamiento-de-la-diabetes/>
- [16] Fundación para la Diabetes (2016). “¿Qué riesgo tiene usted de desarrollar diabetes tipo 2? Descúbralo con el test FINDRISK” Available: <https://www.fundaciondiabetes.org/prevencion/findrisk>
- [17] J. Durkin. Metodología de Ingeniería del Conocimiento
- [18] INEI, “Estado de la población peruana 2013” [Online] Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1095/libro.pdf

IX. ANEXOS

ANEXO N° 01. ANÁLISIS DE RIESGOS

1. Datos generales

- **Tesista** : Kevin Davila Benavides
- **Fecha inicial** : 10 de Abril de 2019
- **Fecha final** : 20 de Diciembre de 2019

2. Alcance del proyecto

El sistema experto implementado se desarrollará con la finalidad de disminuir el riesgo de diabetes en personas jóvenes, haciendo uso de un modelo difuso. Para ello será necesario hacer uso de una metodología para desarrollar el sistema experto.

3. Interesados (Stakeholders)

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

- **Internos**

TABLA III
INTERESADOS INTERNOS

Interesado	Participación
Población joven	Son a quienes va dirigido el sistema y los principales beneficiados, pues tendrán un diagnóstico de su nivel de riesgo de diabetes temprano para poder tomar las medidas adecuadas.
Endocrinólogos	Es el experto que apoyó a la creación del sistema, ayudando así a reducir el riesgo de diabetes en personas jóvenes.

- **Externos**

TABLA IX
INTERESADOS EXTERNOS

Interesado	Participación
Universidades	Al velar por los intereses de los estudiantes, les favorecerá la reducción de su riesgo de padecer diabetes
Gobierno nacional	Al reducir el riesgo de padecer diabetes, se está reduciendo, en teoría, el número de pacientes diabéticos en el país.

4. Beneficios

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

- Mejorar la calidad de vida de las personas jóvenes.
- Reducir el número de futuros pacientes diabéticos en la región.
- Tener una idea temprana de si un joven padecerá o no diabetes.

5. Etapas de desarrollo

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

- **Identificación**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA X
MATRIZ DE RIESGOS IDENTIFICACIÓN

CODIGO DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FASE AFECTADA	CAUSA RAÍZ	ENTREGABLES AFECTADOS	ESTIMACIÓN PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACIÓN IMPACTO	PROBABILIDAD x IMPACTO	NIVEL DE RIESGO
R-001	Identificación de participantes incorrecto	Identificación	El desarrollador del sistema no identifica correctamente los participantes	Base de conocimiento	1	Alcance	4	4	BAJO
						Tiempo	5	0	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	5	
						Total Probabilidad x impacto		9	
R-002	Identificación de roles incorrecto	Identificación	El desarrollador del sistema no identifica correctamente los roles	Base de conocimiento	1	Alcance	4	4	BAJO
						Tiempo	5	0	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	5	
						Total Probabilidad x impacto		9	

- **Conceptualización**
 - **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XI
MATRIZ DE RIESGOS CONCEPTUALIZACIÓN

CODIGO DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FASE AFECTADA	CAUSA RAÍZ	ENTREGABLES AFECTADOS	ESTIMACIÓN PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACIÓN IMPACTO	PROBABILIDAD x IMPACTO	NIVEL DE RIESGO
R-003	Entrevista al experto ineficiente	Conceptualización	El desarrollador no ejecuta una correcta entrevista al experto	Base de conocimiento	3	Alcance	4	12	ALTO
						Tiempo	5	15	
						Costo	4	12	
						Calidad	4	12	
						Total Probabilidad x impacto		51	
R-004	Obtención incorrecta de los conceptos brindados por el experto	Conceptualización	El experto no brinda los conceptos correctos o estos no son asimilados correctamente por el desarrollador	Base de conocimiento	3	Alcance	4	12	ALTO
						Tiempo	5	15	
						Costo	3	9	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto		51	

- **Formalización**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XII
MATRIZ DE RIESGOS FORMALIZACIÓN

CODIGO DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FASE AFECTADA	CAUSA RAÍZ	ENTREGABLES AFECTADOS	ESTIMACIÓN PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACIÓN IMPACTO	PROBABILIDAD x IMPACTO	NIVEL DE RIESGO
R-005	Arquitectura del sistema ineficiente	Formalización	El desarrollador plantea una arquitectura ineficiente para el propósito del sistema experto	Base de conocimiento	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto		39	
R-006	Error al proponer los universos de los conjuntos difusos	Formalización	El desarrollador propone universos con cantidad erróneas para los conjuntos difusos	Base de conocimiento	3	Alcance	4	12	ALTO
						Tiempo	5	15	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto		42	
R-007	Error al proponer las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos	Formalización	El desarrollador propone incorrectamente las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos	Base de conocimiento	3	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	5	15	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto		39	
R-008	Error al crear las reglas difusas	Formalización	El desarrollador plantea de manera errónea las reglas difusas, ya sea en cantidad o estructura	Base de conocimiento	3	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	5	15	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto		39	

- **Implementación**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XIII
MATRIZ DE RIESGOS IMPLEMENTACIÓN

CODIGO DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FASE AFECTADA	CAUSA RAÍZ	ENTREGABLES AFECTADOS	ESTIMACIÓN PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACIÓN IMPACTO	PROBABILIDAD x IMPACTO	NIVEL DE RIESGO
R-009	Error al programar los conjuntos difusos	Implementación	El desarrollador programa de manera incorrecta los conjuntos difusos	Sistema experto	1	Alcance	4	4	BAJO
						Tiempo	5	0	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	5	
						Total Probabilidad x impacto	9		
R-010	Error al programar las reglas difusas	Implementación	El desarrollador plantea una arquitectura ineficiente para el propósito del sistema experto	Sistema experto	3	Alcance	3	12	ALTO
						Tiempo	5	15	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto	42		
R-011	Error al extraer las respuestas brindadas por los estudiantes	Implementación	El desarrollador plantea una arquitectura ineficiente para el propósito del sistema experto	Sistema experto	3	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto	36		
R-012	Interfaces poco amigables	Implementación	El desarrollador plantea una arquitectura ineficiente para el propósito del sistema experto	Sistema experto	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	0	0	
						Calidad	5	15	
						Total Probabilidad x impacto	39		

- **Prueba**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XIV
MATRIZ DE RIESGOS PRUEBA

CODIGO DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FASE AFECTADA	CAUSA RAÍZ	ENTREGABLES AFECTADOS	ESTIMACIÓN PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACIÓN IMPACTO	PROBABILIDAD x IMPACTO	NIVEL DE RIESGO
R-013	Ingreso de datos incorrectos	Prueba	El desarrollador ingresa los datos incorrectamente	Resultados sistema experto	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	3	9	
						Costo	0	0	
						Calidad	3	9	
						Total Probabilidad x impacto		30	
R-014	Fuzzificación de datos incorrecta	Prueba	El sistema no fuzzifica correctamente los datos	Resultados sistema experto	2	Alcance	4	8	BAJO
						Tiempo	2	4	
						Costo	0	0	
						Calidad	3	6	
						Total Probabilidad x impacto		18	
R-015	Defuzzificación de resultado incorrecta	Prueba	El sistema no defuzzifica los resultados correctamente	Resultados sistema experto	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	3	15	
						Costo	0	0	
						Calidad	3	9	
						Total Probabilidad x impacto		36	

Matriz salvaguarda de riesgos

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

TABLA XV
MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS

CODIGO	AMENAZA/ OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FASE	NIVEL DE RIESGO	TIPO DE RESPUESTA	RESPONSABLE	PLAN DE MITIGACIÓN
R-001	Amenaza	Identificación de participantes incorrecto	Identificación	BAJO	Mitigar	Desarrollador	Consultar adecuadamente con el asesor metodológico, asesor de investigación y experto.
							Revisar sistemas similares y adecuar situación actual a casos pasados.
R-002	Amenaza	Identificación de roles incorrecto	Identificación	BAJO	Mitigar	Desarrollador	Consultar adecuadamente con el asesor metodológico, asesor de investigación y experto.
							Revisar sistemas similares y adecuar situación actual a casos pasados.
R-003	Amenaza			ALTO	Mitigar	Desarrollador	Preparar con antelación las preguntas de la entrevista.

		Entrevista al experto ineficiente	Conceptualización				Consultar con asesor las preguntas pertinentes.
							Investigar el tema antes de realizar la entrevista.
R-004	Amenaza	Obtención incorrecta de los conceptos brindados por el experto	Conceptualización	ALTO	Mitigar	Desarrollador	Validar los conceptos con el experto.
							Validar los conceptos con el asesor de investigación.
R-005	Amenaza	Arquitectura del sistema ineficiente	Formalización	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Consultar con asesor la arquitectura.
							Tomar como modelo arquitectura de sistemas similares.
							Seguir estándar de arquitectura según metodología de desarrollo.
							Validar con expertos el diseño de la arquitectura
R-006	Amenaza	Error al proponer los universos de los conjuntos difusos	Formalización	ALTO	Mitigar	Desarrollador	Validar los universos propuestos con el experto.
							Validar los universos propuestos con el asesor.
							Investigar sobre los conjuntos difusos antes de proponer los universos
R-007	Amenaza	Error al proponer las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos	Formalización	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Validar los universos propuestos con el experto.
							Validar los universos propuestos con el asesor.
R-008	Amenaza	Error al crear las reglas difusas	Formalización	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Validar los universos propuestos con el experto.
							Validar los universos propuestos con el asesor.

R-009	Amenaza	Error al programar los conjuntos difusos	Implementación	BAJO	Mitigar	Desarrollador	Realizar pruebas de caja blanca al código de conjuntos difusos.
							Realizar pruebas de caja negra al código de conjuntos difusos.
							Validar código con expertos en programación.
R-010	Amenaza	Error al programar las reglas difusas	Implementación	ALTO	Mitigar	Desarrollador	Realizar pruebas a las reglas difusas.
							Validar reglas con asesor de investigación.
							Validar código de las reglas con un experto
R-011	Amenaza	Error al extraer las respuestas brindadas por los jóvenes	Implementación	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Validar código de extracción de respuestas con un experto.
							Realizar pruebas de caja negra al código de extracción de respuestas.
R-012	Amenaza	Interfaces poco amigables	Implementación	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Diseñar interfaces según patrón material desing.
							Consultar con experto sobre el diseño de las interfaces.
							Consultar con asesor de investigación sobre el diseño de las interfaces.
							Consultar con sistemas similares para orientar el diseño de las interfaces.
R-013	Amenaza	Ingreso de datos, por parte de los jóvenes, incorrectos	Prueba	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Explicar a los jóvenes cómo ingresar los datos.
							Describir el proceso, en las interfaces, de manera clara y entendible.

R-014	Amenaza	Fuzzificación de datos incorrecta	Prueba	BAJO	Mitigar	Desarrollador	Realizar pruebas de caja blanca al código de fuzzificación.
							Realizar pruebas de caja negra al código de fuzzificación.
							Consultar con asesor de investigación sobre el proceso de fuzzificación.
R-015	Amenaza	Deffuzificación de resultado incorrecta	Prueba	MEDIO	Mitigar	Desarrollador	Realizar pruebas de caja negra al código de deffuzificación.
							Realizar pruebas de caja blanca al código de deffuzificación.
							Consultar al asesor de investigación sobre el proceso de deffuzificación.

ANEXO N° 02. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Encuesta enfocada a la variable dependiente dirigida al médico

¿Cuál es la diabetes más común?

- a) Tipo 1
- b) Tipo 2
- c) Gestacional

¿Cuánto es el rango de nivel de glucosa para determinar si hay diabetes?

- a) >80
- b) >126
- c) >140

¿Cuáles de las siguientes causas son cruciales en la aparición de diabetes?

- a) Actividad física
- b) Genética
- c) Alimentación

¿La diabetes se puede 'medir' de manera diferente entre hombres y mujeres?

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

¿Es posible prevenir la diabetes?

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

¿Cuál tipo de tejido graso está más asociado a la aparición de diabetes?

- a) Grasa subcutánea
- b) Grasa visceral
- c) Ambos

¿Qué tan importante es el ejercicio físico para prevenir la diabetes?

- a) Importante
- b) Normal
- c) Irrelevante

La alimentación para prevenir la diabetes debe ser rica en

- a) Proteínas
- b) Fibra
- c) Grasas

¿El alcohol y el tabaco son elementos que afecten a la aparición de diabetes?

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

¿Qué alimentos son importantes en una dieta para prevenir diabetes?

- a) Frutas
- b) Verduras
- c) Carnes

¿El estilo de vida de una persona joven es un factor importante para la aparición de diabetes?

(Estilo de vida sedentario, pocas horas de sueño, alimentación inadecuada)

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

¿La cultura tiene que ver con el riesgo de diabetes actual?

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

¿Considera que la sociedad actual cuenta con una cultura de prevención adecuada?

- a) Sí
- b) No
- c) Tal vez

Encuesta enfocada a la variable independiente realizada al médico

¿Considera que el uso de la tecnología puede apoyar el proceso de prevención y disminución de riesgo de diabetes?

- a) Sí
- b) No
- c) Quizá

¿Qué tan importante cree que es culturizar a los jóvenes sobre la prevención de la diabetes a través de una herramienta informática?

- a) Importante
- b) Normal
- c) Irrelevante

¿Difundiría usted el sistema a través de su vida diaria como endocrinólogo?

- a) Sí
- b) No
- c) Quizá

¿Conoce alguna herramienta con características similares a la propuesta?

- a) Sí
- b) No
- c) No lo sé

¿Considera usted que la presente propuesta de sistema aporta alguna diferenciación significativa con respecto a las herramientas ya existentes (si hubiera)?

- a) Sí
- b) No
- c) Quizá

¿Usaría usted la herramienta propuesta en su consultorio?

- a) Sí
- b) No
- c) Quizá

¿Cree usted que se puede generar un impacto en los jóvenes a través de a herramienta propuesta?

- a) Sí
- b) No
- c) Quizá

Entrevista enfocada a la variable dependiente dirigida al médico

¿Qué es la diabetes?

“Es una enfermedad producida cuando el páncreas no puede producir suficiente insulina o no la usa adecuadamente”

¿Qué tipos de diabetes existen?

“

Existen 3 tipos:

Tipo 1: Poco frecuente, normalmente afecta a niños. En esta diabetes el páncreas no produce insulina. No tiene nada que ver con el estilo de vida o alimentación. Aproximadamente 1% de la población sufre este tipo de diabetes.

Tipo 2: La más común. Aplicada a personas con sobrepeso, con familia con antecedentes de diabetes, con mala alimentación, entre otros factores. 98% de personas diabéticas sufren este tipo de diabetes.

Gestacional: Aplicada a mujeres embarazadas. Poco común en embarazos y en la población.

No existen cosas como:

Diabetes emotiva.

Diabetes hereditaria.

¿Cuál es la más común?

“La diabetes tipo 2 es la más común, ocupando el 98% del total de personas diabéticas en Perú”

¿Cuáles son las principales causas de diabetes?

“El estilo de vida refiriéndose a cosas como: La alimentación, las horas de sueño, la práctica de actividad física, el peso, entre otros.

También juega un papel importante la genética, ya que algunas personas tienen predisposición genética por parte de su familia, teniendo antecedentes en padres, abuelos, tíos, etc.”

¿Qué exámenes ayudan a prevenir la diabetes?

“El examen de glucosa en ayunas es el más común, tanto la medición como la tolerancia a la glucosa en tiempos.”

¿Cómo se puede prevenir la diabetes?

“Con un estilo de vida adecuado y haciendo exámenes 1 vez al año.”

¿Qué tipo de alimentación previene la diabetes?

“Una dieta balanceada sin ingerir muchas grasas y azúcares.

Comer frutas y verduras a diario. Enteras, no en jugos.

Teniendo una alimentación con mucha fibra”

¿Otras enfermedades se relacionan con la diabetes?

“Sí, hay otras enfermedades relacionadas que pueden favorecer el entorno de padecer diabetes tales como: Hipertensión, sobrepeso, quistes, etc.”

¿Cómo se manifiesta la diabetes?

“La enfermedad es en gran parte asintomática, por lo que puedes sufrir diabetes varios meses y no sentir ninguna molestia. Cuando empiezan los síntomas es porque la enfermedad ya está avanzada, por lo que se recomienda siempre hacerse exámenes de prevención.”

¿Qué tratamientos existen contra la diabetes?


“El mismo tratamiento que existe para prevenir diabetes se usa para combatirla: Un estilo de vida saludable. Además de la inyección de insulina que es necesaria, el paciente debe llevar un buen estilo de vida para poder contrarrestar los efectos y peligros de la diabetes.”

¿De estos tratamientos, cuáles son los más efectivos?

“Lo más efectivo es llevar un estilo de vida saludable”.

¿Qué otros datos consideran importantes conocer acerca de la diabetes?

“La prevención es la clave. El cambio de estilo de vida ha incrementado el grupo poblacional de diabetes. Lo importante es poder prevenir la diabetes desde edades tempranas”.



Manual de Usuario

SISTEMA EXPERTO BASADO EN
LÓGICA DIFUSA PARA DISMINUIR EL
RIESGO DE DIABETES EN PERSONAS
JÓVENES EN LA CIUDAD DE
CHICLAYO – PERÚ EN EL 2019

DAVILA BENAVIDES KEVIN FARID

Contenido

SISTEMA EXPERTO PARA DISMINUIR RIESGO DE DIABETES	74
1. REQUISITOS DEL SISTEMA	74
2. INGRESO AL SISTEMA	74
3. LISTA DE TEST	75
3.1. AGREGAR TEST	76
4. TEST DE EVALUACIÓN.....	76
5. REPORTES.....	79

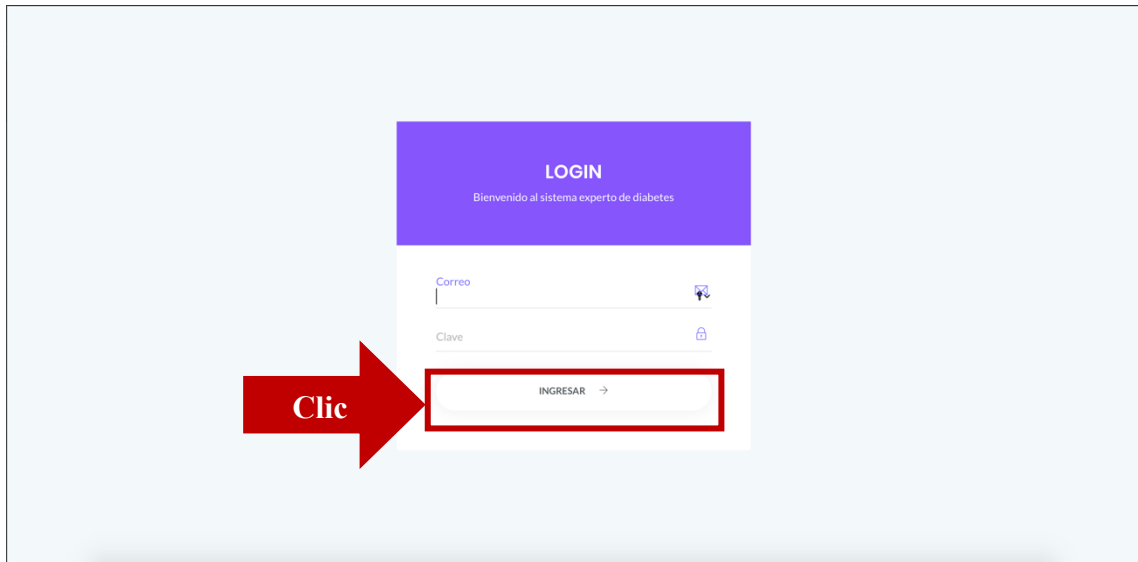
SISTEMA EXPERTO PARA DISMINUIR RIESGO DE DIABETES

1. Requisitos del sistema

- Acceso a internet
- Navegador Chrome
- El médico debe contar con una cuenta de usuario

2. Ingreso al sistema

Paso 01: Ingrese el usuario y la contraseña previamente registrados y haga clic en el



botón **Ingresar.**

Figura 01: "Inicio de Sesión"
Fuente: Elaboración propia

Paso 02: Aquí se muestra el menú principal del sistema que se divide en 2 zonas

- (1) Zona del índice del menú en la parte izquierda (sidebar), la cual estará siempre presente a lo largo del uso del sistema.
- (2) Zona central o área de trabajo, siendo "Lista de test" la interfaz principal.

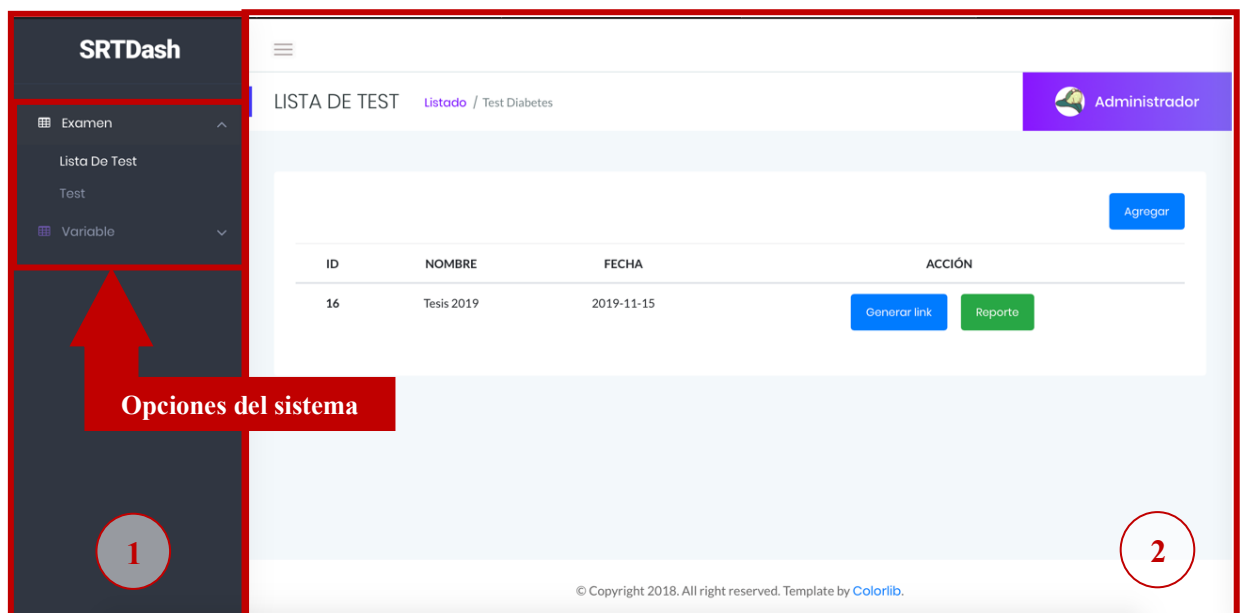
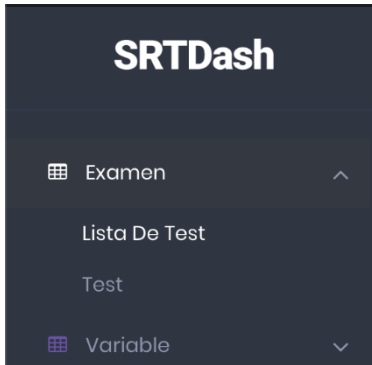


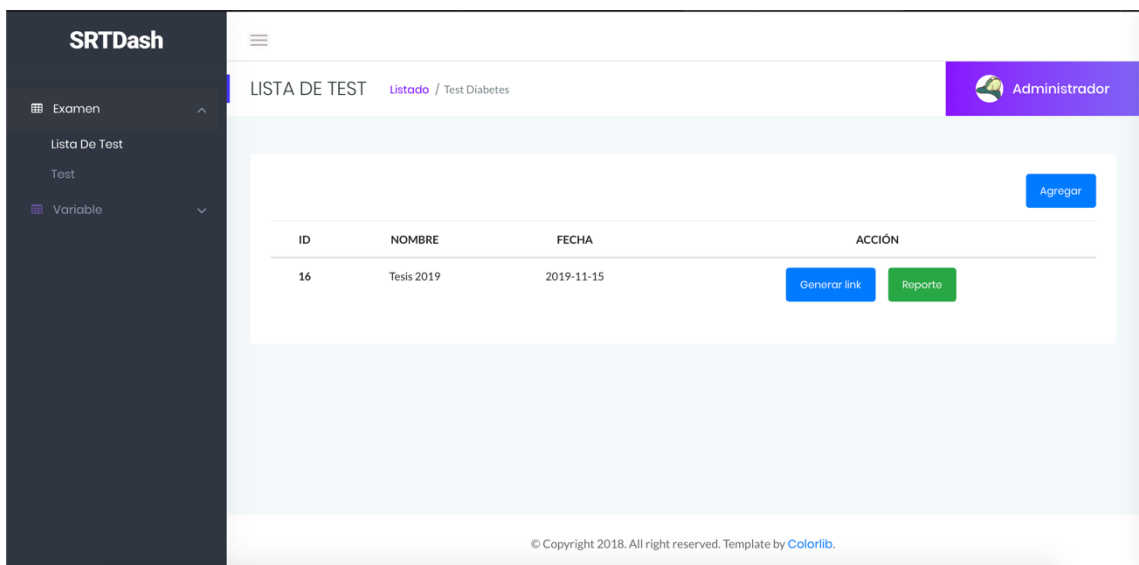
Figura 02: "Menú principal"
Fuente: Elaboración propia

3. Lista de Test

Paso 01: En el menú principal se muestran los submenús: **Lista de Test** y **Test**. Dar clic en el submenú **Lista de Test**.






Paso 02: Aquí se muestra la interfaz principal del sistema, donde aparece la lista de los test creados, la cual incluye los datos como el **ID**, **Nombre**, **Fecha** y **Acción**



*Figura 03: "Lista de Test"
Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se explicará el uso de los botones de esta interfaz y de las acciones mencionadas anteriormente

	<ul style="list-style-type: none">• Si le damos clic a este botón aparecerá la interfaz Agregar Test (Figura 04)
	<ul style="list-style-type: none">• Dándole clic a este botón se copiará el link, el cual se les manda a las personas que ingresaran al sistema. (Figura 6, 7, 8 v 9)
	<ul style="list-style-type: none">• Si le damos clic a este botón aparecerá la interfaz Lista de postulantes (Figura 14)

3.1. Agregar Test

Aquí se muestra la interfaz **Agregar de Test**, en la cual se debe ingresar el nombre del test y dar clic en el botón **Guardar** si se desea registrar el test.

*Figura 04: "Agregar Test"
Fuente: Elaboración propia*

4. Test de Evaluación

Paso 01: Si le dan clic en **generar link**, se envía el link donde las personas ingresarán para responder el test.

*Figura 05: "Test de Evaluación - Datos"
Fuente: Elaboración propia*

Paso 02: Aquí se introducen **DNI, nombre completo, edad, correo y sexo**, luego se responden las preguntas según se avance y se da clic en el botón **SIGUIENTE**

The screenshot shows a web interface for a diabetes evaluation test. At the top, there is a navigation bar with 'TEST' and 'Test de Evaluación / Test Diabetes'. Below this, there are five tabs: 'Datos', 'Alimentación', 'Genética', 'Glucosa', and 'Actividad Física'. The 'Alimentación' tab is currently selected. The form contains five questions, each with a dropdown menu:

- Question 1: 'Semanalmente, qué tanto consumes leguminosas? (Ejemplo: Lentejas, habas, etc)'. The dropdown shows 'Bajo'.
- Question 2: 'Semanalmente, qué tanto comes fruta? (Entera, no en jugos)'. The dropdown shows 'Alto'.
- Question 3: 'Semanalmente, qué tanto consume productos lácteos? (Ejemplo: Leche, yogurt, etc)'. The dropdown shows 'Mediano'.
- Question 4: 'Semanalmente, qué tanto comes verdura?'. The dropdown shows 'Mediano'.
- Question 5: 'Semanalmente, qué tanto consume alimentos ricos en fibra? (Ejemplo: Avena, quinoa)'. The dropdown shows 'Bajo'.

At the bottom of the form, there is a 'SIGUIENTE' button with a right-pointing arrow.

Figura 06: "Test de Evaluación - Alimentación"
Fuente: Elaboración propia

The screenshot shows the 'Genética' section of the test. The 'Genética' tab is selected. The form contains five questions, each with a dropdown menu:

- Question 1: 'Tus hermanos padecen diabetes? (Si no tienes, marca no)'. The dropdown shows 'No'.
- Question 2: 'Tus padres padecen diabetes?'. The dropdown shows 'Si'.
- Question 3: 'Algún de tus tíos padece diabetes?'. The dropdown shows 'No'.
- Question 4: 'Tus abuelos padecen diabetes?'. The dropdown shows 'No'.
- Question 5: 'Algún de tus primos padece diabetes?'. The dropdown shows 'Si'.

At the bottom of the form, there is a 'SIGUIENTE' button with a right-pointing arrow.

Figura 07: "Test de Evaluación - Genética"
Fuente: Elaboración propia

The screenshot shows the 'Glucosa' section of the test. The 'Glucosa' tab is selected. The form contains one question with a dropdown menu:

- Question 1: 'Cuánto obtuviste de glucosa en tu último examen de diabetes?'. The dropdown shows '90'.

Below the dropdown, there is a radio button labeled 'No lo sé'. At the bottom of the form, there is a 'SIGUIENTE' button with a right-pointing arrow.

Figura 08: "Test de Evaluación - Glucosa"
Fuente: Elaboración propia

TEST [Test de Evaluación](#) / Test Diabetes

Datos [Alimentación](#) [Genética](#) [Glucosa](#) **Actividad Física**

Actividad Física

Qué tanta actividad física de mediano impacto realizas a la semana? Ejemplo: Correr, etc.

Bajo

Qué tanta actividad física de alto impacto realizas a la semana? Ejemplo: Tennis, fútbol, etc

Bajo

Qué tanta actividad física de bajo impacto realizas a la semana? Ejemplo: Pasear, mover cosas, etc.

Normal

FINALIZAR →

© Copyright 2018. All right reserved. Template by [Colorlib](#).

Figura 09: “Test de Evaluación – Actividad Física”
Fuente: *Elaboración propia*

Paso 03: Al darle en finalizar, se le dirige a una nueva página mostrando sus resultados, los que pueden ser:

RESULTADOS:

RIESGO CRÍTICO

Gran probabilidad de padecer o **estar padeciendo** diabetes
Debes cambiar radicalmente tu estilo de vida.

ALIMENTACIÓN

Llevar una dieta estricta.

Contar las calorías consumidas a diario.
Consumir máximo 2000 calorías al día(Consultar con un médico). Lleva una dieta rica en:

- Proteína
- Fibra
- Verduras
- Frutas (Enteras, no en jugos)

Evita consumir grasas.
Evitar consumir azúcar.

ACTIVIDAD FISICA

Realizar rutinas de 30 minutos 3 o 4 veces por semana.

Contratar un entrenador personal que guíe tu ejercicio físico.
Debes llevar a cabo rutinas intensas para alcanzar índice de masa corporal adecuado.

Consejos finales (generales)

Debes tener mucho cuidado, sé conciente que estás en un gran peligro.

Acude a un endocrinólogo para obtener más información de tu estado actual.
Realiza 2 controles al año sobre diabetes y otras enfermedades endocrinas.

Figura 10: “Resultado - Riesgo crítico”
Fuente: *Elaboración propia*

RESULTADOS:

RIESGO ALTO

Es posible que padezcas diabetes en el futuro.
Debes tomar acciones pronto para combatir este riesgo latente.
Necesitas llevar un mayor control en tus comidas y estilo de vida.

ALIMENTACIÓN

Recuerda consumir frutas y verduras todos los días.
Evita las grasas y azúcares.

Come más alimentos ricos en fibra.
Una buen práctica sería llevar un control de calorías,no demasiado estricto.

ACTIVIDAD FISICA

Realiza más ejercicio físico a diario. No es necesario asistir a un gimnasio, con hacer 10-15 minutos de actividad física en casa es suficiente!.

Tampoco debes hacer rutinas complejas, haz los ejercicios físicos que te gusten y puedas realizar!
Lo importante es hacerlos!

Consejos finales (generales)

Ten en mente acudir a un endocrinólogo para realizarte estudios.

Aún estás a tiempo de tomar medidas contra la diabetes, de ti depende!

Figura 11: “Resultado – Riesgo alto”
Fuente: *Elaboración propia*



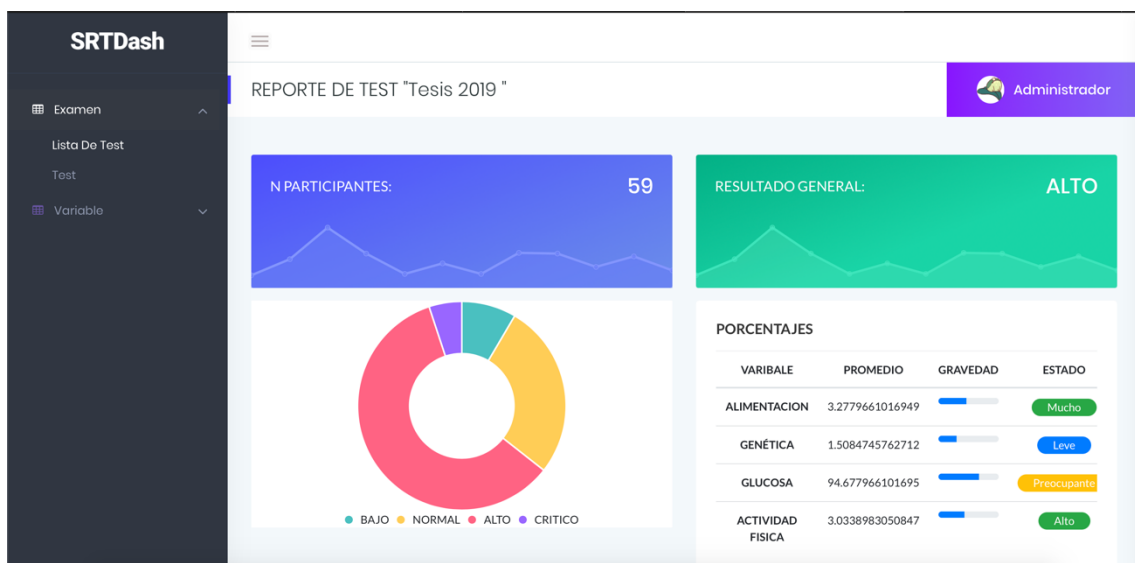
Figura 12: “Resultado – Riesgo bajo”
Fuente: Elaboración propia
Fuente: Elaboración propia



Figura 13: “Reportes de Test”
Fuente: Elaboración propina

5. Reportes

En este punto, ya se registró el test de esta persona, por lo que si vamos a “Lista test” y damos clic en el botón “Reporte” podremos ver los resultados de los test realizados hasta el momento



En esta sección de reporte podremos ver resultados a nivel general del test en cuestión, mostrando la cantidad de participantes del test, el resultado general (un promedio de los resultados), un gráfico de pie mostrando la distribución de cada resultado, donde si se colca el cursor encima, se ve la cantidad de test con ese resultado:

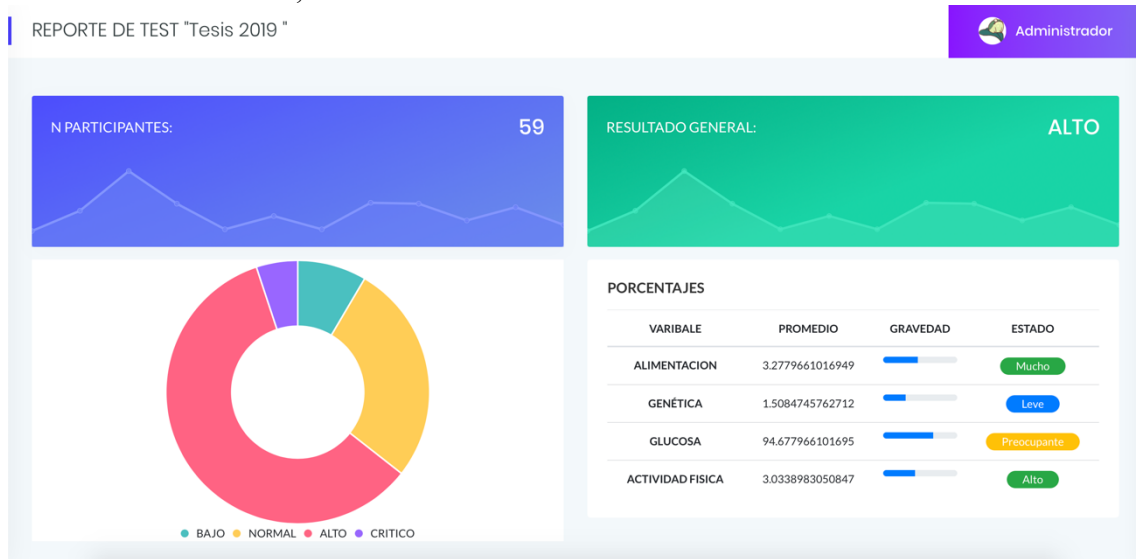


Figura 13: "Resultado – Reporte de test"
Fuente: Elaboración propina

DNI	NOMBRE	EDAD	ALIMENTACION	GENETICA	GLUCOSA	ACTIVIDAD FISICA	RESULTADO
	Iris Elizabeth Monteza Vallejos	21	2.2	0	95	2.2	NORMAL
	Jose Manuel Puicón Rodas	21	4	3	97	4	NORMAL
	Jeiner Muñoz Olivera	22	2.2	3	98	2.2	ALTO
	Nevenka Capuñay Mendoza	24	4.6	3	95	4.6	ALTO
	Joel Torres Farro	25	2.8	0	90	2.8	BAJO
	Sergio Mondragon Silva	25	4	3	100	4	ALTO
	William Ramirez Martinez	26	3.4	2	105	3.4	ALTO
	Daniel Lopez	24	2.2	1	102	2.2	NORMAL
	Nicolas Melendez	21	2.2	3	90	2.2	ALTO
	Nandito Santamaria Santamaria	23	5.199999999999999	1	120	5.199999999999999	ALTO
	Jhuliana Pinto Tesen	22	4	4	105	4	NORMAL
	Alvaro Mejia Chirinos	25	3.3999999999999995	3	73	3.3999999999999995	ALTO
	Juan Cortez huancas	24	3.4000000000000004	2	110	3.4000000000000004	ALTO
	Jesus Vasquez Izquierdo	22	4	1	100	4	ALTO

Figura 14: "Resultado – Riesgo normal"
Fuente: Elaboración propina

Paso 01: En el menú principal se muestran los submenús: **Lista de Variables** y **Gráfico de variables**. Dar clic en el submenú **Lista de Test**.



Paso 02: Se muestra también una tabla Porcentual donde se muestran cada una de las variables analizadas, su valor (promedio de todos los test), gravedad (se muestra como un gráfico, una barra de progreso según su número) y un estado (Según las opciones de cada variable)



Además, se incluye una tabla con los datos de cada uno de los participantes del test, que muestra información importante tales como **DNI, nombre, edad**. Y su resultado en cada variable analizada, así como su resultado de test individual.

DNI	NOMBRE	EDAD	ALIMENTACION	GENETICA	GLUCOSA	ACTIVIDAD FISICA	RESULTADO
75348679	Iris Elizabeth Monteza Vallejos	21	2.2	0	95	2.2	NORMAL
74263498	Jose Manuel Puicón Rodas	21	4	3	97	4	NORMAL
71543627	Jeiner Muñoz Olivera	22	2.2	3	98	2.2	ALTO
68234567	Nevenka Capuñay Mendoza	24	4.6	3	95	4.6	ALTO
65289410	Joel Torres Farro	25	2.8	0	90	2.8	BAJO
75231987	Sergio Mondragon Silva	25	4	3	100	4	ALTO
48371298	William Ramirez Martinez	26	3.4	2	105	3.4	ALTO
71293854	Daniel Lopez	24	2.2	1	102	2.2	NORMAL
76985127	Nicolas Melendez	21	2.2	3	90	2.2	ALTO
69834615	Nandito Santamaría Santamaría	23	5.199999999999999	1	120	5.199999999999999	ALTO
74359076	Jhuliana Pinto Tesen	22	4	4	105	4	NORMAL
65372891	Alvaro Mejia Chirinos	25	3.3999999999999995	3	73	3.3999999999999995	ALTO
73183945	Juan Cortez huancas	24	3.4000000000000004	2	110	3.4000000000000004	ALTO
74623548	Jesus Vasquez Izquierdo	22	4	1	100	4	ALTO

Si damos clic en el submenú ‘Lista de variables’, que se encuentra dentro del menú ‘Variable’ en la sidebar, podremos ver las variables que se están analizando en este test

SRTDash

- Examen
- Variable
 - Lista De Variables**
 - Gráfico Variables

Clic aquí

LISTA DE VARIABLES Variables / Test Diabetes Administrador

ID	NOMBRE	ACCIÓN
1	Alimentacion	Preguntas
2	Genetica	Preguntas
3	Glucosa	Preguntas
4	Actividad fisica	Preguntas

© Copyright 2018. All right reserved. Template by Colorlib.

Si damos clic en el botón “Preguntas” podremos visualizar las preguntas pertenecientes a cada una de estas variables. Exceptuando la variable glucosa, pues la única pregunta válida es la cantidad.

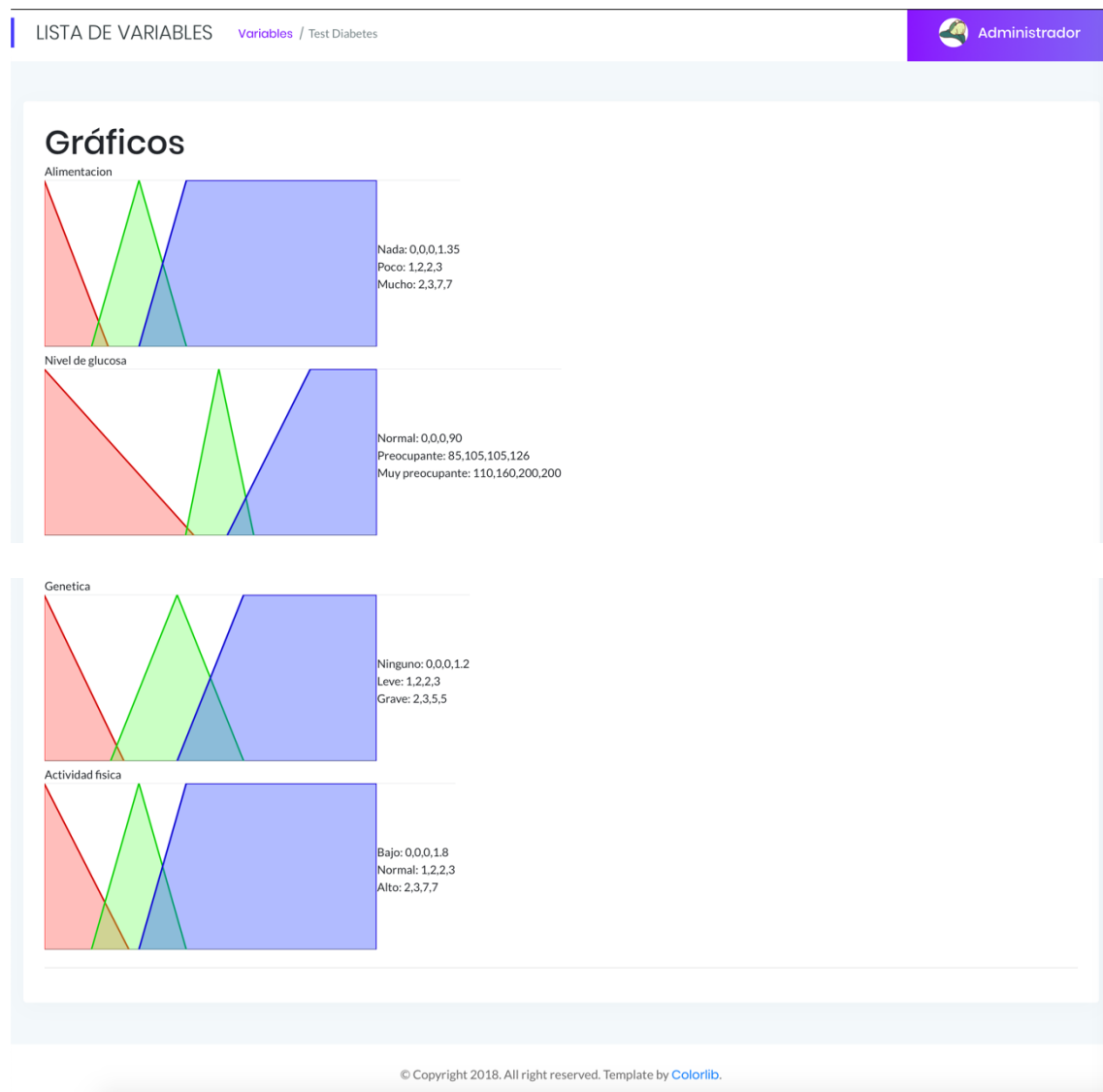
LISTA DE PREGUNTAS DE ALIMENTACIÓN Preguntas / Test Diabetes Administrador

Agregar

ID	NOMBRE
7	Semanalmente, qué tanto comes fruta? (Entera, no en jugos)
8	Semanalmente, qué tanto comes verdura?
9	Semanalmente, qué tanto consume productos lácteos? Ejemplo: Leche, yogurt, etc.
10	Semanalmente, qué tanto consume alimentos ricos en fibra? Ejemplo: Avena, quinoa.
11	Semanalmente, qué tanto consumes leguminosas? Ejemplo: Lentejas, habas, etc

© Copyright 2018. All right reserved. Template by Colorlib.

Si damos clic al submenú “Gráfico Variables”, se nos mostrará una lista con las variables y una representación de sus respectivos conjuntos difusos.



ANEXO N° 04. REGLAS DEL SISTEMA EXPERTO

N°	ALIMENTACION	GLUCOSA	GENETICA	ACTIVIDAD FÍSICA	RIESGO
0	BAJO	NORMAL	NINGUNO	BAJO	NORMAL
1	BAJO	NORMAL	NINGUNO	NORMAL	NORMAL
2	BAJO	NORMAL	NINGUNO	ALTO	BAJO
3	BAJO	NORMAL	LEVE	BAJO	NORMAL
4	BAJO	NORMAL	LEVE	NORMAL	NORMAL
5	BAJO	NORMAL	LEVE	ALTO	NORMAL
6	BAJO	NORMAL	GRAVE	BAJO	ALTO
7	BAJO	NORMAL	GRAVE	NORMAL	ALTO
8	BAJO	NORMAL	GRAVE	ALTO	NORMAL
9	BAJO	PREOCUPANTE	NINGUNO	BAJO	NORMAL
10	BAJO	PREOCUPANTE	NINGUNO	NORMAL	NORMAL
11	BAJO	PREOCUPANTE	NINGUNO	ALTO	NORMAL
12	BAJO	PREOCUPANTE	LEVE	BAJO	ALTO
13	BAJO	PREOCUPANTE	LEVE	NORMAL	ALTO

14	BAJO	PREOCUPANTE	LEVE	ALTO	NORMAL
15	BAJO	PREOCUPANTE	GRAVE	BAJO	CRITICO
16	BAJO	PREOCUPANTE	GRAVE	NORMAL	CRITICO
17	BAJO	PREOCUPANTE	GRAVE	ALTO	ALTO
18	BAJO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	BAJO	CRITICO
19	BAJO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	NORMAL	CRITICO
20	BAJO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	ALTO	ALTO
21	BAJO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	BAJO	CRITICO
22	BAJO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	NORMAL	CRITICO
23	BAJO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	ALTO	ALTO

24	BAJO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	BAJO	CRITICO
25	BAJO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	NORMAL	CRITICO
26	BAJO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	ALTO	CRITICO
27	MEDIANO	NORMAL	NINGUNO	BAJO	NORMAL
28	MEDIANO	NORMAL	NINGUNO	NORMAL	NORMAL
29	MEDIANO	NORMAL	NINGUNO	ALTO	BAJO
30	MEDIANO	NORMAL	LEVE	BAJO	NORMAL
31	MEDIANO	NORMAL	LEVE	NORMAL	NORMAL
32	MEDIANO	NORMAL	LEVE	ALTO	BAJO
33	MEDIANO	NORMAL	GRAVE	BAJO	ALTO
34	MEDIANO	NORMAL	GRAVE	NORMAL	ALTO
35	MEDIANO	NORMAL	GRAVE	ALTO	NORMAL
36	MEDIANO	PREOCUPANTE	NINGUNO	BAJO	ALTO

37	MEDIANO	PREOCUPANTE	NINGUNO	NORMAL	NORMAL
38	MEDIANO	PREOCUPANTE	NINGUNO	ALTO	BAJO
39	MEDIANO	PREOCUPANTE	LEVE	BAJO	ALTO
40	MEDIANO	PREOCUPANTE	LEVE	NORMAL	ALTO
41	MEDIANO	PREOCUPANTE	LEVE	ALTO	NORMAL
42	MEDIANO	PREOCUPANTE	GRAVE	BAJO	CRITICO
43	MEDIANO	PREOCUPANTE	GRAVE	NORMAL	CRITICO
44	MEDIANO	PREOCUPANTE	GRAVE	ALTO	ALTO
45	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	BAJO	ALTO
46	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	NORMAL	ALTO
47	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	ALTO	ALTO

48	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	BAJO	ALTO
49	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	NORMAL	ALTO
50	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	ALTO	ALTO
51	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	BAJO	CRITICO
52	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	NORMAL	CRITICO
53	MEDIANO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	ALTO	CRITICO
54	ALTO	NORMAL	NINGUNO	BAJO	BAJO
55	ALTO	NORMAL	NINGUNO	NORMAL	BAJO
56	ALTO	NORMAL	NINGUNO	ALTO	BAJO
57	ALTO	NORMAL	LEVE	BAJO	NORMAL
58	ALTO	NORMAL	LEVE	NORMAL	NORMAL

59	ALTO	NORMAL	LEVE	ALTO	BAJO
60	ALTO	NORMAL	GRAVE	BAJO	ALTO
61	ALTO	NORMAL	GRAVE	NORMAL	ALTO
62	ALTO	NORMAL	GRAVE	ALTO	NORMAL
63	ALTO	PREOCUPANTE	NINGUNO	BAJO	NORMAL
64	ALTO	PREOCUPANTE	NINGUNO	NORMAL	NORMAL
65	ALTO	PREOCUPANTE	NINGUNO	ALTO	NORMAL
66	ALTO	PREOCUPANTE	LEVE	BAJO	ALTO
67	ALTO	PREOCUPANTE	LEVE	NORMAL	ALTO
68	ALTO	PREOCUPANTE	LEVE	ALTO	NORMAL
69	ALTO	PREOCUPANTE	GRAVE	BAJO	ALTO
70	ALTO	PREOCUPANTE	GRAVE	NORMAL	ALTO
71	ALTO	PREOCUPANTE	GRAVE	ALTO	NORMAL

72	ALTO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	BAJO	ALTO
73	ALTO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	NORMAL	ALTO
74	ALTO	MUY PREOCUPANTE	NINGUNO	ALTO	NORMAL
75	ALTO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	BAJO	ALTO
76	ALTO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	NORMAL	ALTO
77	ALTO	MUY PREOCUPANTE	LEVE	ALTO	NORMAL
78	ALTO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	BAJO	CRITICO
79	ALTO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	NORMAL	CRITICO
80	ALTO	MUY PREOCUPANTE	GRAVE	ALTO	ALTO