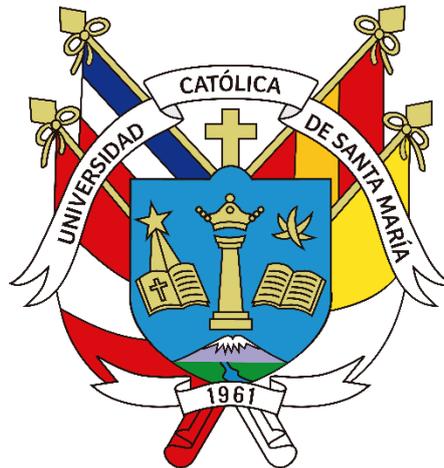


Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL REENCAUCHE DE
NEUMÁTICOS APLICANDO LÓGICA DIFUSA

Tesis Presentada por el Bachiller:

Angles Medina, Gian Carlo

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero de Sistemas

Con especialidad en:

Ingeniería del Software

Asesor:

Ing. Sulla Torres, José Alfredo

Arequipa - Perú

2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA DE SISTEMAS
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 06 de Marzo del 2022

Dictamen: 003590-C-EPIS-2022

Visto el borrador del expediente 003590, presentado por:

2007800261 - ANGLÉS MEDINA GIAN CARLO

Titulado:

**DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS
APLICANDO LÓGICA DIFUSA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1568 - ROSAS PAREDES KARINA
DICTAMINADOR**



**1635 - SULLA TORRES JOSE ALFREDO
DICTAMINADOR**



**1748 - CALDERON RUIZ GUILLERMO ENRIQUE
DICTAMINADOR**



AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme construir sueños cada día y saber esquivar los obstáculos que se me presentan en el camino de lograr mis objetivos para sentirme más fortalecido mentalmente, agradecer a mis Padres por el tesón constante y el apoyo incondicional que me otorgan.

A la Universidad Católica de Santa María, al personal docente por su ímpetu y dedicación en favor del desarrollo intelectual y humano de mi persona.

A la empresa RELINO S.A.C. por tomarse la molestia y el tiempo necesario para obtener los datos que hicieron factible el proyecto de Tesis.

A mi asesor, Ingeniero Sullá por brindarme sus consejos y enseñanzas a lo largo de la carrera y poder lograr mis objetivos.

DEDICATORIA

*A mis padres que siempre me apoyaron de
manera incondicional y poder motivarme a
cumplir mis sueños.*

*A las personas que confiaron en mí desde
un inicio.*



EPÍGRAFE

*“La tecnología hizo posible las grandes poblaciones;
ahora las grandes poblaciones hacen que la
tecnología sea indispensable”.*

José Krutch



RESUMEN

Actualmente existen empresas de reencauche que sus evaluaciones no llegan a ser del todo precisas que por diversos factores a veces los clientes están obligados a acceder, esto hace que el cliente pueda pagar en ocasiones por servicios que no necesariamente podrían garantizar el correcto funcionamiento del neumático o en su defecto acortarle la vida del mismo. El presente trabajo tiene por finalidad el desarrollo de un sistema de diagnóstico de neumáticos que permita evaluar las fallas que un neumático pueda tener y así ser más preciso al momento de determinar si pasa al proceso de reencauche o cambio. El sistema de diagnóstico está enfocado en demostrar que la lógica difusa puede ser aplicada de forma correcta al rubro de los neumáticos. La metodología utilizada consistió en primero hacer un plan del proyecto del software donde se determinan los factores de tiempo, viabilidad, luego se hizo la toma de datos de la empresa Relino SAC para aplicarla a la lógica difusa y posteriormente las pruebas de ejecución del sistema de diagnóstico y la documentación técnica para la respectiva verificación o validación. El resultado fue un margen de error de 1.6% de precisión frente a los 5.6% por parte de la experiencia del operario.

La conclusión fue que la lógica difusa si puede ser aplicada correctamente en el rubro de los reencauches de neumáticos, otorgando un ahorro sustancial en tiempo y recursos para la empresa de reencauche como otorgar confianza a los clientes en sí, ya que, al usar datos más precisos, el sistema de diagnóstico hará que la evaluación del neumático sea eficiente.

Palabras Claves: Diagnóstico, reencauche, neumáticos, lógica difusa, software.

ABSTRACT

Currently, there are retreading companies whose evaluations are not completely accurate, which, due to various factors, sometimes customers are forced to access, this means that the customer can sometimes pay for services that could not necessarily guarantee the correct operation of the tire or failing that, shorten its life. The purpose of this work is the development of a tire diagnostic system that allows evaluating the faults that a tire may have and thus be more precise when determining if it goes to the retreading or change process. The diagnostic system is focused on demonstrating that fuzzy logic can be correctly applied to the tire industry. The methodology used consisted of first making a plan of the software project where the factors of time and feasibility were determined, then the data was taken from the company Relino SAC to apply it to the fuzzy logic and later the execution tests of the system. Diagnosis and technical documentation for the respective verification or validation. The result was a margin of error of 1.6% accuracy versus 5.6% on the part of operator experience.

The conclusion was that fuzzy logic can be applied correctly in the field of tire retreading, providing substantial savings in time and resources for the retreading company as well as giving customers confidence in themselves, since, by using data more accurate, the diagnostic system will make the tire evaluation efficient.

Key Words: Diagnostic, retreading, tires, fuzzy logic, software.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
EPÍGRAFE.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.1.1. Objetivo General.....	14
1.1.2. Objetivos Específicos.....	14
1.2. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	14
1.2.1. Viabilidad Técnica.....	14
1.2.2. Viabilidad Operativa.....	15
1.2.3. Lugar o Espacio.....	15
1.2.4. Tiempo.....	15
1.2.4. Financiación.....	16
1.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	16
1.3.1. Antecedentes Del Proyecto.....	16
1.3.2. Bases Teóricas Del Proyecto.....	34
1.4. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS.....	40
1.4.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	40
1.4.2. Metodología de Desarrollo.....	43
1.4.3. Lenguaje De Programación.....	45
1.4.4. Bibliotecas y Frameworks.....	46
1.5. ASPECTOS RELEVANTES DEL DESARROLLO.....	54
1.5.2 Arquitectura del Software.....	54
1.5.3 Distribución de Ficheros.....	55
1.5.4 Sistema WEB.....	60
1.5.5 Reglas de Negocio.....	61
1.5.6 Seguridad.....	66
CAPITULO II.....	68
2. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	68
2.1 PLAN DEL PROYECTO INFORMÁTICO.....	68
2.1.1. Planificación del Proyecto.....	68

2.1.1. Estudio de Viabilidad del Proyecto	69
2.1.2. Ciclo de Vida del Software.....	72
2.2. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL PROYECTO	76
2.2.1. Casos De Uso	76
2.2.2 Diagrama De Casos De Uso	77
2.2.3 Casos de Uso – Requerimientos Funcionales.....	77
2.3. ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO	89
2.3.1 Diagrama De Actividades.....	89
2.3.4 Diagrama De Clases	98
2.3.5 Diagrama de Datos	101
2.4 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN.....	104
2.5 PRUEBAS DE EJECUCIÓN	106
2.5.1. Pruebas Funcionales	106
2.5.2. Pruebas de Usabilidad	118
2.5.3. Pruebas de Rendimiento o Eficiencia.....	126
2.6. MANUALES DE USUARIO	131
2.6.1. Login.....	131
2.6.2. Pantalla Principal o Inicio.....	132
2.6.3. Gestión de Usuarios.....	133
2.6.4. Gestión de Variables.....	134
2.6.4. Gestión de Conjuntos Borrosos	135
2.6.5. Gestión Evaluaciones	137
2.6.6. Gestión de Características de Neumáticos.....	139
2.6.6. Gestión Opciones de Características de Neumáticos	140
2.6.7. Evaluaciones Neumáticos.....	141
2.6.8. Reportes Evaluaciones.....	143
CAPÍTULO III	146
3. RESULTADOS	146
CONCLUSIONES.....	148
RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS	151
ANEXOS	154
Anexo 1 – Plan de Tesis	154
Anexo 2 – Guía de Observación N° 1	176
Anexo 3 – Guía de Observación N° 2	177
Anexo 4 – Cuestionario sobre Inspección de Neumáticos	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ficha de Observación</i>	40
Tabla 2 <i>Cuestionario sobre la inspección de neumáticos</i>	42
Tabla 3 <i>Distribución de las Reglas Fuzzy o Conjuntos Borrosos</i>	62
Tabla 4 <i>Costos Software de Diagnóstico para Reencauche de Neumáticos</i>	69
Tabla 5 <i>Retorno de la Inversión del Software de Diagnóstico de Neumáticos</i>	71
Tabla 6 <i>Planificación de actividades para el diseño del Software de Diagnóstico de Neumáticos</i>	75
Tabla 7 <i>Distribución de los Casos de Uso del Sistema de Diagnóstico</i>	76
Tabla 8 <i>Caso de Uso Validar Acceso</i>	78
Tabla 9 <i>Caso de Uso Gestionar Usuarios</i>	79
Tabla 10 <i>Caso de Uso Gestionar Variables</i>	80
Tabla 11 <i>Gestionar Conjuntos Borrosos</i>	81
Tabla 12 <i>Gestionar Evaluaciones</i>	82
Tabla 13 <i>Gestionar Características de Neumáticos</i>	84
Tabla 14 <i>Gestionar Opciones de Características de Neumáticos</i>	85
Tabla 15 <i>Evaluar Neumáticos</i>	86
Tabla 16 <i>Realizar Reportes</i>	88
Tabla 17 <i>Diccionario de Clases del Proyecto</i>	100
Tabla 18 <i>Diccionario de Clases del Proyecto</i>	102
Tabla 19 <i>Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos</i>	109
Tabla 20 <i>Entrevistados para prueba de Usabilidad del Software de Diagnóstico</i>	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Modelo SEF (Sistema Experto Fuzzy) para neumáticos</i>	27
Figura 2 <i>Información de un Neumático y Conductor para el Control del Vehículo</i>	30
Figura 3 <i>Lógica Clásica y Lógica Difusa</i>	35
Figura 4 <i>Modelo de Lógica Difusa</i>	36
Figura 5 <i>Fallas en los Neumáticos</i>	37
Figura 6 <i>Desarrollo en Scrum</i>	44
Figura 7 <i>Funcionamiento del Servlet</i>	46
Figura 8 <i>Arquitectura del Modelo Vista Controlador</i>	55
Figura 9 <i>Distribución de carpetas del proyecto</i>	56
Figura 10 <i>Distribución del fichero Script</i>	57
Figura 11 <i>Distribución del Fichero del Backend</i>	58
Figura 12 <i>Distribución del fichero recursos</i>	59
Figura 13 <i>Distribución Del Fichero Webapp</i>	60
Figura 14 <i>Distribución de Tareas del Proyecto</i>	68
Figura 15 <i>Representación Del Modelo De Desarrollo En Espiral</i>	74
Figura 16 <i>Diagrama de casos de uso del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos</i>	77
Figura 17 <i>Diagrama de Actividad autenticar gestor</i>	89
Figura 18 <i>Diagrama de Actividad Gestionar usuarios</i>	90
Figura 19 <i>Actividad Gestionar variables</i>	91
Figura 20 <i>Actividad gestionar conjuntos borrosos</i>	92
Figura 21 <i>Actividad Gestionar evaluaciones</i>	93
Figura 22 <i>Actividad Gestionar características de neumáticos</i>	94
Figura 23 <i>Actividad Gestionar Opciones de Características de neumáticos</i>	95
Figura 24 <i>Actividad Evaluar Neumáticos</i>	96
Figura 25 <i>Actividad Realizar Reportes</i>	97
Figura 26 <i>Diagrama de clases del proyecto</i>	99
Figura 27 <i>Diagrama de datos del Sistema</i>	101
Figura 28 <i>Prueba de Creación de Característica en Postman</i>	107
Figura 29 <i>Validación de la prueba en Postman</i>	108
Figura 30 <i>Opiniones respecto al uso Previo de un Sistema de Diagnóstico</i>	119
Figura 31 <i>Opiniones Respecto a la Facilidad en la Ejecución de Tareas del Software</i>	120
Figura 32 <i>Opinión sobre la Satisfacción con la Evaluación que Hace el Software</i>	120
Figura 33 <i>Opinión sobre las partes del sistema</i>	121
Figura 34 <i>Opinión Respecto a los Errores que tiene el software</i>	121
Figura 35 <i>Opinión respecto a la respuesta en la ejecución del software</i>	122

Figura 36 <i>Opinión Sobre la Eficiencia para el Uso Diario del Software</i>	122
Figura 37 <i>Opinión sobre los Pasos para Ejecutar la Evaluación del Neumático</i>	123
Figura 38 <i>Opinión Respecto a la interacción del Software con Otras Áreas</i>	124
Figura 39 <i>Opinión Respecto a la Seguridad del Software</i>	124
Figura 40 <i>Opinión Respecto a los Resultados en la Evaluación de los Neumáticos</i> ...	125
Figura 41 <i>Definición de Hilos para Prueba de Estrés</i>	126
Figura 42 <i>Configuración de la Grabación del Script de Prueba</i>	127
Figura 43 <i>Creación de las Grabaciones de cada Módulo del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos</i>	128
Figura 44 <i>Respuesta de las Ejecuciones en cada Módulo del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos</i>	129
Figura 45 <i>Reporte estadístico para Pruebas de estrés del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos</i>	130
Figura 46 <i>Resultados para las Pruebas de Estrés de tipo Gráfico</i>	130
Figura 47 <i>Pantalla de Login</i>	131
Figura 48 <i>Pantalla Principal o Inicio del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos</i>	132
Figura 49 <i>Pantalla gestión de Usuarios</i>	133
Figura 50 <i>Pantalla Crear Usuario</i>	133
Figura 51 <i>Pantalla Gestión de Variables</i>	134
Figura 52 <i>Pantalla Crear Variable</i>	135
Figura 53 <i>Pantalla Gestión de Conjuntos Borrosos</i>	136
Figura 54 <i>Pantalla Crear Conjuntos Borrosos</i>	137
Figura 55 <i>Pantalla gestión Evaluaciones</i>	137
Figura 56 <i>Pantalla Modificación de Evaluación</i>	138
Figura 57 <i>Pantalla Editar Reglas Difusas</i>	139
Figura 58 <i>Pantalla búsqueda de Característica de Neumático</i>	139
Figura 59 <i>Pantalla Creación de Características</i>	140
Figura 60 <i>Pantalla gestión de Opciones de Características</i>	140
Figura 61 <i>Pantalla modificar opción de Característica de Neumático</i>	141
Figura 62 <i>Pantalla lista de Evaluaciones de Neumáticos</i>	142
Figura 63 <i>Pantalla Evaluación de Neumáticos</i>	143
Figura 64 <i>Pantalla Creación de Reportes</i>	144
Figura 65 <i>Pantalla Ruta de Descarga del Reporte en Formato .xls</i>	144
Figura 66 <i>Archivo de Reporte Detallado</i>	145
Figura 67 <i>Evaluaciones de neumáticos por parte del Operario y del Sistema de Diagnóstico</i>	146
Figura 68 <i>Evaluaciones Aprobadas de Operario</i>	147

INTRODUCCIÓN

Para Clarin, (2020) la falla de los neumáticos es un problema que se da a nivel mundial, en nuestro país y concretamente en nuestra región todo conductor sabe que existen fallas en los neumáticos con el uso que se le da al auto, como la presión de inflado, sobrecarga, frenados bruscos, etc. y esto conlleva a realizar regularmente un chequeo de los mismos que puedan determinar si un neumático puede ser reencauchable o desechado, sin embargo, al realizar dicho proceso según (Comprehensive & On, 2017) no se garantiza que el neumático reencauchado pueda extender su vida útil como debiera a pesar que la presión de inflado y peligros viales son las causas principales del desgaste continuo de un neumático tanto nuevo como ya reencauchado. Debido a ese problema es que el presente trabajo se centra en mejorar la posibilidad de entregar una respuesta precisa en cuanto a las fallas que pueda tener un neumático mediante lógica difusa, los antecedentes que motivaron a realizar dicho proyecto fueron la falta de confianza que había sobre las reencauchadoras en general al momento de hacer un diagnóstico. El enfoque utilizado principalmente fue buscar solución a la experiencia empírica que el trabajador humano tiene al momento de diagnosticar las fallas de los neumáticos para determinar si una llanta es reencauchable o desechada.

Por otro lado, el proyecto de tesis se dividió en los siguientes capítulos: El primer capítulo se enfocó en la Descripción del Proyecto, que estuvo comprendido en objetivos, alcances y limitaciones, fundamentos teóricos, técnicas y herramientas, aspectos relevantes del desarrollo. El segundo capítulo referido a la documentación técnica, que estuvo constituida de un plan de proyecto informático, especificación de requisitos del proyecto de Tics, especificaciones de diseño, documentación técnica de programación, pruebas de ejecución, manuales de usuario. Finalmente se finalizó con las conclusiones, recomendaciones para cerrar el proyecto de tesis con las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de diagnóstico de reencauche de neumáticos mediante lógica difusa para determinar si un neumático puede ser reencauchable o no.

1.1.2. Objetivos Específicos

- A) Evaluar la eficacia de la lógica difusa aplicada en el sistema de diagnóstico del reencauche de neumáticos.
- B) Caracterizar el estado de conocimiento de la lógica difusa usada para el diagnóstico del reencauche de los neumáticos.
- C) Desarrollar el sistema de diagnóstico de neumáticos a través de la obtención de datos para determinar las características necesarias que se toman en cuenta antes de que un neumático pase al proceso de reencauche o en todo caso que pase a ser desechado.
- D) Validar los resultados obtenidos en el Sistema de Diagnóstico de Reencauche de neumáticos.

1.2. ALCANCES Y LIMITACIONES

Para la definición de los alcances y limitaciones del presente trabajo, se tuvo en cuenta lo siguiente:

1.2.1. Viabilidad Técnica

Se tiene el equipo necesario para el desarrollo del sistema tanto en la parte de hardware como software. Así mismo, el desarrollador del sistema posee altos conocimientos en aplicaciones web como Java y los respectivos frameworks.

Por tanto, se logró desarrollar el sistema de diagnóstico de reencauche de neumáticos en cada una de sus etapas de manera satisfactoria, brindando los resultados esperados. Por lo cual se concluye que el desarrollo del presente trabajo es técnicamente viable.

1.2.2. Viabilidad Operativa

Con el fin de desarrollar el software de calidad, se garantiza que tenga un buen funcionamiento y sobre todo una percepción muy buena por parte del usuario, ya que se presentará la interfaz con un diseño amigable justamente para que la comprensión por parte del operario sea eficiente y a su vez que sea una herramienta de fácil uso para que pueda ser familiarizada en poco tiempo. El personal encargado del uso del sistema de diagnóstico de reencauche de neumáticos tiene conocimientos básicos en computación, Windows y Microsoft Office, además se realizó el proceso de inducción durante 8 horas para el uso correcto del software, quedando conforme la capacitación al personal técnico y se definió el proyecto como viable operativamente sin ningún contratiempo.

1.2.3. Lugar o Espacio

El presente trabajo se desarrollará en la ciudad de Arequipa, teniendo como referencia la toma de datos por parte de la empresa RELINO S.A.C. ubicada en la Avenida Sepúlveda 125 – Miraflores.

1.2.4. Tiempo

El tiempo que se necesitará para el desarrollo del presente proyecto es de 60 días de trabajo, pero teniendo en cuenta si sucede algún percance o inconveniente, se otorgará 20 días como holgura.

1.2.4. Financiación

Los recursos económicos que se usaron para el desarrollo e implementación del presente proyecto, fueron asumidos por el autor de la presente tesis, también definido como el Scrum Master del proyecto. El detalle de la documentación económica fue descrito al detalle en el punto 2.1.1.1. Viabilidad Económica del presente trabajo.

1.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.3.1. Antecedentes Del Proyecto

Para poder desarrollar el presente proyecto, se revisó trabajos similares en diferentes fuentes de datos como son: tesis, artículos y otros. Se evaluó de acuerdo a las otras empresas de reencauche que hacían los diferentes diagnósticos de una manera empírica y que podría fallar en cualquier momento sobre todo cuando había alta demanda de evaluaciones de neumáticos, al momento de realizar las entrevistas con los encargados de las empresas se pudo verificar que había un margen de error en cuanto a la decisión del operario al momento de evaluar un neumático y así pasar al proceso de reencauche, además de otros factores como la confiabilidad con la que un neumático era reencauchado era poco fiable, ya que no se garantizaba que la vida útil del neumático podría ampliarse como debería o solo reencauchaban el neumático para obtener una solución temporal al conductor o cliente, además de esto llevo a desarrollar el siguiente proyecto de tesis y determinar que la investigación partió desde una interrogante: ¿Qué estudios previos se han realizado con anterioridad al que se va a desarrollar? Es la razón por la que se recurrió a explorar previamente artículos o documentos que puedan dar un mayor soporte al estado en que se encuentra el diagnóstico de un neumático antes de ser reemplazado o pasar al proceso de reencauche, también profundizar

el concepto sobre la lógica difusa que nos servirán como apoyo para desarrollar el proyecto. Pero se debe indicar que la lógica difusa permite representar el conocimiento que es más que todo de tipo cualitativo y no cuantitativo, en un lenguaje matemático que en muchos casos aportan información útil para el razonamiento humano.

Según Morales-Luna, (2002) define el concepto que ha tomado en cuenta sobre la lógica difusa, la cual apareció en 1965, en la Universidad de California en Berkeley, introducido por Lotfi A. Zadeh.

En el presente proyecto se usarán las mismas bases que tiene la lógica difusa, ya que al definir las como tal son esencialmente lógicas multivaluadas que extienden a las lógicas clásicas. Estas últimas imponen a sus enunciados únicamente valores falso o verdadero.

Se han adecuado al modelamiento general que el pensamiento del ser humano lo puede percibir, sin embargo, no son tan deterministas del todo, por ejemplo: podemos definir que el cielo es azul, sin embargo, no podemos definir qué tan azul se ve. Por ello es que la lógica difusa procura obtener aproximaciones matemáticas en la resolución de ciertos tipos de problemas.

También pretenden producir datos o resultados exactos a partir de información o data imprecisa, y por tanto se hacen muy importantes o útiles en aplicaciones informáticas. El término “fuzzy” o “difusa” se debe a que los valores de verdad no deterministas utilizados, tienen por lo general, una connotación de incertidumbre.

Por ejemplo: Un vaso medio lleno, independientemente de que también esté medio vacío, no está lleno completamente ni está vacío completamente. Qué tan

lleno puede estar es un elemento de incertidumbre, es decir, de difusidad, entendida esta última como una propiedad de indeterminismo.

Ahora bien, los valores de verdad asumidos por enunciados, aunque no son deterministas, no necesariamente son desconocidos. Por otra parte, desde un punto de vista optimista, lo difuso puede entenderse como la posibilidad de asignar más valores de verdad a los enunciados que los clásicos “falso” o “verdadero”.

Así pues, reiteramos, las lógicas difusas son tipos especiales de lógicas multivaluadas. Las lógicas difusas han tenido aplicaciones de suma relevancia en el procesamiento electrónico de datos. En determinadas áreas de conocimiento, a sus enunciados se les asocia valores de verdad que son grados de veracidad o falsedad, mucho más amplios que los meros “verdadero” y “falso”.

En un sistema deductivo se distingue enunciados de “entrada” y enunciados de “salida”. El objetivo de todo sistema manejador de una lógica difusa es describir los grados de los enunciados de salida en términos de los de entrada. Más aún, algunos sistemas son capaces de refinar los grados de veracidad de los enunciados de salida conforme se refinan los de los de entrada. Por estas propiedades es que ciertos sistemas de lógica difusa aparentan una labor de aprendizaje, y son excelentes mecanismos de control de procesos.

Desde el punto de vista tecnológico, las lógicas difusas se encuadran en el área de la llamada Inteligencia Artificial y han dado origen a sistemas expertos de tipo difuso y a sistemas de control automático.

Ya que uno de sus mayores objetivos son producir resultados exactos a partir de datos o información de alguna manera imprecisos, por lo cual servirá mucho en nuestro desarrollo para el diagnóstico en el reencauche de los neumáticos.

De acuerdo a Tahami, Farhangi, & Kazemi, (2004) se hace mención al soporte que el sistema otorga al conductor de vehículo eléctrico con la corrección de la trayectoria, así mejorando la estabilidad lineal y proporcionando seguridad a la hora de manejo. La red neuronal mapea la velocidad del vehículo y el ángulo de dirección para generar la referencia requerida por el sensor de rotación. La velocidad verdadera del vehículo se estima usando un método de fusión de datos del multisensor.

Adicionalmente los datos de los sensores de las ruedas y un acelerómetro incrustado se introducen en un estimador, donde un sistema de lógica difusa decide qué entrada es más fiable. La eficiencia del sistema propuesto se aprueba mediante la realización de una simulación por computadora. El sistema de control mencionado o propuesto es un método eficaz y fácil de implementar para mejorar la estabilidad de los vehículos eléctricos de tracción en todas las ruedas.

Pero alineando a nuestro sistema, hace referencia que básicamente lo implementan para la alineación y velocidad del vehículo, sin embargo, nuestro sistema se enfocará en el mantenimiento directamente de los neumáticos.

Según describe El Hajjaji, Ciocan, & Hamad, (2005) a través de ciertos análisis en relación a la estabilidad del movimiento lateral de un vehículo, incluyendo variaciones delanteras del ángulo de manejo, la representación del modelo no-lineal vehicular por el modelo fuzzy Takagi-Sugeno (T-S) es presentado. Basándose en el modelo fuzzy, se desarrolla un control difuso para mejorar la estabilidad del vehículo. A partir de ese modelo se dan las condiciones suficientes para generar la estabilidad del modelo fuzzy Takagi-Sugeno (T-S) usando los controladores de regeneración.

Pruebas importantes en El Hajjaji et al., (2005) determinaron que, para demostrar la efectividad del controlador difuso propuesto, se dan resultados de simulación que muestran las mejoras de rendimiento del vehículo en términos de estabilidad y maniobrabilidad en situaciones críticas. Principalmente, se enfocan en la seguridad del conductor.

Y debidamente explicado en relación con nuestro proyecto, usaremos las mediciones no solo de estabilidad, sino otros factores como presión en neumáticos, altura de cocada, para diagnosticar si un neumático podría ser o no reemplazado.

Según Çarman, (2008) define que sobre la manejabilidad que tienen los sistemas de redes neuronales, en tal caso usando lógica fuzzy, ya que son tolerantes a fallos, pues como ya sabemos se pueden manejar sobre datos incompletos, son capaces de lidiar con problemas no lineales, pero sobre todo una vez entrenados u optimizados correctamente, pueden realizar predicciones y generalización de información a alta velocidad.

Concretamente para este caso de estudio era obtener la relación entre los parámetros de trabajo del neumático y las características de compactación del suelo, luego ilustrar como el sistema experto usando lógica fuzzy podría desempeñar un papel importante en el pronóstico del estado del suelo básicamente. Los ensayos se realizaron en diferentes tipos de neumáticos, en diferentes cargas verticales y en presiones de inflado.

En este trabajo, un modelo inteligente sofisticado, basado en los principios de modelamiento de lógica fuzzy, fue desarrollado para diagnosticar los cambios en la resistencia de la penetración, presión final y la densidad a granel del suelo debido al constante tránsito del neumático. La verificación del modelo propuesto

se consigue a través de varios criterios de error numérico. Para todos los parámetros, se encontró que el error relativo de los valores predichos era menor que los límites aceptables (10%).

En nuestra propuesta general, se asemeja bastante para determinar los factores que interfieren en el proceso de diagnóstico, ya que el objeto principal son los neumáticos, se enfocará en el diagnóstico en sí de los neumáticos debido a fallas que hayan tenido en un tramo de recorrido, pero el artículo podría ayudarnos probablemente a definir un pronóstico del estado del suelo con trabajos futuros, y por lo tanto también evitar daños a las ruedas.

Según Buckholtz, (2010) se describe el uso del control basado en la lógica fuzzy para el propósito de determinación y asignación de los deslizamientos de los neumáticos para cada esquina de un vehículo. El objetivo del control es obtener un seguimiento de la dinámica en general del vehículo deseado, como el seguimiento deseado de un ángulo de manejo, asignando un deslizamiento de neumático adecuado, pues cada uno de los deslizamientos en cada neumático se usa como referencia de entrada para un control de la dinámica del neumático en sí. Ya que el trabajo se desarrolla a partir del controlador basado en la lógica de alto nivel.

El controlador lógico, usa técnicas de control con lógica fuzzy. Pues en dicho controlador convencional, se crea una tabla de reglas de dos dimensiones basados en el error entre las señales deseadas y reales, también en el cambio en el error. Este método combina las dos entradas del controlador en una sola entrada. Los elementos de la tabla de reglas se rellenan y se ajustan basándose en cómo se clasifica un neumático en relación con el giro del vehículo. Estos clasificadores entonces se asignan al neumático apropiado en línea. Se realiza una simulación de

cambio de carril de emergencia para mostrar la efectividad del control. Principalmente se añade al proyecto de tesis factores para diferenciar la proximidad o diagnóstico en las fallas de los neumáticos, pues en el artículo en mención hacen referencia a otros factores que efectivamente contribuirían en un futuro para complementarse entre sí y desarrollar todo un sistema que mejore la calidad del recorrido para el conductor.

Los neumáticos inteligentes según la opinión de los investigadores en Garcia-Pozuelo, Olatunbosun, Yunta, Yang, & Diaz, (2017) es uno de los campos de investigación más prometedores para los ingenieros de automoción. Estos neumáticos están equipados con sensores que proporcionan información sobre la dinámica del vehículo.

Hasta ahora, los neumáticos comerciales inteligentes solo proporcionan información sobre la presión de inflado y su contribución a los sistemas de control de estabilidad es actualmente muy limitada.

Hoy en día, uno de los principales problemas en el desarrollo inteligente de neumáticos es cómo integrar sensores factibles y de bajo costo para obtener información confiable, como presión de inflado, carga vertical o velocidad de laminación. Dicho artículo, propone un nuevo algoritmo basado en lógica difusa para estimar los parámetros mencionados por medio de un único sistema basado en tensión.

En el trabajo de investigación de Xiangwen Zhang, Zhixue Wang, Wei Li, Dongzhi He, & Feiyue Wang, (2005) dan una apreciación acerca del funcionamiento de un controlador de lógica fuzzy que ha sido diseñado por consideración de las relaciones cualitativas entre los parámetros de la presión,

temperatura y velocidad de los neumáticos. El sistema de neumáticos inteligentes con el controlador de Lógica fuzzy ha sido modelado.

El coeficiente de pérdida del neumático y el coeficiente de presión están definidas. Mientras que las variables de la temperatura del neumático y la presión junto con el tiempo son analizadas. Todo el proceso ocurre en un entorno de simulación y por tanto los resultados muestran que el controlador de lógica fuzzy puede reducir la pérdida del neumático y mejorar la presión del mismo, de una manera segura.

Al igual que los parámetros usados para generar el controlador de lógica fuzzy en éste trabajo, el proyecto de tesis a desarrollar también enfocará ciertas características que nos ayudarán a que el sistema tenga un alto nivel de diagnóstico en torno a los reemplazos de los neumáticos, como las fallas en laterales, pestañas, parchado, etc.

Para poder generar una cierta estabilidad sobre el vehículo y el manejo en sí se diseñó un controlador de alto nivel, de acuerdo a (Tavasoli & Naraghi, 2013). En general para obtener dichos resultados, se logra mediante el control de la tasa de desvío y el ángulo de deslizamiento lateral, respectivamente.

La asignación del control de vehículo no lineal se logra mediante la distribución de la tarea de control neumático fuerzas con restricciones de saturación no lineal. El control total del vehículo se logra mediante el desarrollo de un esquema jerárquico. En primer lugar, un alto nivel de control de modo deslizante con ganancia adaptativa se considera para obtener el cuerpo fuerza/momento de movimiento del vehículo estable.

El controlador propuesto sólo requiere adaptación en línea de beneficios de control sin adquirir el conocimiento de límites superior sobre las incertidumbres del sistema.

Los objetivos del control de alto nivel se asignan a las fuerzas del neumático individual mediante la formulación de un problema de optimización no lineal. El método de punto interior (IP) se adopta para una función de programación no lineal en cada paso del tiempo.

Para poder realizar las pruebas de este mecanismo, se logra mediante una simulación con un modelo no lineal del vehículo para la comparación con un sistema de control conocido muestra que existe cierto efecto de saturación limitada ODF (SCODF) en la mejora de la estabilidad y manejo de vehículo.

Para la asignación de control no lineal puede aplicarse eficazmente para mejorar la estabilidad del vehículo, y el método de IP ofrece un enfoque eficiente para este propósito. El total control integrado del esquema se divide en tres capas. En la primera capa, la fuerza lateral total del cuerpo y el momento del desvío se calculan a través de un alto nivel deslizando el modo de controlador con ganancia adaptativa, donde no se requiere el conocimiento de los límites superiores de las incertidumbres. La fuerza total del cuerpo y el momento se asignan a las fuerzas de cada neumático en la segunda capa, donde la asignación de control de vehículo está formulada como un problema de optimización no lineal.

En la tercera capa, se asignan las fuerzas longitudinales y laterales de cada neumático en ángulo de dirección correspondiente y derivados/frenado torque, respectivamente.

En las pruebas de simulación utilizan un modelo no lineal del vehículo para implementar y comparar el método propuesto con los resultados existentes.

Para poder adecuarnos a nuestro modelo de sistema en uso con la Lógica Difusa, se tomarán en cuenta ciertos parámetros para definir la probabilidad de cambio de un neumático, pues en el presente artículo definen sobre el vehículo en sí, para

mantener su lineamiento y cálculos para la estabilización, sin embargo, nosotros plantearemos la propuesta para el cálculo de información y así diagnosticar si un neumático requiere su cambio (desecharlo) o pasar al proceso de reencauche.

De acuerdo a Cong, Lotfi, Mouloud, & Yoichi, (2009) propone un algoritmo de control basado en observador fuzzy, para un vehículo. El esquema planteado se basa en una regla fuzzy sobre un ángulo (β) de deslizamiento. En la estrategia de diseño del modelo fuzzy, la dinámica del vehículo es representado por modelos difusos tipo Tagaki-Sugeno. Al principio se construyeron modelos de vehículos equivalentes usando las aproximaciones lineales de la dinámica vehicular para baja y alta aceleración lateral, respectivamente, sobre regímenes de funcionamiento.

Para poder definir el plan los observadores locales según Tavasoli & Naraghi, (2013) se han combinado en torno a reglas para formar el sistema de control total mediante el uso de dichas reglas borrosas. Las reglas representan las relaciones cualitativas entre las variables asociadas con la naturaleza no lineal y la incertidumbre de la dinámica del vehículo, tales como la fuerza de saturación del neumático y la influencia de la adherencia de la carretera.

Adicionalmente para mejorar la precisión y el rendimiento del sistema se implementó un mecanismo de adaptación para las funciones de pertenencia difusa. Luego se demostró la eficacia de enfoque del diseño en las simulaciones y en un entorno experimental en tiempo real.

En el trabajo mencionado se presentó una solución algorítmica del problema de control dinámico de un vehículo no lineal, que ha sido validado en un entorno de simulación y en tiempo real. Un observador de estado ha sido diseñado para un vehículo eléctrico motorizado con DYC usando técnicas de modelamiento fuzzy.

Los modelos fuzzy T-S donde fueron empleados para aproximar la dinámica no lineal del vehículo con modelos lineales locales. Se introdujo un mecanismo de adaptación para ajustar las funciones fuzzy en respuesta a cambios en condiciones de fricción de la carretera. El diseño del observador local se basó en la teoría del filtro de Kalman y fue combinado con un mecanismo de interpolación que proporciona el vínculo entre la dinámica local subyacente. La exactitud cuantitativa y el rendimiento de la adaptación del observador propuesto han sido verificados en simulaciones y experimentos.

Ellos han sido capaces de demostrar que el controlador de diseño depende críticamente en el valor estimado del ángulo β , y dedicarán mayor investigación y esfuerzo en la implementación de un completo control de estabilidad dinámico.

Para diseñar nuestro proyecto de tesis, también se tomaron en cuenta ciertos datos que nos permitan generar un diagnóstico de manera fiable, se realizarán pruebas para definir si un neumático puede ser reemplazado o desechado si es que se considera que no tiene la suficiente posibilidad de pasar a ser reencauchado.

Diversas metodologías de la inteligencia artificial según Taghavifar & Mardani, (2014) se han utilizado recientemente para estimar los parámetros de la performance de máquinas de trabajo y vehículos todos terrenos. Debido a las características no lineales y estocásticas de las interacciones suelo-rueda, la aplicación del conocimiento del sistema experto fuzzy Mamdani para la estimación del área de contacto y presión de contacto se detalla en dicho artículo. El modelo de Lógica Difusa fue construido por el uso de la experiencia del área de contacto y presión de contacto utilizando datos obtenidos de una serie de experimentos en suelo, instalaciones y un tester de una sola rueda. Dos parámetros para el neumático: empuje de rueda y presión de inflado de neumático son las

variables de entrada para el modelo presentado en el artículo, cada uno tiene cinco funciones.

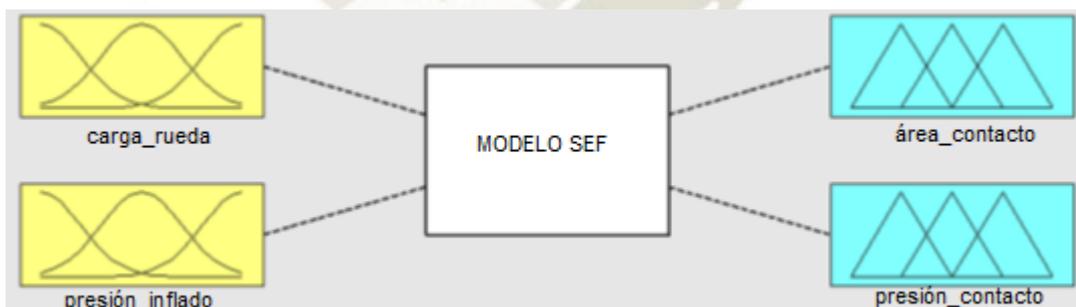
Como un aspecto fundamental de la lógica difusa basada en sistemas de predicción, utiliza un conjunto de reglas fuzzy if-then donde se usaron en concordancia con los principios de la lógica difusa. 25 reglas lingüísticas if-then se incluyeron para desarrollar un modelo predictivo inteligente altamente complicado basado en el método Centroide en un escenario de defuzzificación.

El modelo de rendimiento se evaluó sobre la base de varios criterios de calidad estadística.

Un error relativo menor de 10%, dispersión satisfactoria alrededor de la línea de pendiente (T) y un alto coeficiente de determinación, R^2 , obtenidos por el modelo de lógica difusa propuesto en el mencionado caso de estudio. El procedimiento enfocado se muestra en la Figura 1 a continuación:

Figura 1

Modelo SEF (Sistema Experto Fuzzy) para neumáticos



Nota: Adaptado de (Çarman, 2008)

En el modelo de lógica fuzzy existe una fase de fuzzificación y defuzzificación, al realizar las diversas pruebas en simulaciones en el artículo, indican que el incremento de la carga del neumático resulta en aumento del área de contacto.

Puede ser atribuible a la deformación del neumático incremental bajo carga de los

neumáticos. A mayor carga de las ruedas tiende a presionar la rueda en el suelo. El suelo inicia la deformación hasta que resiste contra la carga aplicada hacia el suelo.

La mayor cantidad de carga vertical que actúa sobre la rueda, la más grande fuerza de resistencia podría ser ingresada para el neumático en dirección opuesta. Y es cuando indican que ahí sucede un fenómeno que produce la deformación del neumático que afectaría el área de contacto.

Inicia a deformar hasta resiste contra la carga aplicada vertical del suelo. La mayor cantidad de la carga vertical que actúa sobre la rueda, las más grandes fuerzas de resistencia se ingresarían para neumáticos en la dirección opuesta. Este fenómeno produce deformación de la rueda que afecta área de contacto.

Cabe mencionar que, en instancia, los datos que se obtienen son a partir de parámetros para ingresarlos en el proceso de simulación, usaremos similares procesos para identificar el diagnóstico de un neumático usando datos previamente investigados y obtenidos.

También es importante recalcar que dicho artículo hace mención a las pruebas que se han ejercido sobre vehículos de carga, para la agricultura, en el proyecto de tesis se podrá ejecutar inicialmente sobre vehículos de carga promedio para zona urbana o de transporte de pasajeros.

También hay que mencionar que de acuerdo a Garcia-Pozuelo et al., (2017) los llamados neumáticos inteligentes son uno de los campos de investigación más prometedores para ingenieros automotrices. Estos neumáticos están equipados con sensores que proporcionan información sobre la dinámica del vehículo.

Hasta ahora, los neumáticos inteligentes comerciales sólo proporcionan información sobre la presión de inflado y su contribución a los sistemas de control

de estabilidad que está actualmente muy limitada. Hoy en día uno de los principales problemas para el desarrollo del neumático inteligente es cómo incrustar sensores factibles y de bajo costos para obtener información confiable como la presión de inflado, carga vertical o velocidad de la vuelta.

Estos parámetros proporcionan información clave para la caracterización dinámica del vehículo. En este artículo, los autores proponen un nuevo algoritmo basado en lógica fuzzy para estimar los parámetros mencionados por medio de un sistema de tensión único. Pruebas experimentales se han llevado a cabo para demostrar la idoneidad y la durabilidad del sistema de sensor de tensión a bordo propuesto, así como sus ventajas de bajo costo y la precisión de las estimaciones obtenidas mediante lógica fuzzy.

Es por ello que se toman parámetros para definir el sistema y en lo que se enfocan sobre todo es en la seguridad del conductor. Las variables que toman en cuenta, lo realizan como sistemas independientes, y ellos son: Anti-lock Braking System o Sistema de Frenos Antibloqueo (por sus siglas en inglés ABS), Traction Control System o Sistema de control de Tracción (por sus siglas en inglés TCS) Electronic Stability Control O Control de Estabilidad Electrónico (por sus siglas en inglés ESC), Suspension Control System O Sistema de control de Suspensión (por sus siglas en inglés SCS), etc. Existe información de los parámetros actuales que poseen los neumáticos como se muestra a continuación en la Figura 2:

Figura 2

Información de un Neumático y Conductor para el Control del Vehículo



Fuente: Adaptado de (Garcia-Pozuelo et al., 2017)

Sin embargo, hay unos factores que explican sobre el cuidado que se tiene para evitar accidentes de tránsito, ya que debido a las características de contacto entre el neumático-suelo, que no son lineales, es difícil aplicar la fuerza del pedal de freno exacto para detener el vehículo para una distancia mínima sin bloqueo de ruedas, en consecuencia, perder el control del vehículo y que dé lugar a un accidente, a menos que interfieran los sistemas anteriormente mencionado (ABS, TCS, ESC, SCS).

Para el trabajo en mención de Garcia-Pozuelo et al., (2017) ellos usaron: un sistema de adquisición de datos, una plataforma de prueba interior, un neumático y sensores de presión.

Los objetivos se presentan como posibilidades de ejercer o desarrollar un neumático inteligente, pero saben que es muy complicado por las condiciones que puedan presentarse, se manejan bajo parámetros en condiciones normales, de suelo temperatura, velocidad promedio, etc., sin embargo ayuda para que en un

futuro se tenga mayor detalle de cómo se podría implementar mejor los neumáticos inteligentes, en nuestro caso nos enfocaremos en determinar la mayoría de parámetros usados en el mismo artículo, la posibilidad de diagnosticar si un neumático podría ser reemplazado (desechado) o pasar a un proceso de reencauche. En cambio, según el artículo en mención ellos toman en cuenta la posibilidad de estabilizar la velocidad del vehículo, para mejorar el manejo del conductor. Cuando la presión aumenta, la rigidez del neumático también aumenta y como consecuencia, los valores de deformación de tensión y compresión durante el giro, son menores.

En cuanto a los experimentos con diferentes cargas verticales, los resultados indican que los sensores de presión longitudinal y lateral proveen información útil sobre éste aspecto.

Por otra parte, uno de los problemas más comunes en el funcionamiento del neumático es la de laminación del mismo, lo cual consiste en la separación de las capas de caucho, ante esto se determina que puede ser un causante de inestabilidad del vehículo, problemas de sobre viraje, o reventón de neumático. Si varios sensores se colocaron en la banda de rodamiento en diferentes posiciones (por ejemplo, cada 90) y uno de ellos mide la velocidad angular de la rueda incorrecta en relación con los otros sensores, podría ser posible detectar problemas de laminación del neumático alrededor del área donde se coloca el sensor, porque el proceso de laminación puede ser causado por un golpe, dañando el sensor e incluso la carcasa del neumático.

Todos los datos obtenidos, ayudarían para optimizar más adelante el prototipo de neumático inteligente, ya que los experimentos junto con los sensores, han

demostrado y otorgado información muy útil desde los puntos característicos de la curva de presión.

Lo que plantean en general, es el desarrollo de un neumático inteligente usando un sistema con Lógica fuzzy para poder mejorar la estabilidad y manejo del conductor, sin embargo, hacen mención sobre los factores que pueden interferir en las probabilidades de conducción, como el estado de las pistas, eso puede generar muchos problemas, por ello se puede optimizar para más adelante ponerlo en práctica.

Sin embargo, el proyecto se enfoca en diagnosticar enteramente sobre los neumáticos en sí, si está fallando, si tiene algún desperfecto nuestro sistema podrá diagnosticar para poder ser reemplazado o poder pasar al proceso de reencauche.

Para Ross, (2010) el enfoque se dirige hacia el concepto básico de la tolerancia e incertidumbre de la lógica fuzzy y se distinguen de otras formas de incertidumbre. Principalmente se explican las funciones de pertenencia a un conjunto. En ésta parte realizan una revisión histórica de las incertidumbres.

Desarrolladas las ideas básicas de los conjuntos difusos, operaciones y propiedades de conjuntos difusos en el cual se hace la comparación en las diversas medidas normativas para las intersecciones del modelo fuzzy (t-norms) y las uniones fuzzy (t-conorms).

Además de ello desarrollan las ideas de las relaciones difusas como un medio de asignación de tolerancia de un universo a otro, se presentan diversas formas de la operación de composición de relaciones. De acuerdo a Ross, (2010) hay métodos para determinar los valores numéricos contenidos en una clase específica de relaciones borrosas, llamadas relaciones de semejanza.

Al realizar el análisis de la fuzzyficación de las variables escalares y la defuzzificación de funciones de pertenencia, se pueden presentar las características básicas de una función de pertenencia y al ser analizadas a su vez muy brevemente, la noción de conjuntos fuzzy intervalos-valorados, se pueden determinar.

Según (Ross, 2010) considera que la defuzzificación es necesaria en el trato del mundo omnipresente (binario) que nos rodea a todos. Podríamos determinarlo como un parte de un proceso de convertir la lógica que todos conocemos en valores numéricos contables. Por ello es que también presentan ejemplos de todos los métodos que se vayan a emplear para tener un mayor entendimiento.

Más adelante se van a presentar procedimientos que son esencialmente métodos de aprendizaje de la manera como se va operar en el proceso del trabajo. Ya que se va a proporcionar ejemplos para ilustrar cada método. Para luego definirla con el formato característico basado en reglas fuzzy, simulación no lineal y modelado de sistemas complejos.

Lo que se puede informar de dicho libro o material de información es que nos dan las pautas necesarias en cuanto a cómo la Lógica fuzzy ya que como sabemos tiene las reglas para determinar un procedimiento en torno a lo que se desea desarrollar.

En el presente proyecto se tendrá las pautas necesarias para poder desarrollar el sistema de diagnóstico en base a los conocimientos teóricos que se viene recabando para poder aplicar el diagnóstico de manera efectiva, respetando los procedimientos para las leyes de Lógica Difusa entendidas correctamente líneas atrás.

1.3.2. Bases Teóricas Del Proyecto

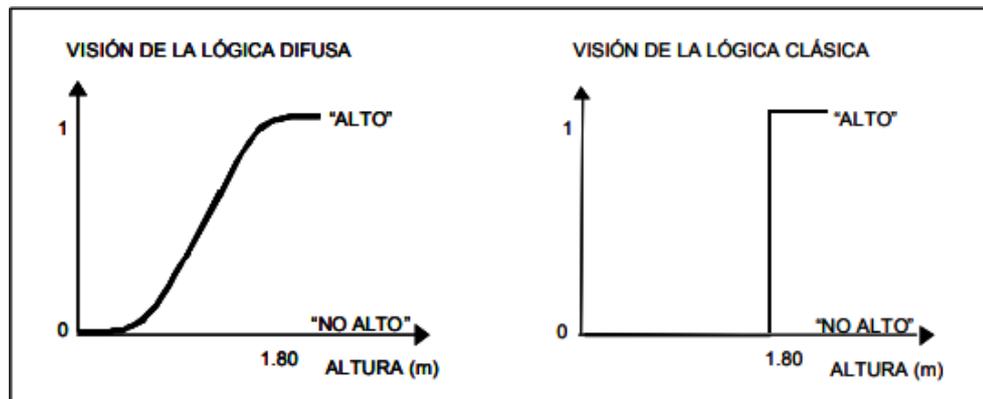
Según Difusa, Inteligencia, Difusos, & Uni, (2018) el primer punto de partida, fue la evolución de la lógica difusa investigada por el ingeniero eléctrico Lofti Zadeh. Quien rompe el esquema teórico que existía solo un método de conjuntos clásicos que permitían solamente dos opciones (la pertenencia o no de un elemento a un conjunto).

A diferencia de la ya conocida teoría de conjuntos clásicos donde el elemento solo podría pertenecer o no a dicho conjunto. En un conjunto difuso o lógica difusa, el rango de valor de un elemento no está definido por tal motivo podría tomar un valor entre el 0 y 1. Su primer ejemplo utilizó el ingeniero Zadeh en demostrar el concepto de la lógica fuzzy, fue el conjunto de hombres altos. Que según con la teoría de la lógica clásica de conjuntos los hombres altos solo podían pertenecer a un conjunto que estaba solo determinado que los hombres que tuvieran una estatura mayor aun cierto valor, el cual tomaremos como 1.80 metros, pertenecían a dicho conjunto.

Y por tanto todos aquellos hombres que tengan una estatura menor a 1.80 metros dejarían de pertenecer a tal conjunto. Por tal motivo sería algo ilógico decir que un hombre es alto y otro no lo es cuando la diferencia de su altura sería solo por uno o dos centímetros. En la lógica fuzzy se considera a un conjunto de hombres altos en el cual no tendría un límite claro para pertenecer o no a este conjunto, mediante la lógica fuzzy se asignaría un valor de grado de pertenencia a dicho conjunto entre el 0 y 1. A continuación en la Figura 3 se muestra la diferencia entre la visión de la lógica difusa en relación a la lógica clásica:

Figura 3

Lógica Clásica y Lógica Difusa



Fuente: Adaptado de (Ramírez, Barriga, Baturone, & Sanchez Solano, 2005)

De acuerdo a la investigación de Introducción, (2006) la unión de todos los conceptos de la Lógica fuzzy desarrollado por Zadeh se encuentran en numerosas aplicaciones en la industria, medicina, electrónica y actualmente en aparatos electrodomésticos donde permite mayor precisión en la información y toma de decisiones.

En nuestra actualidad, la variedad y cantidades de aplicaciones de la Lógica fuzzy han ido incrementado considerablemente. En el razonamiento de un ser humano depende según el tipo de información que este contenga, ya que en el mundo en el cual vivimos contiene mucho conocimiento impreciso por la naturaleza. La lógica fuzzy está diseñada por este motivo para imitar el comportamiento del ser humano.

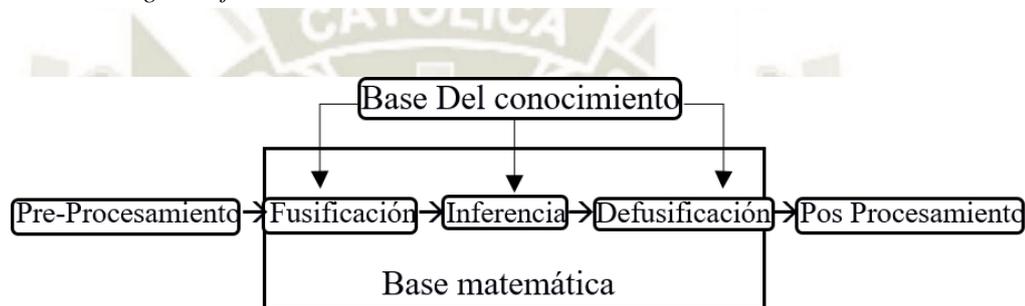
El cual puede entenderse como una herramienta matemática y está basado en la concepción de conjuntos con límites no exactos que son empleadas con un contenido de información imperfecta que se ocupa de los problemas relativos a la imprecisión y el razonamiento aproximado y es un marco que tolera la imprecisión

y la verdad parcial bajo un enfoque no estadístico y que puede ser construida basándose en el conocimiento de los expertos.

Que usando modos de razonamiento los cuales son mayormente de tipo lingüístico cualitativo y no necesariamente cuantitativo se basa en el principio todo es cuestión de grado. A continuación, en la Figura 4 se muestra la organización de un sistema de control de lógica Fuzzy:

Figura 4

Modelo de Lógica Difusa



Fuente: Elaboración Propia

El pre procesamiento: también denominado como variables de entrada, son aquellos datos que se van a digitar o ingresar al sistema, o en tal caso es un dato proveniente del sensor que mide la variable del proceso para que pueda ser reconocido o interpretado directamente por el control de lógica fuzzy. A continuación, se explicará cada una de las partes que contiene la lógica difusa para un mayor análisis.

1.3.2.1. Fusificación:

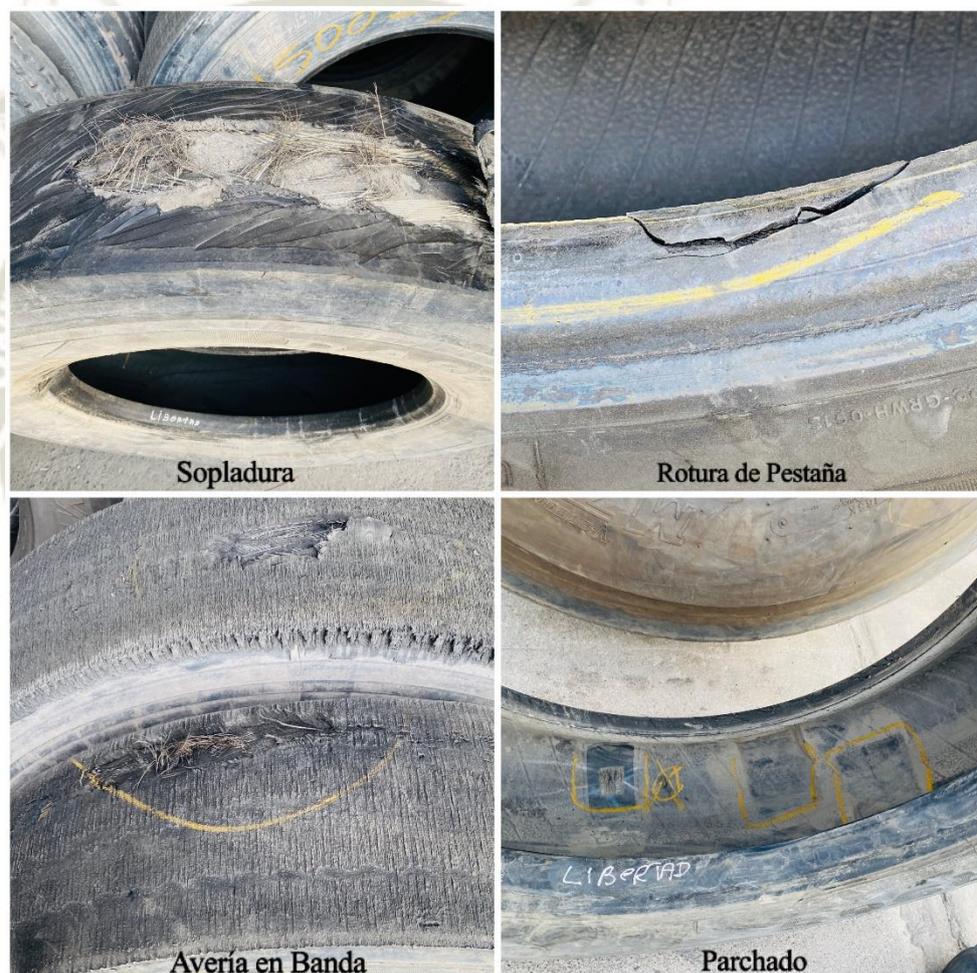
En esta parte del sistema de control de lógica difusa, la fusificación, tiene como principal objetivo convertir valores reales en valores fuzzy o difusos.

En la fusificación se le otorgan grados de pertenencia justamente a los valores o variables de entrada con asociación a los conjuntos de lógica difusa previamente interpretados, usando las funciones de pertenencia

asociadas a los conjuntos de lógica difusa. En esta parte y de acuerdo a las observaciones y coordinaciones que se hizo con el Jefe de Planta de la empresa Relino se establecieron 4 variables de entrada como daños principales que tenían los neumáticos, como se muestra en la Figura 5 a continuación:

Figura 5

Fallas en los Neumáticos



1.3.2.2. Base del conocimiento:

En la base del conocimiento incluye el conocimiento asociado con el dominio de la aplicación y los objetivos de control. Es importante saber que en esta parte del modelo de control de lógica difusa se deben precisar las reglas lingüísticas de control que posteriormente efectuarán la toma de

decisiones que determinarán la manera en la que se va a comportar el modelo de control de lógica difusa.

1.3.2.3. Inferencia:

La inferencia en sí, une los conjuntos de lógica difusa de entrada y salida para representar las reglas que se establecerán en el sistema o modelo. Para la inferencia se usa información de la base del conocimiento para desarrollar patrones o reglas mediante el uso de condicionales, como, por ejemplo: if case 1, and case 2, then acción 1. Principalmente lo que se determina en ésta parte es el conjunto de salida de cada regla. Las reglas establecidas para el presente proyecto están especificadas en el Capítulo 2 del presente proyecto.

1.3.2.4. Defusificación:

Aquí se realiza el procedimiento de adecuar los valores de lógica difusa generados en la inferencia, como ya mencionamos anteriormente. En ésta parte se usan formas o modelos matemáticos simples como el método del Centroide, el Método del Promedio Ponderado y Método de Membresía del Medio del Máximo. Además, debemos mencionar que es el proceso que convierte un conjunto de lógica difusa a un conjunto de lógica clásica.

1.3.2.5. Post - Procesamiento:

Definidos también como los datos de salida, son los datos que después de haberse ejecutado dentro del modelo de Lógica Difusa, son expuestos para determinar cómo se han realizado la toma de decisiones, para ello realizaremos diferentes pruebas para determinar la calidad de los procesos y así evitar algún fallo en el modelo de Lógica Difusa.

La Lógica Difusa hoy en día tiene una gran utilidad ya que nos ayuda a resolver problemas demasiados complejos, mal definidos o para los cuales no existen modelos matemáticos precisos. Como vemos la lógica difusa se convierte en una pieza fundamental de la inteligencia artificial, existen varios ejemplos donde se usa dicha lógica, para ello se realizó una división de los ejemplos en tres grupos:

Productos creados para el consumidor:

- Lavadoras difusas.
- Sistemas térmicos.
- Cámaras de vídeos.
- Sistemas de foco automático en cámaras fotográficas.
- Traductores lingüísticos.

Sistemas Complejos:

- Trenes
- Elevadores
- Controles de tráfico
- Automóviles (frenos, sistema de transmisiones) Software:
- Comprensión de datos
- Diagnostico medico
- Seguridad
- Tecnología informática y bases de datos difusas para almacenar y consultar información imprecisa (uso del lenguaje FSQL).

1.4 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

Para el desarrollo del sistema de diagnóstico de neumáticos, se utilizaron técnicas, herramientas e instrumentos que se detallan a continuación:

1.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Se usaron dos técnicas para poder recopilar los datos antes de empezar a desarrollar el software, observación en el campo de muestreo (Relino S.A.C.) y la entrevista con el encargado de la empresa Relino (Héctor Espinal) que nos facilitó los datos más importantes en la gestión del reencauche de neumáticos.

1.4.1.1. Observación

Se realizó una observación directa en el área de evaluación de neumáticos apreciando las fallas que las llantas tienen antes de pasar al proceso de reencauche. Como se puede apreciar en la Figura 5 a continuación, se muestran las fallas más comunes de los neumáticos:

El instrumento que se utilizó fue la ficha de observación, como se muestra en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Ficha de Observación

Nombres y Apellidos del Trabajador:	Héctor Espinal			
Empresa:	Relino S.A.C.			
Cargo:	Jefe de Planta			
Módulo:	Inspección			
Dirección:	Av. Sepúlveda 125 – Miraflores			
1=Regular	2=Buena	3=Muy Buena	4=Excelente	
Aspectos a tener en cuenta para la inspección de los neumáticos antes de pasar al proceso de reencauche				Valoración
			1	2 3 4

Tabla 1.1

Ficha de Observación

El operario entendió las necesidades sobre el software	X
El operario estuvo siempre dispuesto a ayudar	X
El tiempo para la inspección por parte del operario fue adecuada	X
Los datos entregados se basaron en la experiencia por parte del operario	X
El ambiente del área de inspección es óptima	X
Los neumáticos desechados se encuentran en otra área	X
Los clientes esperan un tiempo prolongado antes de saber el estado de su neumático	X
El operario mantiene el orden cuando realiza la inspección del neumático	X

Nota: El operario tuvo una dificultad al momento de realizar la inspección (raspado) de la banda de rodamiento de un neumático.

1.4.1.2. Entrevista

Se efectuó una entrevista semiestructurada con el Señor Héctor Espinal quien es el encargado de la empresa Relino S.A.C. en la sucursal de Arequipa y que otorgó los datos más relevantes para el desarrollo del Sistema de Diagnóstico de Reencauche de Neumáticos. A continuación, en la Tabla 2 se muestra el cuestionario presentado como instrumento utilizado.

Tabla 2

Cuestionario sobre la inspección de neumáticos

Nombre de la Empresa	Relino S.A.C.
Dirección	Avenida Sepúlveda 125 – Miraflores - Arequipa
Área:	Inspección
Evaluador:	Gian Carlo Angles Medina
Entrevistado:	Héctor Espinal
Cargo:	Jefe de Planta

El presente cuestionario permite la recolección de datos a través de preguntas semiestructuradas para medir la gestión en la evaluación de los neumáticos antes de pasar al proceso de reencauche.

¿Qué factores determinan el mal uso a los neumáticos?

¿Qué otros equipos tecnológicos que determinan las fallas en los neumáticos?

¿Cuál es la primera falla que evalúa el operario al neumático?

¿Qué factor determina la garantía que un neumático reencauchable prolongue su tiempo de vida?

¿El cliente tiene alguna manera de saber cuántas veces un neumático ha sido reencauchado?

¿La sopladura del neumático determina el descarte completo para un reencauche?

¿Qué herramientas tecnológicas posee la empresa para la detección de las fallas en los neumáticos?

¿Cuál es el margen de error del operario al momento de realizar la inspección de los neumáticos?

¿Qué hacen con los neumáticos que se desechan?

¿Qué daños frecuentes ocasionan a los neumáticos los tipos de asfaltos, calles, carreteras, o vías?

¿Qué tipos de neumáticos reciben para su reencauche?

¿Cómo puede afectar el rendimiento de un neumático la cantidad de parches?

¿Cuáles son los elementos externos que pueden dañar la banda de rodamiento de un neumático?

¿Cómo es la evaluación de los neumáticos de lona?

¿Qué tipos de neumáticos reciben para el sector minero?

Nota: No se registró ningún inconveniente en la fluidez de la entrevista.

1.4.2. Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo del sistema se utilizó el marco de trabajo SCRUM, realizando entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, SCRUM está especialmente indicado para proyectos empresariales, donde se necesita obtener resultados en la brevedad posible, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la donde la productividad es fundamental.

Para (Huambachano, 2017) SCRUM también se utiliza para resolver situaciones en que no se está entregando al cliente lo que necesita, cuando las entregas se alargan demasiado, los costes se disparan o la calidad no es aceptable, cuando se necesita capacidad de reacción ante la competencia, cuando la moral de los equipos es baja y la rotación alta, cuando es necesario identificar y solucionar ineficiencias sistemáticamente o cuando se quiere trabajar utilizando un proceso especializado en el desarrollo de producto.

Su desarrollo es similar al ciclo de vida en espiral y pueden llevarse en conjunto con algunos lineamientos o procedimientos tales como:

- **Reunión para la planificación del Sprint:** Aquí se distribuye el tiempo del Sprint o duración, como también el objetivo y resultado del propio Sprint, además el equipo debe tener en conocimiento como ser ejecutable o realizable.
- **SCRUM diario:** El objetivo de este punto es uniformizar actividades para poder realizar un correcto plan del día.

- **Trabajo de desarrollo durante el Sprint:** En esta parte se debe garantizar o asegurar que se están cumpliendo los objetivos, así como considerar que no se realicen cambios que puedan alterar el enfoque del Sprint y tener comunicación constante con el cliente.
- **Revisión del Sprint:** Se realiza una reunión (informal) con el cliente para verificar y revisar el Product Backlog del Sprint. Se ponen en conocimiento los posibles cambios de mayor valor a realizar si son necesarios o probables y planificarlos en el próximo Sprint.
- **Retrospectiva del proyecto:** En esta etapa el equipo tiene la posibilidad de mejorar u optimizar durante el proceso de trabajo y poderlos aplicarlos en los siguientes Sprints. Cuando se hace la revisión del último Sprint se toma en cuenta la relación que existe con las personas, procesos, herramientas y relaciones.

Figura 6

Desarrollo en Scrum



Fuente: Elaboración Propia

1.4.3. Lenguaje De Programación

El lenguaje de programación utilizado fue Java debido a que es un lenguaje de propósito general concurrente y orientado a objetos. Está diseñado para ser un lenguaje muy simple y de esta manera los programadores logren la fluidez en el propio lenguaje.

Para (Snodgrass et al., 1994) Java fue creado con el objetivo de convertirse en un lenguaje de producción y no de investigación, además Java es relativamente un lenguaje de alto nivel, ya que la representación del lenguaje con la maquina no es mediante el lenguaje. El alto rendimiento que Java obtiene se da gracias a la implementación del recolector de basura (garbage collected) que tiene pausas limitadas para soportar sistemas de programación y aplicaciones en tiempo real.

La versión de Java admite conceptos de programación funcional, utilizando funciones como las anónimas y expresiones lambda, con éste tipo de expresiones se pueden crear códigos más concisos y sobretodo significativos, adicionalmente abre la puerta a la programación funcional en Java.

Posee grande ventajas para la programación POO al ser un lenguaje robusto y con diferente variedad de componentes para el desarrollo web (Hadjerrouit, 1998) al ser:

- Simple
- Escalable
- Interpretado y compilado
- Seguro

1.4.4. Bibliotecas y Frameworks

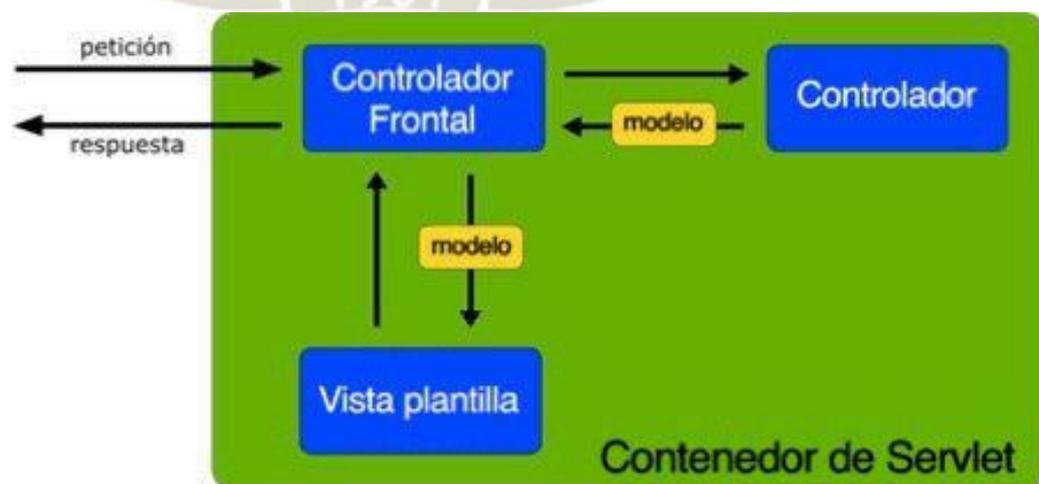
1.4.4.1. Spring MVC

Para Michael Elkan, (2017) Spring Web MVC es un sub-proyecto Spring que está dirigido a facilitar y optimizar el proceso creación de aplicaciones web utilizando el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador), donde el Modelo representa los datos o información que manejará la aplicación web, la Vista son todos los elementos de la UI (Interfaz de Usuario), con ellos el usuario interactúa con la aplicación, ejemplo: botones, campos de texto, etc., finalmente el Controlador será el encargado manipular los datos en base a la interacción del usuario.

La pieza central de Framework Spring MVC es el **DispatcherServlet** que extiende la clase **HttpServlet** este componente es el encargado de recibir las peticiones HTTP y generar la respuesta adecuada a dicha petición. A continuación, en la Figura 7 se muestra el proceso del funcionamiento del servlet:

Figura 7

Funcionamiento del Servlet



Fuente: Elaboración Propia

1.4.4.2. JSON Web Token

Es un estándar abierto basado en JSON propuesto por (M.Jones , J.Bradley, 2015) (RFC 7519) para la creación de tokens de acceso que permiten la propagación de identidad y privilegios, un servidor podría generar un token indicando que el usuario tiene privilegios de administrador y proporcionarlo a un cliente. El cliente entonces podría utilizar el token para probar que está actuando como un administrador en el cliente o en otro sistema. El token está firmado por la clave del servidor, así que el cliente y el servidor son ambos capaz de verificar que el token es legítimo. Los JWT están diseñados para ser compactos, poder ser enviados en las URL's -URL-safe- y ser utilizados en escenarios de Single Sign-On (SSO).

Los privilegios de los JWT pueden ser utilizados para propagar la identidad de usuarios como parte del proceso de autenticación entre un proveedor de identidad y un proveedor de servicio, o cualquiera otro tipo de privilegios requeridos por procesos empresariales.

1.4.4.3. Hibernate

Es una herramienta ORM (Object Relational Mapping o Mapeo Objeto Relacional) que es una técnica de programación que permite abstraernos de la base de datos y solo interactuar con objetos de nuestras clases. Hibertante está asociado para Java como para .NET. (nHibernate). Es utilizado en la capa de datos de las aplicaciones para la persistencia de datos.

Además de ser un software libre, Hibernate es una implementación de la especificación de la API de persistencia de Java (JPA) y por ende se puede usar fácilmente en cualquier entorno compatible con JPA. Entre las principales ventajas al usar Hibernate tenemos:

- Nos permite desarrollar aplicaciones mucho más rápido.
- Permite trabajar con la base de datos por medio de entidades en vez de consultas.
- Nos ofrece un paradigma 100% orientado a objetos.
- Elimina errores en tiempo de ejecución.
- Es altamente extensible y configurable
- Mejora el mantenimiento del software.

1.4.4.4. PostgreSQL

De acuerdo a Jose Segovia, (2018) Postgresql es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más potente del mercado. Entre sus características tenemos a continuación:

- **Instalación ilimitada y gratuita:** Podemos instalarlo en todos los equipos que queramos. Independientemente de la plataforma y la arquitectura que usemos, PostgreSQL está disponible para los diferentes SO, Unix, Linux y Windows, en 32 y 64 bits. Ésto hace de PostgreSQL un sistema multiplataforma y también hace que sea más rentable con instalaciones a gran escala.

- **Gran escalabilidad:** Nos permite configurar PostgreSQL en cada equipo según el hardware. Por lo que es capaz de ajustarse al número de CPU y a la cantidad de memoria disponible de forma óptima. Con ello logramos una mayor cantidad de peticiones simultáneas a la base de datos de forma correcta.
- **Estabilidad y confiabilidad:** Tiene más de 20 años de desarrollo activo y en constante mejora. No se han presentado nunca caídas de la base de datos. Ésto es debido a su capacidad de establecer un entorno de Alta disponibilidad y gracias a Hot-Standby, que nos permite que los clientes puedan realizar consultas de solo lectura mientras que los servidores están en modo de recuperación o espera. Así podemos hacer tareas de mantenimiento o recuperación sin bloquear completamente el sistema.
- **Estándar SQL:** implementa casi todas las funcionalidades del estándar ISO/IEC 9075:2011, así pues, resulta sencillo realizar consultas e incluir scripts de otros Motores de Bases de Datos.
- **Potencia y Robustez:** PostgreSQL cumple en su totalidad con la característica ACID Compliant. ACID es un acrónimo de Atomicity, Consistency, Isolation y Durability (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad en español). Por ello permite que las transacciones no interfieran unas con otras. Con ello se garantiza la información de las Bases de Datos y que los datos perduren en el sistema.
- **Extensibilidad:** tenemos a nuestra disponibilidad una gran variedad de extensiones distribuidas por el grupo de desarrolladores de PostgreSQL. Estas extensiones pueden ser lenguajes de programación, tales como, Perl, Java, Python, C++ y muchos más.

1.4.4.5. Semantic UI

Es un framework diseñado para crear interfaces de manera responsive utilizando HTML/CSS legible, actualmente está en la versión 2.2. Viene integrado con otros frameworks o librerías como son Angular, React, Ember o Meteor.

Se podría decir que las características que definen a Semantic UI frente a los otros frameworks de diseño son: lenguaje natural, configurabilidad de Javascript y los componentes predefinidos (más de 50), lo que hace más fácil a la hora de diseñar un entorno web.

1.4.4.6. Chart Scatter

Es una herramienta de desarrollo web para graficas en entornos responsive utilizando librerías JavaScript.

El proyecto de tesis maneja datos que deben ser plasmados en un entorno que permita validar la información anteriormente obtenida, al usar éste framework podemos basarnos en la utilización de coordenadas (X y Y) cartesianas para mostrar valores para las variables dentro de un conjunto de datos y mostrarlos en forma de gráficas las variables de salida (en nuestro caso se usa una variable de entrada y n cantidad de conjuntos borrosos para la utilización de la lógica fuzzy).

1.4.4.7. iText

iText es una biblioteca Java de código abierto que admite el desarrollo y la conversión de documentos PDF. Se puede usar iText para desarrollar programas Java que puedan crear, convertir y manipular documentos PDF.

1.4.4.8. Java Server Pages (JSP)

Es una tecnología de Java que permite combinar código HTML estático con código generado dinámicamente en un mismo archivo. Dentro de las principales ventajas que tiene JSP son:

- La separación de datos estáticos/dinámicos.
- Independencia de formato/plataforma
- Sencillez
- Rapidez en las peticiones del cliente
- Permite ser operado en diferentes plataformas (Sistemas Operativos) y servidores.

1.4.4.9. Gestor de Base de Datos PostgreSQL 9.6

PostgreSQL es un avanzado sistema de bases de datos relacionales con base en Open Source o Código Abierto. Significa que cualquier persona o colaborador participante del desarrollo del proyecto puede modificar, agregar o ajustar los datos que se requieran y adaptarlo a sus necesidades.

Además, hay que destacar que para el presente proyecto de tesis se hicieron uso de un sistema de base de datos relacionales, que no es más que un sistema que permite la utilización o manipulación de acuerdo con las reglas del álgebra relacional, esto quiere decir que los datos se almacenan en tablas de columnas y renglones. Con el uso de llaves, esas tablas pueden relacionarse una con otras. PostgreSQL tiene las siguientes características:

- Es un sistema multiplataforma ya que podemos instalarlo en todos los equipos que queramos con cualquier SO de 32 o 64 bits,

adicionalmente lo hace más rentable cuando se trata de instalaciones en gran magnitud o soporte empresarial.

- Otorga gran escalabilidad ya que permite ser configurable de acuerdo a las características según el CPU y la cantidad de memoria disponible, y lo realiza de una forma óptima.
- PostgreSQL tiene estabilidad y confiabilidad frente a los desarrolladores, con muchos años de constante desarrollo y mejoras continuas, por lo que nunca se han reportado caídas en las bases de datos cuando se usa PostgreSQL.
- Altamente conocido, sobretodo ideal y específico para tecnologías web, que es el proyecto de tesis que se está desarrollando.
- Es sencillo de administrar además de que su sintaxis SQL es estándar y sobretodo fácil de aprender.
- Tiene además la capacidad de replicar datos.

Además de lo mencionado anteriormente, PostgreSQL tiene las siguientes ventajas según (Hostingpedia, 2019):

- **Instalación y uso gratuito:** PostgreSQL es un gestor de base de datos de código libre y completamente gratuito, por lo que podemos instalarlo y utilizarlo las veces que queramos y en todos los dispositivos que queramos.
- **Sistema disponible Multiplataforma:** Es compatible con prácticamente todas las tecnologías y sistemas operativos de la actualidad.

- **Escalabilidad y configuración:** Es posible configurar de forma individual PostgreSQL según los recursos de hardware disponibles en nuestro sistema, por lo que podemos ajustar el número de CPU y cantidad de memoria disponible de para un funcionamiento óptimo.
- **Estándar SQL:** Implementa la mayor parte de las funcionalidades principales del estándar SQL, por lo que se puede realizar de forma sencilla el incluir consultas y scripts de otros motores de bases de datos,
- **Herramienta gráfica:** Incorpora una herramienta gráfica para la administración de las bases de datos de forma fácil e intuitiva, por la cual podemos ejecutar sentencias SQL, realizar copias de seguridad o tareas de mantenimiento.
- **Robustez y fiabilidad:** PostgreSQL cumple con la característica y protocolo ACID, lo que significa Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad (siglas en inglés). Por ello, se garantiza la información de la base de datos y fiabilidad en el sistema.
- **Soporte y ayuda:** A pesar de no contar con soporte telefónico o en línea, existe una infinidad de foros y páginas para nuestra ayuda. Además, la comunidad de PostgreSQL es una de las más activas.

1.4.4.10. Netbeans 12.5

El entorno de desarrollo que se utilizó fue la versión 8.0 por ser de licencia gratuita y que a su vez es completo, eficaz y fácil de usar. Además de ello Netbeans es ideal para trabajar en Java, lo cual hace una potente herramienta de desarrollo para el presente proyecto de tesis.

1.5. ASPECTOS RELEVANTES DEL DESARROLLO

El presente proyecto de tesis es relevante porque utilizó herramientas tecnológicas modernas y actuales, que ayudarán a la empresa a optimizar sus operaciones y reducir gastos y por consiguiente satisfacer la necesidad de sus clientes.

1.5.2 Arquitectura del Software

La arquitectura que se utilizó para el presente trabajo fue el modelo vista controlador (MVC). Según García, (2018) es un patrón de diseño arquitectónico de software y que sirve para clasificar la información, la lógica del sistema y la interfaz que se le presenta al usuario. En este tipo de arquitectura existe un sistema central o controlador que gestiona las entradas y la salida del sistema, uno o varios modelos que se encargan de buscar los datos e información necesaria y una interfaz que muestra los resultados al usuario final. Es muy usado en el desarrollo web porque al tener que interactuar varios lenguajes para crear un sitio es muy fácil generar confusión entre cada componente si estos no son separados de la forma adecuada. Este patrón permite modificar cada uno de sus componentes si necesidad de afectar a los demás.

Sus partes pueden describirse de la siguiente forma:

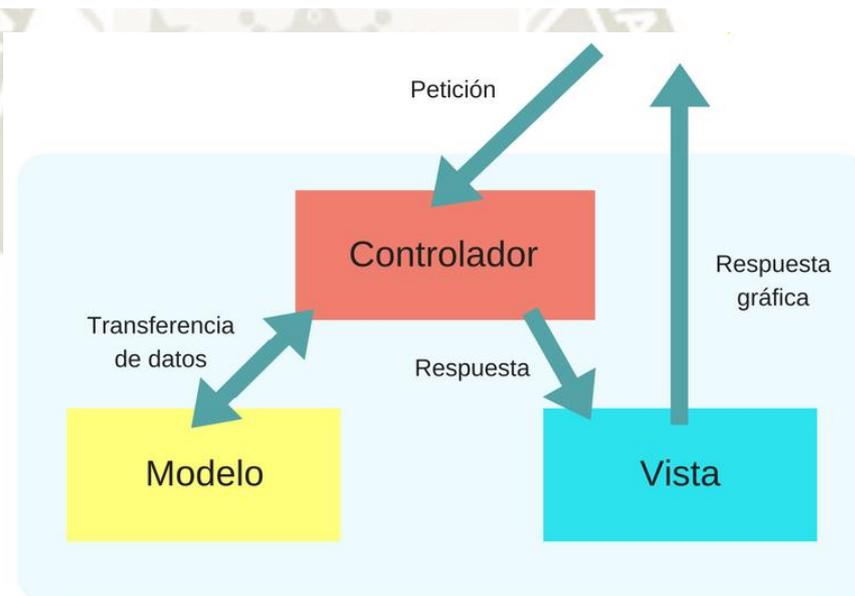
- **Modelo:** Para Garcia, (2018) este componente se encarga de manipular, gestionar y actualizar los datos. Centrado en utilizar una base de datos donde se realizan las consultas, búsquedas, filtros y actualizaciones.
- **Vista:** De acuerdo a Garcia, (2018) este componente se encarga de mostrarle al usuario final las pantallas, ventanas, páginas y formularios; el resultado de una solicitud. Desde la perspectiva del programador este componente es

el que se encarga del frontend; la programación de la interfaz de usuario si se trata de una aplicación de escritorio, o bien, la visualización de las páginas web (CSS, HTML, HTML5 y Javascript).

- **Controlador:** Este componente responde a eventos o acciones que realiza el usuario a través de la vista para poder solicitar una operación o información, también es responsable de elegir que vista es la que tiene que mostrar al usuario de acuerdo a la solicitud recibida, por lo cual es el vínculo que une al modelo con la vista. Un resumen del modelo MVC se presenta a continuación en la Figura 8:

Figura 8

Arquitectura del Modelo Vista Controlador

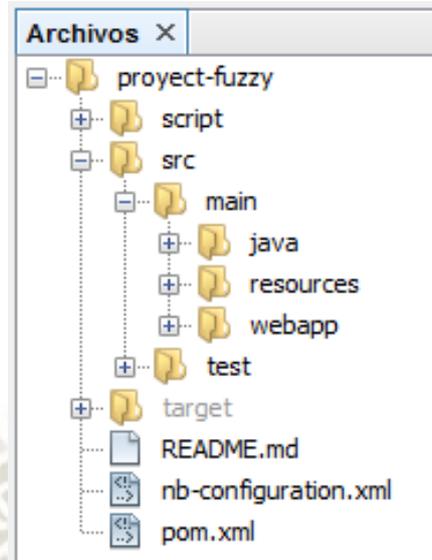


1.5.3 Distribución de Ficheros

El Proyecto está distribuido en las carpetas script, java, resources y webapp como se muestra en la Figura 9 a continuación:

Figura 9

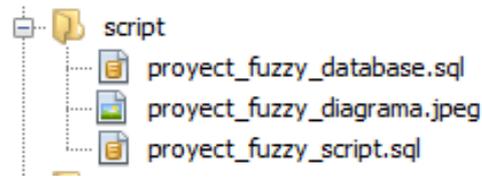
Distribución de carpetas del proyecto



- **Script:** En esta carpeta están almacenadas los archivos .sql y los diagramas ER, mediante ellos se crea e inicializa la base de datos de la aplicación.
- **Java:** En esta carpeta están almacenados los archivos .java, mediante ellos se configura el acceso a la base de datos, acceso a los servicios del sistema, seguridad, autenticación, entre otros archivos relacionadas al backend.
- **Resources:** En esta carpeta están almacenados los archivos externos de configuración y plantillas del sistema, como las credenciales de acceso a la base de datos, plantillas de reportes .xlsx, imágenes de reportes, etc.
- **Webapp:** En esta carpeta están almacenadas los archivos .tag y .jsp de la aplicación, también archivos de configuración como .js y .css, entre otros archivos relacionados al frontend, como se muestra a continuación en la Figura 10:

Figura 10

Distribución del fichero Script



El archivo `proyect_fuzzy_database.sql` crea la base de datos `proyect_fuzzy`, el archivo `proyect_fuzzy_script.sql` inicia las tablas de catálogo el usuario principal, los conjuntos borrosos y las reglas de validación, el archivo `proyect_fuzzy_diagrama.jpeg` es el diagrama ER.

Se debe indicar que el backend está estructurado para funcionar con el framework Spring MVC, los componentes están distribuidos de la siguiente manera:

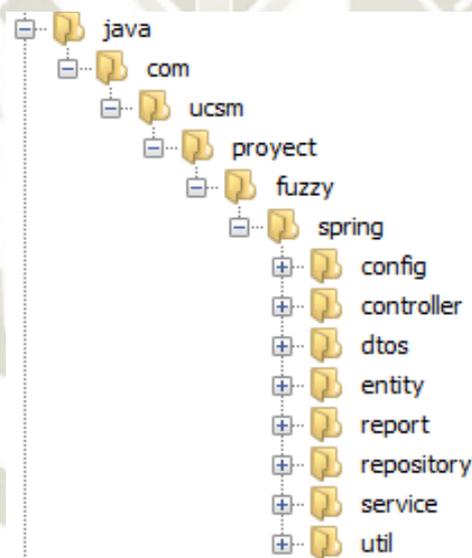
- **config:** archivos de configuración del sistema, autenticación, seguridad, acceso a la base de datos y mapeo de recursos del sistema.
- **controller:** archivos de publicación de servicios POST y GET del sistema, los cuales para acceder a ellos es necesario estar autenticado a excepción de la autenticación de usuario.
- **dtos:** archivos de transferencia de datos, utilizados para brindar información del backend al frontend mediante los controller.
- **entity:** archivos de mapeo de base de datos, utilizados junto con anotaciones `jpa` se implementa el mapeo de objetos relacional ORM.
- **report:** archivos de generación de reportes, utilizados para generar y publicar reportes mediante los controller con peticiones GET.

- **repository**: archivos de acceso a la base de datos, utilizados para crear, modificar, eliminar y consultar información de la base de datos.
- **service**: archivos de ejecución de servicios, utilizados para realizar alguna operación u ofrecer un dto a un servicio de un controller.
- **util**: archivos de utilitarios del sistema, utilizados para gestionar fechas, decimales, codificación, etc.

A continuación, en la Figura 11 se muestra las carpetas del Backend:

Figura 11

Distribución del Fichero del Backend



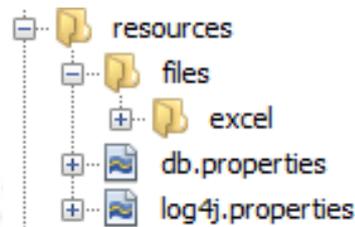
El archivo **db.properties** tiene la configuración de acceso de la base de datos, el conector jdbc a utilizar, credenciales, y parámetros de sesión en la base de datos, se implementa el patrón singleton para mantener la sesión de usuario.

El archivo **log4j.properties** tiene la configuración de mensajes de registro del sistema, advertencias, errores, mensajes, etc.

La carpeta files almacena las diferentes plantillas excel .xlsx para reutilizarlas en los reportes mediante la librería apache poi. Como se muestra a continuación en la Figura 12:

Figura 12

Distribución del fichero recursos



El frontend está estructurado para funcionar archivos .jsp y .tag a su vez están distribuidos (Figura 13) de la siguiente manera:

META-INF: archivos de configuración del path de acceso a la aplicación con la siguiente estructura [dominio]/path.

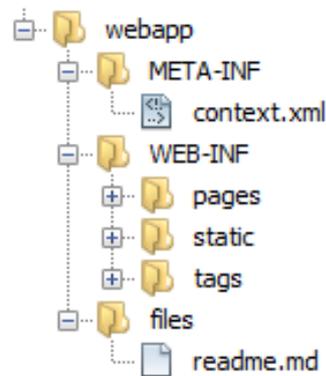
WEB-INF: archivos .jsp, .js, y css, los cuales forman principalmente el frontend, los archivos están subdivididos en 3 categorías:

- **pages:** paginas .jsp del sistema como por ejemplo el dashboard, reportes, etc.
- **static:** librerías, javascripts y estilos de configuración del sistema principal.
- **tags:** páginas .tag que sirven de plantillas para las páginas .jsp

FILES: archivos autogenerados del sistema, como reportes que necesitan ser almacenados en disco para realizar alguna operación como, por ejemplo: impresión directa, como se muestra a continuación en la Figura 13:

Figura 13

Distribución Del Fichero Webapp



1.5.4 Sistema WEB

Se optó por el desarrollo de un Sistema web, Java nos ofrece un conjunto de Frameworks especializados en el desarrollo backend, sin embargo, el frontend de la aplicación web se desarrolló principalmente usando Semantic UI por su diseño responsive. Las ventajas obtenidas se listan a continuación:

- No requiere hacer actualizaciones en los clientes
- No hay problemas de incompatibilidad entre versiones
- Se centralizan los respaldos de lado del servidor no del cliente
- No se necesita instalar aplicaciones en el cliente, agregar una nueva terminal solo requiere poner una computadora nueva
- No se necesita a usar un determinado sistema operativo

Sin embargo, si tiene las siguientes limitaciones:

- Requiere conexión a la red

- Tiene limitaciones técnicas en la utilización de hardware especializado
- Limitado a usar las tecnologías que el navegador pueda utilizar.

1.5.5 Reglas de Negocio

El sistema está configurado para funcionar con neumáticos promedio que se usan en las calles de la ciudad, utilizando las siguientes variables de entrada y variables de salida y reglas fuzzy:

Variables De Entrada

1. Avería Banda [Nada Averiado, Averiado, Averiado Regular, Muy Averiado]
2. Sopladura de Neumático [Nada Soplado, Soplado, Soplado Regular, Muy Soplado]
3. Rotura de Pestaña [Nada Rota, Ligeramente Rota, Rota Regular, Rota, Muy Rota]
4. Parchado de Neumático [Nada Parchado, Poco Parchado, Parchado Regular, Parchado, Muy Parchado, Demasiado Parchado]

Variables De Salida

1. Reencauche [Aprobado, Rechazado]

Reglas Fuzzy

1. Si el resultado no se encuentra dentro de las reglas preestablecidas dará como resultado [Rechazado]

A continuación, en la siguiente Tabla 3 se muestran las respectivas variables de entrada como de salida definidas en una matriz que se ha elaborado en base a los

datos obtenidos previamente por parte de la empresa Relino S.A.C. Distribución de las Reglas Fuzzy o Conjuntos Borrosos:

Tabla 3

Distribución de las Reglas Fuzzy o Conjuntos Borrosos

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
1	Muy Averiado	Soplado	Rota	Parchado	Rechazado
2	Muy Averiado	Soplado	Rota	Muy Parchado	Rechazado
3	Muy Averiado	Soplado	Rota	Demasiado Parchado	Rechazado
4	Muy Averiado	Soplado Regular	Rota	Parchado	Rechazado
5	Muy Averiado	Soplado Regular	Rota	Muy Parchado	Rechazado
6	Muy Averiado	Soplado Regular	Rota	Demasiado Parchado	Rechazado
7	Muy Averiado	Muy Soplado	Rota	Parchado	Rechazado
8	Muy Averiado	Muy Soplado	Rota	Muy Parchado	Rechazado
9	Muy Averiado	Muy Soplado	Rota	Demasiado Parchado	Rechazado
10	Muy Averiado	Soplado	Muy Rota	Parchado	Rechazado
11	Muy Averiado	Soplado	Muy Rota	Muy Parchado	Rechazado
12	Muy Averiado	Soplado	Muy Rota	Demasiado Parchado	Rechazado
13	Muy Averiado	Soplado Regular	Muy Rota	Parchado	Rechazado
14	Muy Averiado	Soplado Regular	Muy Rota	Muy Parchado	Rechazado

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
15	Muy Averiado	Muy Soplado	Muy Rota	Demasiado Parchado	Rechazado

Tabla 3.1

Distribución de las Reglas Fuzzy o Conjuntos Borrosos

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
16	Muy Averiado	Muy Soplado	Muy Rota	Parchado	Rechazado
17	Muy Averiado	Muy Soplado	Muy Rota	Muy Parchado	Rechazado
18	Muy Averiado	Muy Soplado	Muy Rota	Demasiado Parchado	Rechazado
19	Muy Averiado	Soplado	Rota Regular	Parchado	Rechazado
20	Muy Averiado	Soplado	Rota Regular	Muy Parchado	Rechazado
21	Muy Averiado	Soplado	Rota Regular	Demasiado Parchado	Rechazado
22	Muy Averiado	Soplado Regular	Rota Regular	Parchado	Rechazado
23	Muy Averiado	Soplado Regular	Rota Regular	Muy Parchado	Rechazado
24	Muy Averiado	Soplado Regular	Rota Regular	Demasiado Parchado	Rechazado
25	Muy Averiado	Muy Soplado	Rota Regular	Parchado	Rechazado
26	Muy Averiado	Muy Soplado	Rota Regular	Muy Parchado	Rechazado

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
27	Muy Averiado	Muy Soplado	Rota Regular	Demasiado Parchado	Rechazado
28	Nada Averiado	Nada Soplado	Nada Rota	Nada Parchado	Aprobado
29	Nada Averiado	Nada Soplado	Nada Rota	Poco Parchado	Aprobado
30	Nada Averiado	Nada Soplado	Nada Rota	Parchado Regular	Aprobado

Tabla 3.2

Distribución de las Reglas Fuzzy o Conjuntos Borrosos

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
31	Nada Averiado	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Nada Parchado	Aprobado
32	Nada Averiado	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Poco Parchado	Aprobado
33	Nada Averiado	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Parchado Regular	Aprobado
34	Averiado	Nada Soplado	Nada Rota	Nada Parchado	Aprobado
35	Averiado	Nada Soplado	Nada Rota	Poco Parchado	Aprobado
36	Averiado	Nada Soplado	Nada Rota	Parchado Regular	Aprobado

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
37	Averiado	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Nada Parchado	Aprobado
38	Averiado	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Poco Parchado	Aprobado
39	Averiado Regular	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Parchado Regular	Aprobado
40	Averiado Regular	Nada Soplado	Nada Rota	Nada Parchado	Aprobado

Tabla 3.3

Distribución de las Reglas Fuzzy o Conjuntos Borrosos

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
41	Averiado Regular	Nada Soplado	Nada Rota	Poco Parchado	Aprobado
42	Averiado Regular	Nada Soplado	Nada Rota	Parchado Regular	Aprobado
43	Averiado Regular	Nada Soplado	Ligeramente Rota	Nada Parchado	Aprobado

Id	Variables de Entrada				Variable de Salida
	Avería Banda	Sopladura de Neumático	Rotura de Pestaña	Parchado de Neumático	Resultado
44	Averiado	Nada Soplado	Ligeramente	Poco Parchado	Aprobado
	Regular		Rota		
45	Averiado	Nada Soplado	Ligeramente	Parchado Regular	Aprobado
	Regular		Rota		

Fuente: Elaboración Propia

1.5.6 Seguridad

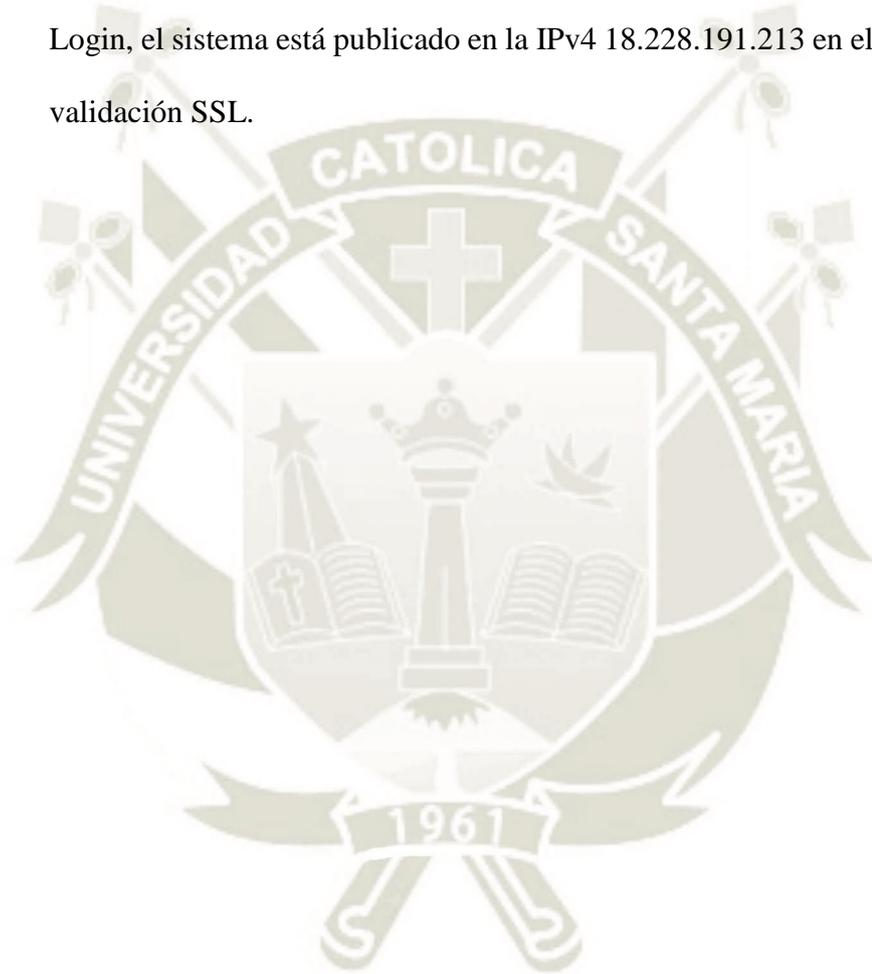
La seguridad del sistema esta implementada mediante una autenticación web JWT OAuth 2 la cual es segura y transparente para el usuario. De acuerdo a Noelia Martín, (2019) se debe enfocar en los siguientes puntos de seguridad:

- Autenticar a los consumidores de las APIs y establecer el nivel de confianza asociado a cada uno de ellos.
- Solicitar la autorización explícita de los consumidores para la ejecución de ciertas tareas.
- Disponer de herramientas que rastreen las peticiones de forma end-to-end que permitan identificar todas las partes involucradas en el flujo y garantizar la responsabilidad de cada una de ellas.
- Permite a las aplicaciones un acceso limitado (scopes) a los datos de los usuarios, sin tener que proporcionar las credenciales de dicho usuario, desacoplando la autenticación y la autorización a los datos.

También se implementó CRF (Cross-site Request Forgery) y solo se permitirán peticiones provenientes del dominio del sistema. Los servicios del sistema están publicados en el dominio:

<https://tesis-fuzzy.herokuapp.com/>

Solo pueden ser consultados si el usuario está autenticado a excepción del Login, el sistema está publicado en la IPv4 18.228.191.213 en el puerto 80, sin validación SSL.



CAPITULO II

2. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

2.1 PLAN DEL PROYECTO INFORMÁTICO

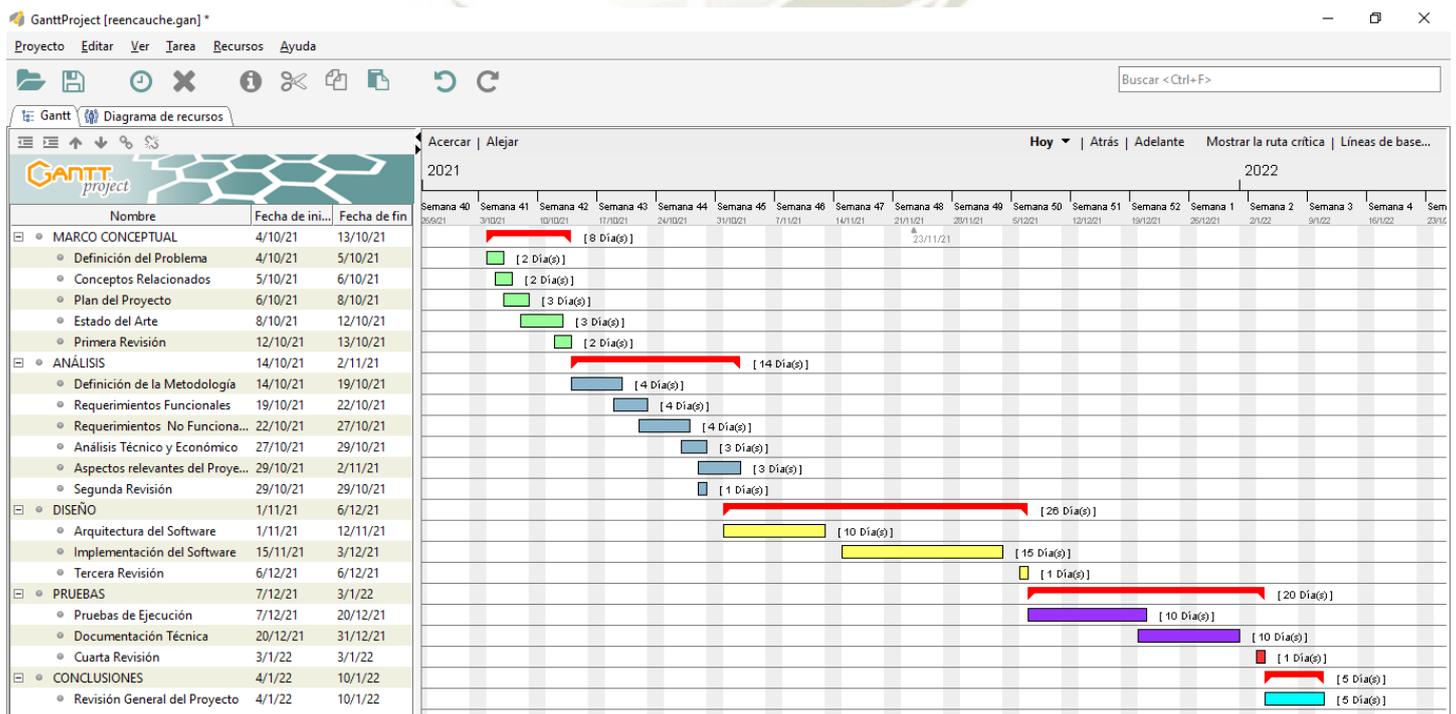
En esta parte se detalla como el sistema de diagnóstico de neumáticos será viable para su implementación, se especificarán las fases de desarrollo con las actividades que las mismas se tienen, para que luego se tenga en cuenta el tiempo de desarrollo del Proyecto para analizar el costo-beneficio. A continuación, en la siguiente Tabla 4 se presenta la distribución de actividades en torno a fechas establecidas.

2.1.1. Planificación del Proyecto

Para ejecutar el cronograma de la elaboración del proyecto, se tendrá en cuenta la complejidad de cada tarea a realizar para cada actividad en cada fase. El cronograma consta de 15 actividades comprendida en un total de 73 días laborables. Para ello se hizo la distribución de cada tarea como se muestra en la Figura 14 a continuación:

Figura 14

Distribución de Tareas del Proyecto



Fuente: Adaptado de la herramienta GanttProject

2.1.1. Estudio de Viabilidad del Proyecto

2.1.1.1. Viabilidad Económica

Como se indicó anteriormente los recursos económicos serán cubiertos al 100% por el autor del presente proyecto, tanto en el diseño como en la implementación, definiéndose como el SCRUM Master del Proyecto. A continuación en la Tabla 4 se muestran los costos del proyecto de acuerdo a las horas trabajadas.

Tabla 4

Costos Software de Diagnóstico para Reencauche de Neumáticos

Tipo	Descripción	Tiempo (horas)	Costo HH	SUBTOTAL
Recursos Humanos	Desarrollador	584	S/. 10	S/. 5840
Recursos Tecnológicos	Servidor y Dominio	584	S/. 0.20	S/. 84.80
	Internet	584	S/. 0.16	S/. 67.84
Servicios	Udemy	200	S/. 0.50	S/. 100
Otros	Papelería, impresiones, luz	-	-	S/. 160
			TOTAL	S/. 6252.64

2.1.1.2. Infraestructura

Para la ejecución de la aplicación web y que tenga una óptima respuesta se utilizó el servidor Heroku, según (Platzi, 2018) es un plataforma en la nube que permite cargar todos los archivos necesarios para la ejecución del proyecto, su principal característica es la versatilidad y fácil uso ya que solamente se debe especificar el tipo de lenguaje que se está usando (java) y la base de datos que se tiene en el proyecto. Al ser una plataforma de alquiler y tomando en cuenta el nivel de proyecto que

se desarrolló y de acuerdo a su infraestructura lo hace escalable, es decir Heroku garantiza la posibilidad de migrar a otra plataforma, servicio o infraestructura en determinado momento si se desea.

Otra característica es ser estable ya que la infraestructura de Heroku utiliza AWS (Amazon Web Services) lo que nos asegura un excelente rendimiento, disponibilidad y estabilidad al momento de utilizar la plataforma.

Por tanto para la ejecución, administración e implementación del sistema de diagnóstico de neumáticos Heroku es una herramienta potente y de fácil uso.

El plan de Heroku utilizado es:

- RAM: 8 GB
- Número de tipo de procesos: Ilimitado
- Métricas de aplicación: Detalladas
- Almacenamiento: 256 GB
- Cantidad de conexiones: 400

2.1.1.3. Análisis Costo-Beneficio para la viabilidad del proyecto

Para realizar el análisis del costo-beneficio del presente proyecto se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Implementación (configuración, instalación e inducción) tendrá un costo de S/. 5000
- El contrato anual tendrá un costo de S/. 2000

Los beneficios como son:

- Incremento de Productividad
- Incremento de Ventas

- Ahorro de Material (sustituído por datos electrónicos que brinda el sistema)
- Mantenimiento de Hardware y Software
- Intangibles (mejora en atención al cliente)
- Tangibles (ahorro en recursos de formación, suministros)

Tendrán un costo anual de S/. 9000

Por tanto, basándonos en el método del retorno de la inversión para obtener el beneficio neto, que se resuelve con la siguiente fórmula:

$$\text{*Beneficio Neto} = \text{Total Beneficio Anual} - \text{Total Costo Anual}$$

Para ello, a continuación en la Tabla 5 se presentan los estimados para calcular el retorno de la inversión del Software de Diagnóstico, para ello se determine que el costo del primer año tendrá un monto de S/. 3500 por conceptos adicionales que requiera el software de diagnóstico para ser desplegado como servicio.

Tabla 5

Retorno de la Inversión del Software de Diagnóstico de Neumáticos

Año	Costo Anual (soles)	Beneficio Anual (soles)	*Beneficio Neto (soles)
0	C0=6252.64	0	0
1	C1=9752.64	18000	8247.36

Entonces se concluyó que:

De acuerdo al cálculo, el monto del beneficio neto del primer año es mayor al monto inicial, se calcula que en los años siguientes los beneficios serán mayores, por lo que se determina que el proyecto para el Software de Diagnóstico de Neumáticos es factible.

2.1.2. Ciclo de Vida del Software

El modelo de desarrollo que se utilizó para el presente trabajo fue el modelo Espiral. Para Lifeder (2020) el modelo en espiral describe el ciclo de vida de un software por medio de espirales, que se repiten hasta que se puede entregar el producto terminado. El desarrollo en espiral también se conoce como desarrollo o modelo incremental. El producto se trabaja continuamente y las mejoras a menudo tienen lugar en pasos muy pequeños.

Una característica clave del desarrollo en espiral es la minimización de los riesgos en el desarrollo de software, lo que podría resultar en un aumento de los costes totales, más esfuerzo y un lanzamiento retardado. Estos riesgos son contrarrestados por el enfoque incremental, haciendo primero prototipos, que luego pasan al menos una vez, por las fases de desarrollo de software.

El desarrollo en espiral es genérico y puede combinarse con otros métodos de desarrollo clásico y ágiles, por lo que también se denomina modelo o desarrollo de segundo orden.

El modelo de desarrollo en espiral básico se caracteriza por los siguientes ciclos:

- **Determinación de objetivos y alternativas:** En esta fase también se fijan los productos definidos a obtener como son: requerimientos, especificación,

manual de usuario. También se especifican las restricciones, así como también la identificación de riesgos del proyecto y las respectivas alternativas para evitarlos.

- **Análisis y evaluación de riesgos:** En esta etapa se estudian todos los riesgos potenciales y se seleccionan una o varias alternativas propuestas para reducir o mitigar dichos riesgos en el proyecto.
- **Desarrollo y pruebas:** En esta etapa se va a desarrollar y verificar los productos del siguiente nivel, donde el código se escribe y se prueba en un entorno varias veces hasta que el sistema ya pueda ser implementado correctamente.
- **Planificación del siguiente ciclo:** En esta etapa se revisa todo lo que se ha hecho, evaluándolo y con ello definimos si continuamos con las siguientes fases y posteriormente planificar la siguiente actividad. Es importante mencionar que lo que se desea con esta etapa es perfeccionar el sistema continuamente para entregarle al cliente un producto de calidad.

Entonces podemos decir que el modelo en espiral está enfocado a los riesgos y poder minimizarlos o mitigarlos, inclusive en cualquiera de sus etapas ya mencionadas anteriormente. A continuación, en la Figura 15 se muestra el modelo en espiral y sus respectivas etapas:

Figura 15

Representación Del Modelo De Desarrollo En Espiral



A continuación, en la Tabla 6 se presenta la planificación de las tareas programadas para la parte del diseño del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos:

Tabla 6

Planificación de actividades para el diseño del Software de Diagnóstico de Neumáticos

ID	Actividad	Duración (días)	Inicio	Fin
1	Captura de Requerimientos	3 días	01/11/2021	03/11/2021
2	Aprobación de Requerimientos	2 días	04/11/2021	05/11/2021
3	Desarrollo de MockUps	3 días	08/11/2021	10/11/2021
4	Aprobación de MockUps	1 día	11/11/2021	11/11/2021
5	Desarrollo del sistema	8 días	12/11/2021	23/11/2021
6	Revisión de hitos	1 día	24/11/2021	24/11/2021
7	Corrección de hitos	2 días	25/11/2021	26/11/2021
8	Evaluación del producto final y generación de documentación	3 días	29/11/2021	01/12/2021
9	Implantación del Sistema	2 días	02/12/2021	03/12/2021
10	Entrega del producto Final y Revisión	1 día	06/12/2021	06/12/2021
TOTAL		26 días		

2.2. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL PROYECTO

2.2.1. Casos De Uso

Se determinaron los siguientes casos de uso para el presente trabajo, de acuerdo a la Tabla 7 a continuación:

Tabla 7

Distribución de los Casos de Uso del Sistema de Diagnóstico

Código	Casos de Uso
CU001	Validar Acceso
CU002	Gestionar Usuarios
CU003	Gestionar Variables
CU004	Gestionar Conjuntos Borrosos
CU005	Gestionar Evaluaciones
CU006	Gestionar Características de Neumáticos
CU007	Gestionar Opciones de Características de Neumáticos
CU008	Evaluar Neumáticos
CU009	Realizar Reportes

2.2.2 Diagrama De Casos De Uso

A continuación, en la Figura 16, se muestran los casos de uso que representan el el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos:

Figura 16

Diagrama de casos de uso del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos



2.2.3 Casos de Uso – Requerimientos Funcionales

Se dividieron los diferentes requerimientos en 9 casos de uso como son:

- **Primer Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que hace el gestor al inicio del sistema como logueo, como se muestra a continuación en la Tabla 8:

Tabla 8

Caso de Uso Validar Acceso

Código:	CU001
Requerimientos:	RF001
Descripción:	El usuario debe autenticarse antes de utilizar la aplicación, esto permite dar seguimiento de las actividades de todos los usuarios.
URL base:	/login
Pre condiciones:	El usuario necesita tener un usuario creado
Escenario Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa nombre y contraseña 2. El usuario presiona el botón de <Ingresar> 3. El sistema valida credenciales correctas comparando el username y el password cifrado y redirecciona al usuario a la pantalla de /home
Escenarios Alternativos:	<ol style="list-style-type: none"> 3.1. El sistema detecta credenciales erróneas y muestra un mensaje en pantalla de error. 3.2. El sistema detecta que el usuario no existe y muestra un mensaje en pantalla 3.3. El sistema detecta que el usuario está bloqueado y muestra un mensaje en pantalla
Pos condiciones:	El usuario esta autenticado mediante un token jwt en el navegador web

- **Segundo Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para la gestión de usuarios, como se muestra a continuación en la Tabla 9:

Tabla 9

Caso de Uso Gestionar Usuarios

Código: CU002

Requerimientos: RF002

Descripción: El gestor permite modificar, inhabilitar y eliminar a los usuarios que hagan uso del sistema.

URL base: /administracion/gestion-usuarios

Pre condiciones: El gestor debe estar logueado y tener los permisos de administrador para poder realizar las acciones que se soliciten.

Escenario Principal:

1. El gestor ingresa a la pantalla de gestión de usuarios
2. El gestor ingresa el usuario a buscar
3. El gestor presiona botón <buscar>
4. El sistema lista el usuario buscado
5. El sistema muestra las opciones de dicho usuario para poder modificar, nombre, inhabilitar, cambiar contraseña y eliminar.
6. El sistema ejecuta una de las opciones que el gestor escoja y el sistema muestra un mensaje de confirmación.

Escenarios Alternativos:

- * Si el usuario no está registrado en el sistema, no podrá ser visualizado en la lista.

- * El sistema listará todos los usuarios por defecto.

Pos condiciones: El sistema permitió la ejecución de las acciones para modificar nombre, inhabilitar, cambiar contraseña y eliminar los parámetros del usuario satisfactoriamente.

- **Tercer Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para la gestión de variables, como se muestra a continuación en la Tabla 10:

Tabla 10

Caso de Uso Gestionar Variables

Código:	CU003
Requerimientos:	RF003
Descripción:	El gestor permite buscar, crear, modificar y eliminar las variables (entrada o salida) del sistema de diagnóstico.
URL base:	/administracion/gestion-variables
Pre condiciones:	El gestor debe estar logueado y tener los permisos de administrador para poder realizar las acciones que se soliciten. <ol style="list-style-type: none"> 1. El gestor ingresa a la pantalla de gestión de variables 2. El gestor ingresa el nombre de la variable a buscar 3. Presiona botón <buscar>
Escenario Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 4. El sistema lista la variable buscada 5. El sistema muestra las opciones de dicha variable para poder modificar, nombre y eliminar. 6. Se ejecuta una de las opciones y el sistema muestra un mensaje de confirmación.
Escenarios Alternativos:	<p>* Si la variable no está registrada en el sistema, no podrá ser visualizada en la lista.</p> <p>* El sistema listará todas las variables por defecto.</p>
Pos condiciones:	El sistema permitió la ejecución de las acciones para modificar nombre y eliminar los parámetros de las variables satisfactoriamente.

- **Cuarto Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para la gestión de conjuntos borrosos, como se muestra a continuación en la Tabla 11:

Tabla 11

Gestionar Conjuntos Borrosos

Código:	CU004
Requerimientos:	RF004
Descripción:	El gestor permite buscar, crear, modificar y eliminar los conjuntos borrosos del sistema de diagnóstico.
URL base:	/administracion/gestion-conjuntos-borrosos
Pre condiciones:	El gestor debe estar logueado y tener los permisos de administrador para poder realizar las acciones que se soliciten. <ol style="list-style-type: none"> 1. El gestor ingresa a la pantalla de gestión de conjuntos borrosos 2. El gestor ingresa el nombre del conjunto borroso a buscar 3. Presiona botón <buscar>
Escenario Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 4. El sistema lista el conjunto borroso buscado 5. El sistema muestra las opciones de dicho conjunto borroso para poder modificar, nombre y eliminar. 6. El sistema ejecuta una de las opciones que el gestor escoja y el sistema muestra un mensaje de confirmación.
Escenarios Alternativos:	<ul style="list-style-type: none"> * Si el conjunto borroso no está registrado en el sistema, no podrá ser visualizado en la lista. * El sistema listará todos los conjuntos borrosos por defecto.

El sistema permitió la ejecución de las acciones para modificar

Pos condiciones: nombre y eliminar los parámetros de los conjuntos borrosos satisfactoriamente.

- **Quinto Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para la gestión de evaluaciones, como se muestra a continuación en la Tabla 12:

Tabla 12

Gestionar Evaluaciones

Código: CU005

Requerimientos: RF005

Descripción: El gestor permite buscar, crear, editar y eliminar las evaluaciones de los neumáticos.

URL base: /administracion/gestion-evaluaciones

Pre condiciones: El gestor debe estar logueado y tener los permisos de administrador para poder realizar las acciones que se soliciten.

1. El gestor ingresa a la pantalla de gestión de evaluaciones
2. Ingresa el nombre de la evaluación a buscar
3. Presiona botón <buscar>

Escenario 4. El sistema lista la evaluación buscada

Principal: 5. El sistema muestra las opciones de dicha evaluación para poder modificar, editar reglas y eliminar.

5.1. El gestor puede agregar nuevas reglas difusas en la opción de editar reglas.

Código: CU005

5.2. El gestor puede editar los parámetros de la evaluación tales como características del neumático y variables.

6. Se ejecuta una de las opciones y el sistema muestra un mensaje de confirmación.

* Si la evaluación no está registrada en el sistema, no podrá ser visualizada en la lista.

Escenarios

Alternativos:

* El sistema listará todas las evaluaciones realizadas por defecto.

El sistema permitió la ejecución de las acciones para modificar

Pos condiciones: parámetros de la evaluación, editar reglas difusas y eliminar en sí la evaluación satisfactoriamente.

- **Sexto Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para la gestión de características de neumáticos, como se muestra a continuación en la Tabla 13:

Tabla 13

Gestionar Características de Neumáticos

Código: CU006

Requerimientos: RF006

Descripción: El gestor permite buscar, crear, modificar y eliminar las características de los neumáticos.

URL base: /administracion/gestion-caracteristicas

Pre condiciones: El gestor debe estar logueado y tener los permisos de administrador para poder realizar las acciones que se soliciten.

1. El gestor ingresa a la pantalla de gestión de características
2. Ingresa el nombre de la característica a buscar
3. Presiona botón <buscar>

Escenario 4. El sistema lista la característica buscada

Principal: 5. El sistema muestra las opciones de dicha característica para poder modificar nombre y eliminar.

6. El sistema ejecuta una de las opciones que el gestor escoja y el sistema muestra un mensaje de confirmación.

Escenarios * Si la característica no está registrada en el sistema, no podrá ser visualizada en la lista.

Alternativos: * El sistema listará todas las características por defecto.

Pos condiciones: El sistema permitió la ejecución de las acciones para buscar, modificar nombre de la característica, y eliminar en sí la característica de manera satisfactoria.

- **Séptimo Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para la gestión de las opciones de características de neumáticos, como se muestra a continuación en la Tabla 14:

Tabla 14

Gestionar Opciones de Características de Neumáticos

Código: CU007

Requerimientos: RF007

Descripción: El sistema permite buscar, crear, modificar y eliminar las opciones de las características de los neumáticos.

URL base: /administracion/gestion-caracteristicas-opciones

Pre condiciones: El gestor debe estar logueado y tener los permisos de administrador para poder realizar las acciones que se soliciten.

1. El gestor ingresa a la pantalla de gestión de opciones de características

2. Ingresar el nombre de la opción de la característica a buscar

3. Presiona botón <buscar>

Escenario

4. El sistema lista la opción de característica buscada

Principal:

5. El sistema muestra las alternativas de dicha opción característica para poder modificar el nombre de la opción y eliminar.

6. El sistema ejecuta una de las alternativas que el gestor escoja y el sistema muestra un mensaje de confirmación.

* Si la opción de la característica no está registrada en el sistema, no podrá ser visualizada en la lista.

Escenarios

Alternativos: * El sistema listará todas las opciones de las características por defecto.

El sistema permitió la ejecución de las acciones para buscar,

Pos condiciones: modificar nombre de la opción de la característica, y eliminar en sí dicha opción de manera satisfactoria.

- **Octavo Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para evaluar los neumáticos, como se muestra a continuación en la Tabla 15:

Tabla 15

Evaluar Neumáticos

Código: CU008

Requerimientos: RF008

Descripción: El sistema permite realizar la evaluación de los neumáticos.

URL base: /evaluaciones/evaluaciones

* El gestor debe estar logueado para poder realizar las acciones que se soliciten.

Pre condiciones: * El gestor debe haber ingresado los datos previos para una nueva evaluación (CU005) y poder realizar la evaluación eligiendo el nombre.

1. El gestor ingresa a la pantalla de evaluaciones

2. Escoge el nombre de la evaluación que se creó anteriormente (Ver CU005)

Escenario

Principal:

3. Se muestra el formulario con las respectivas variables de entrada:

* Avería Banda

* Sopladura Neumático

* Rotura Pestaña

* Parchado Neumático

4. Se ingresan los valores numéricos en cada espacio

5. Presiona botón <evaluar>

4. El sistema muestra las gráficas para cada variable de entrada de acuerdo a los datos ingresados.

5. El sistema muestra la gráfica al final con el resultado de la evaluación del neumático:

* Aprobado

* Rechazado

6. El sistema almacena el registro con los datos de la evaluación.

7. El gestor presiona el botón <limpiar datos> si desea realizar nuevamente la evaluación con otros valores.

Escenarios

Si no se ingresan todos los valores numéricos en el formulario el

Alternativos:

sistema no podrá realizar la evaluación.

Pos condiciones:

El sistema permitió la ejecución de las acciones para evaluar y limpiar datos de manera satisfactoria.

- **Noveno Caso de Uso:** en esta parte se muestra la interacción que se tiene para realizar reportes, como se muestra a continuación en la Tabla 16:

Tabla 16

Realizar Reportes

Código: CU009

Requerimientos: RF009

Descripción: El sistema permite realizar reportes de las evaluaciones de los neumáticos.

URL base: /reportes/reportes-evaluaciones

* El gestor debe estar logueado para poder realizar las acciones que se soliciten.

Pre condiciones:

* El gestor debe haber realizado evaluaciones para poder generar los reportes.

1. El gestor ingresa a la pantalla de reportes

2. El sistema muestra dos parámetros antes de poder generar el reporte:

* Fecha inicio

* Fecha fin

Escenario 3. El sistema permitirá escoger el rango de fechas a través del

Principal: calendario desplegable y el gestor ingresará dicha fecha.

4. El gestor presiona el botón <crear reporte evaluaciones>

5. El sistema muestra la pantalla para la descarga del reporte en formato .xls

6. El sistema permite escoger la ruta de descarga y el gestor presiona el botón <guardar>.

Escenarios -

Alternativos:

Pos condiciones: El sistema permitió la ejecución de las acciones para crear reportes de evaluaciones de manera satisfactoria.

2.3. ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO

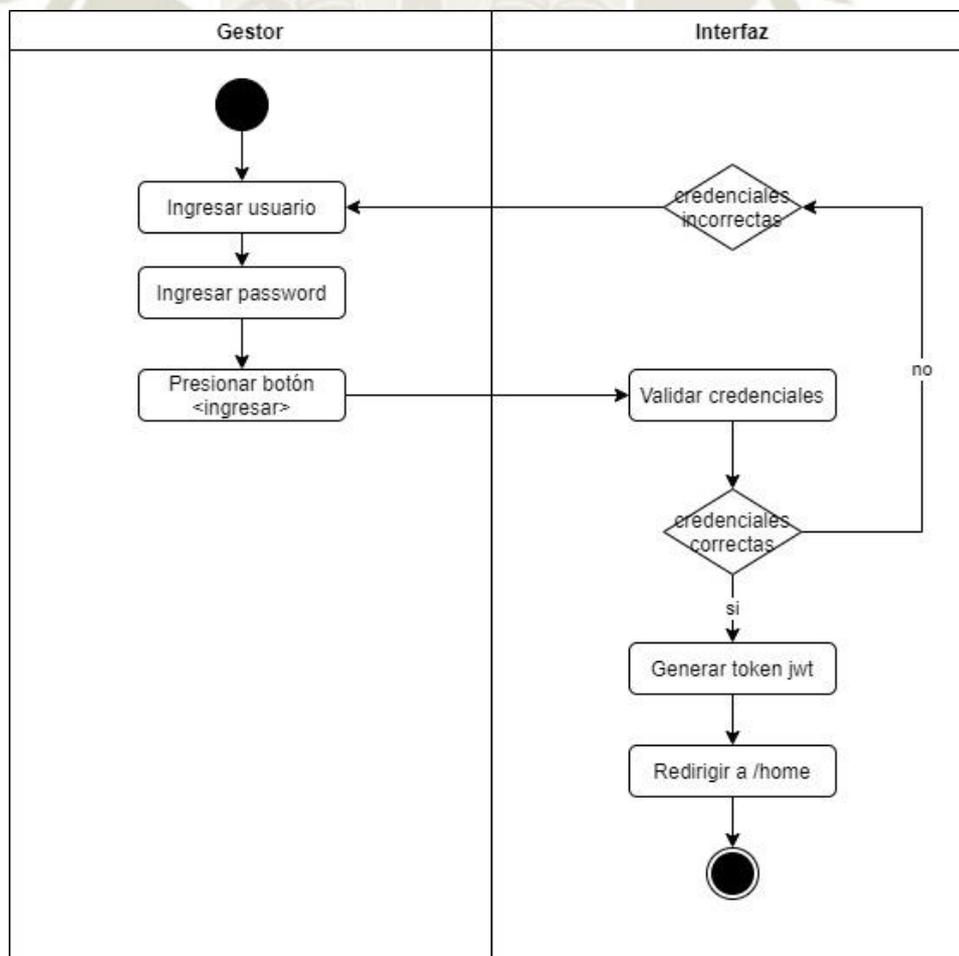
En esta sección se mostrarán los siguientes diagramas que representan las funcionales del sistema, la gestión y utilización de los mismos como también sus resultados y dependencias.

2.3.1 Diagrama De Actividades

- **Actividad autenticar gestor:** Aquí se realiza la debida autenticación del gestor que ejecutará la evaluación, como se muestra a continuación en la Figura 17:

Figura 17

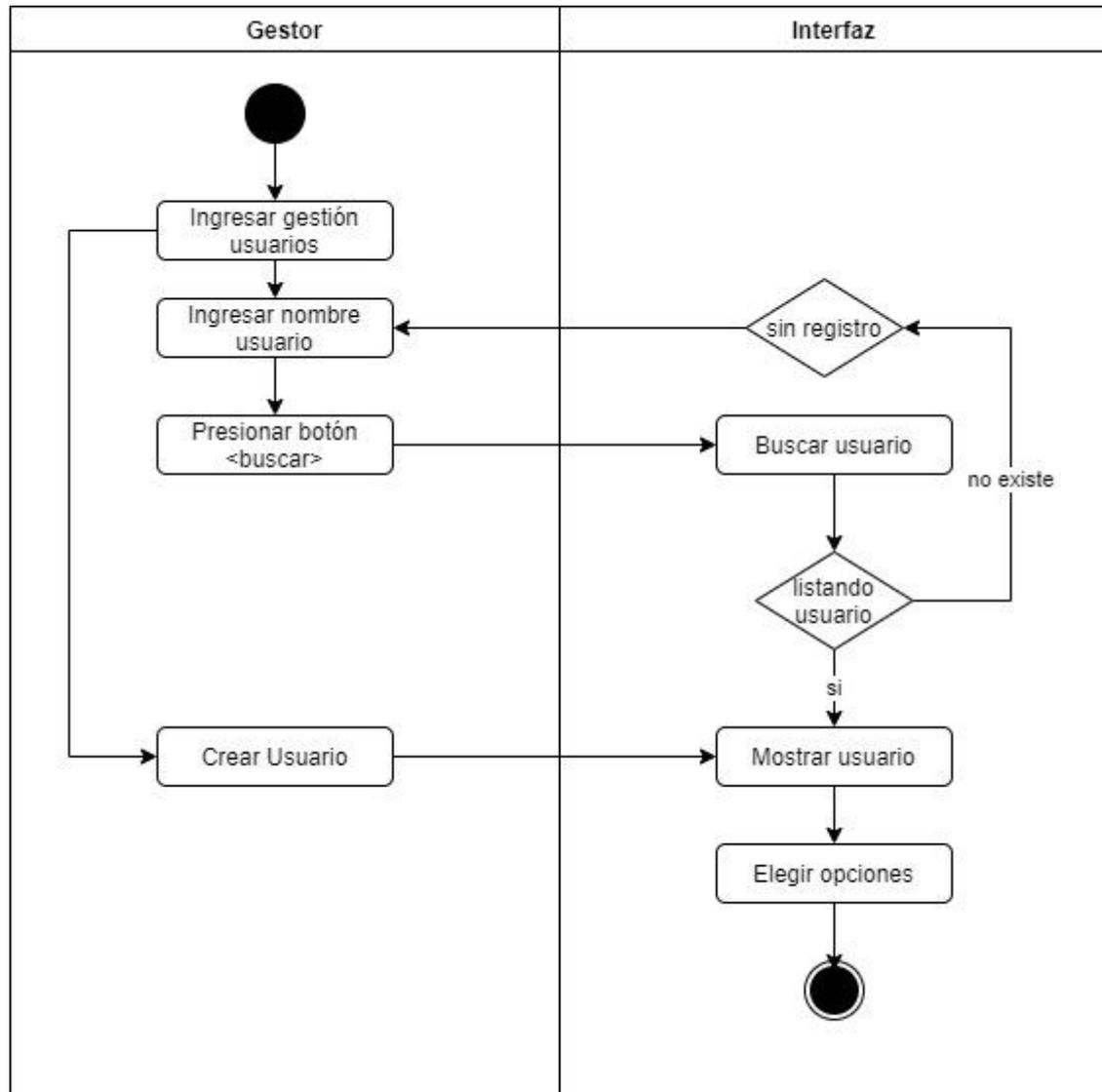
Diagrama de Actividad autenticar gestor



- **Actividad gestionar usuarios:** Aquí se gestiona la creación y/o búsqueda de los usuarios como se muestra a continuación en la Figura 18:

Figura 18

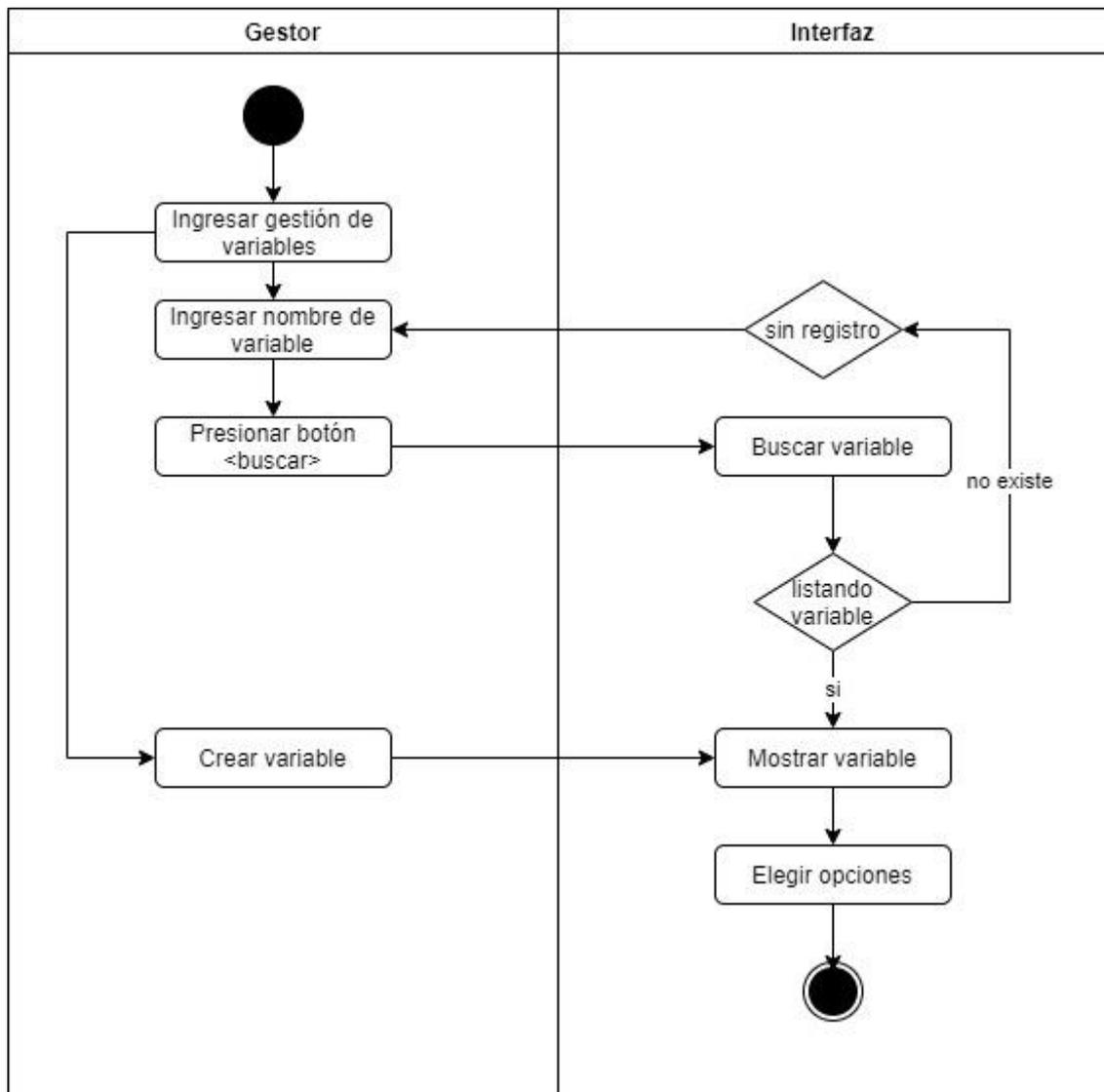
Diagrama de Actividad Gestionar usuarios



- **Actividad gestionar variables:** Aquí se gestiona la creación y/o búsqueda de las variables como se muestra a continuación en la Figura 19:

Figura 19

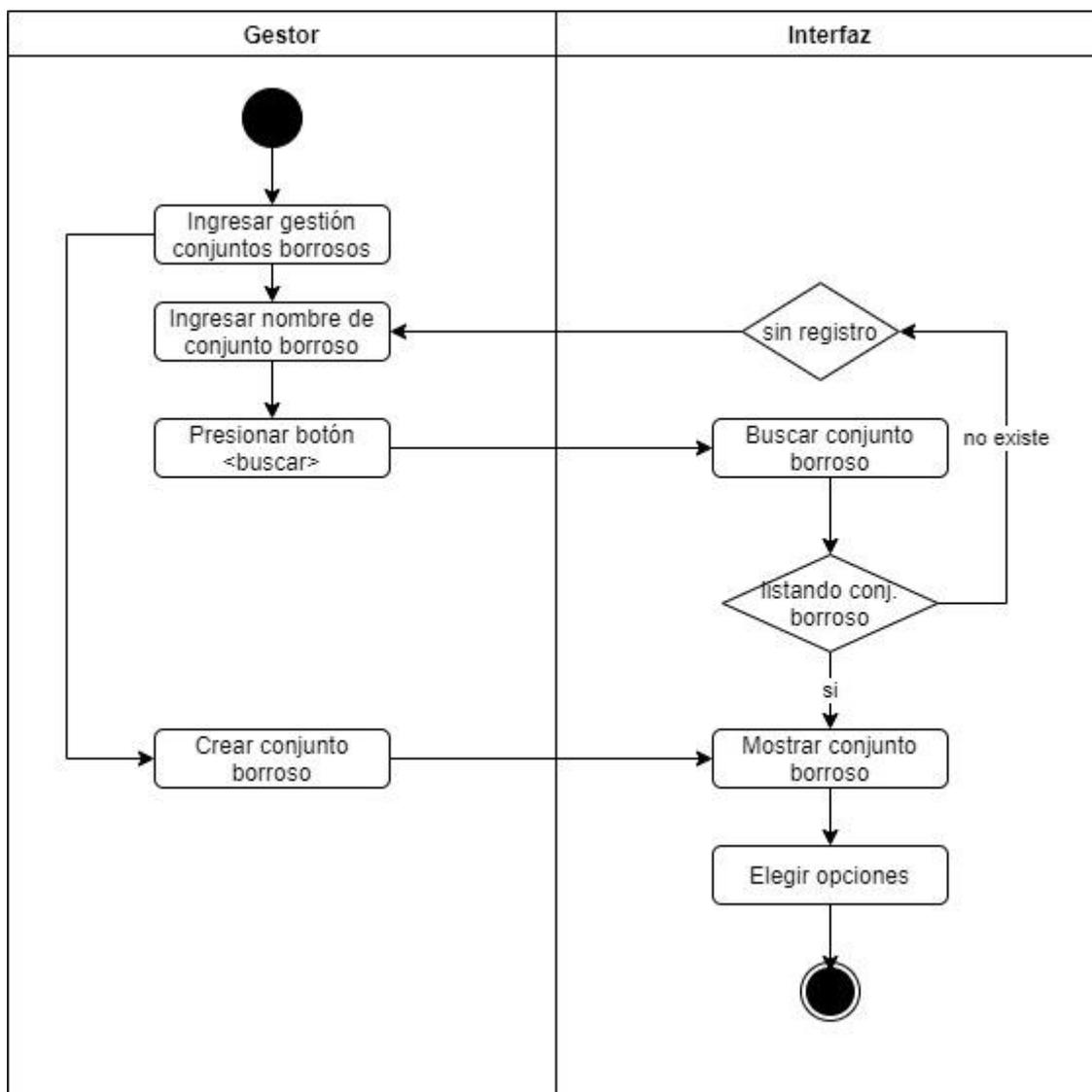
Actividad Gestionar variables



- **Actividad gestionar conjuntos borrosos:** Aquí se gestiona la creación y/o búsqueda de los conjuntos borrosos como se muestra a continuación en la Figura 20:

Figura 20

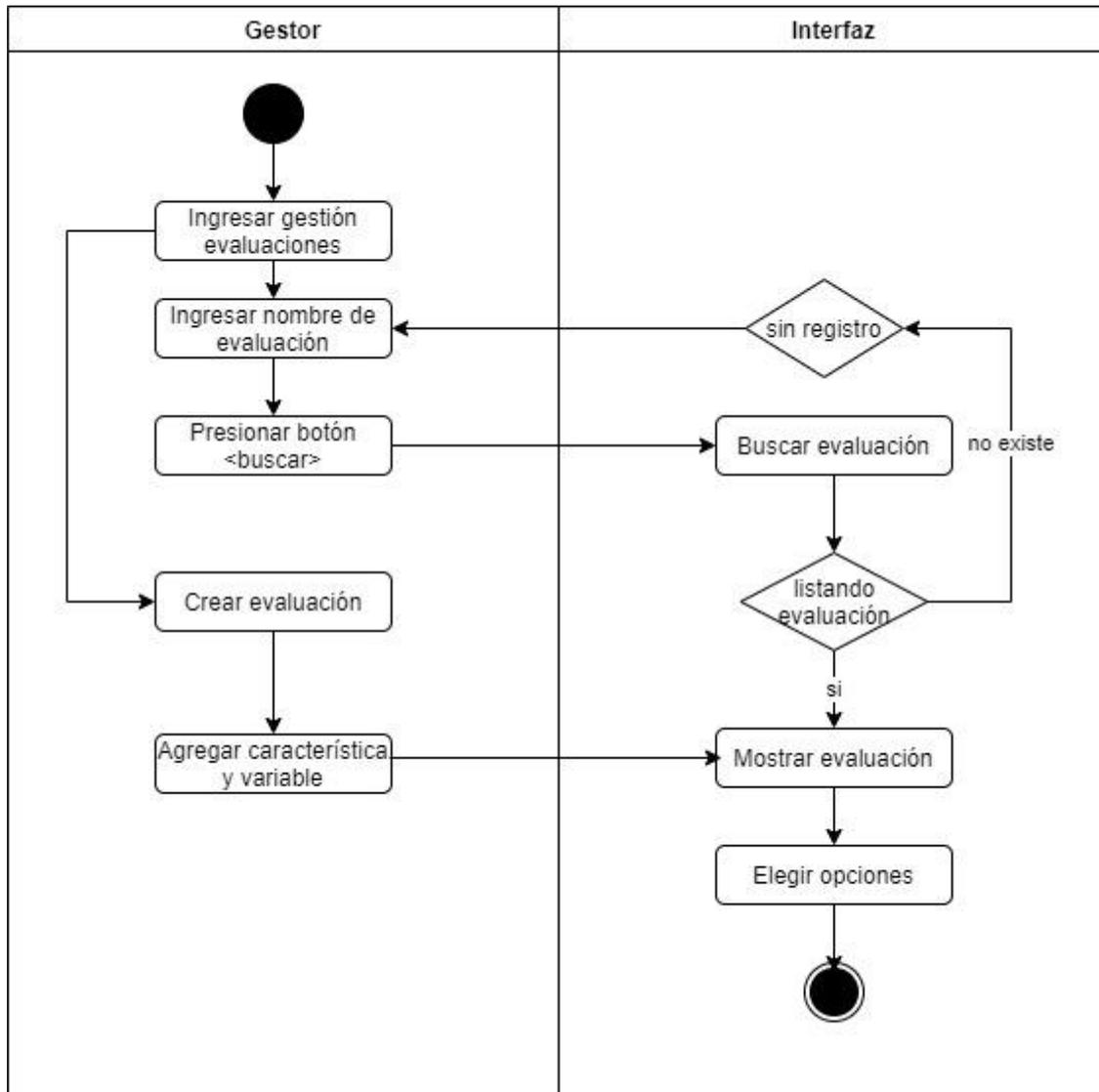
Actividad gestionar conjuntos borrosos



- **Actividad gestionar evauaciones:** Aquí se gestiona la creación y/o búsqueda de las evaluaciones como se muestra a continuación en la Figura 21:

Figura 21

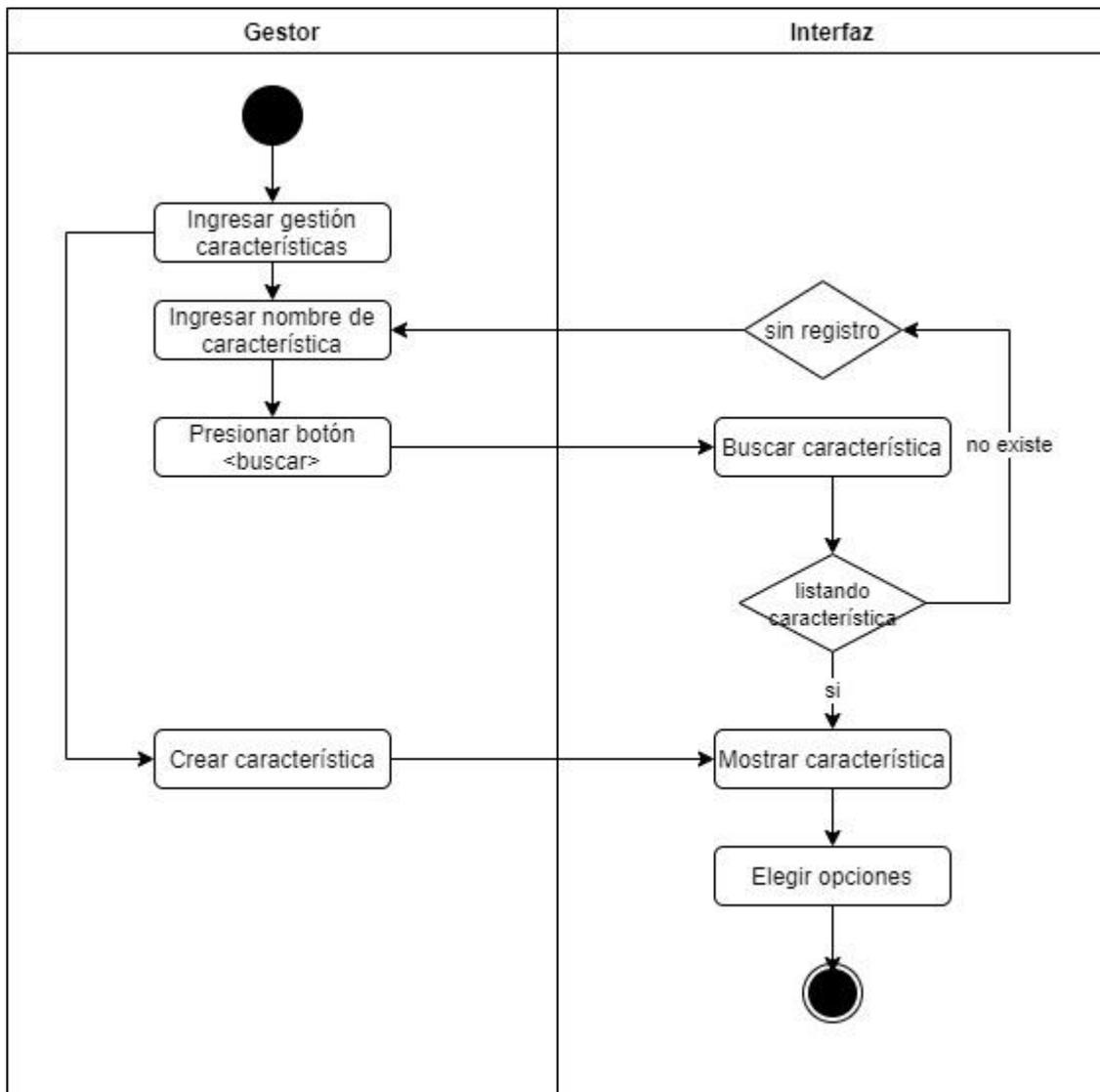
Actividad Gestionar evaluaciones



- **Actividad gestionar características de neumáticos:** Aquí se gestiona la creación y/o búsqueda de las características de los neumáticos como se muestra a continuación en la Figura 22:

Figura 22

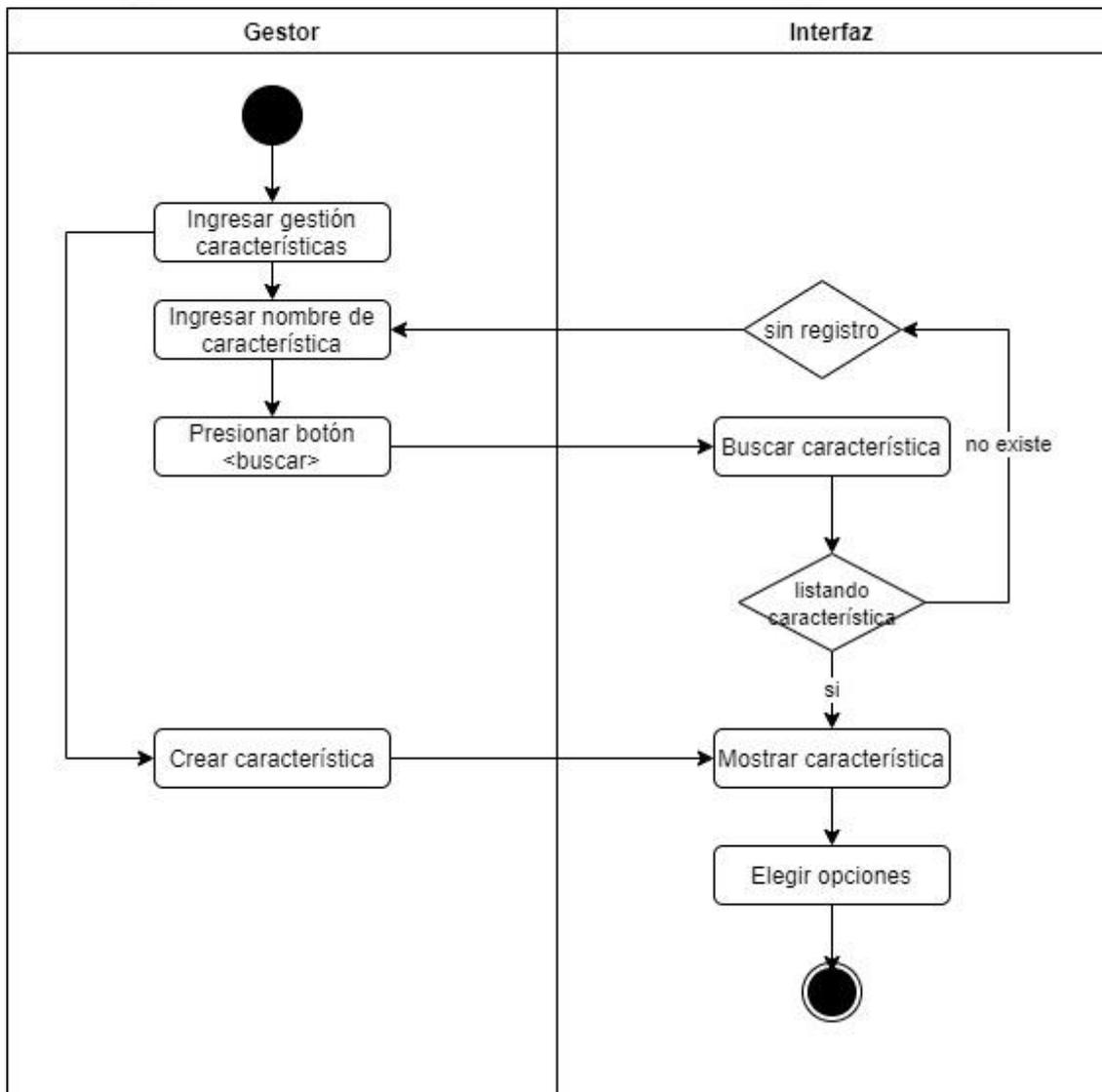
Actividad Gestionar características de neumáticos



- **Actividad gestionar opciones de características de neumáticos:** Aquí se gestiona la creación y/o búsqueda de las opciones de características de neumáticos como se muestra a continuación en la Figura 23:

Figura 23

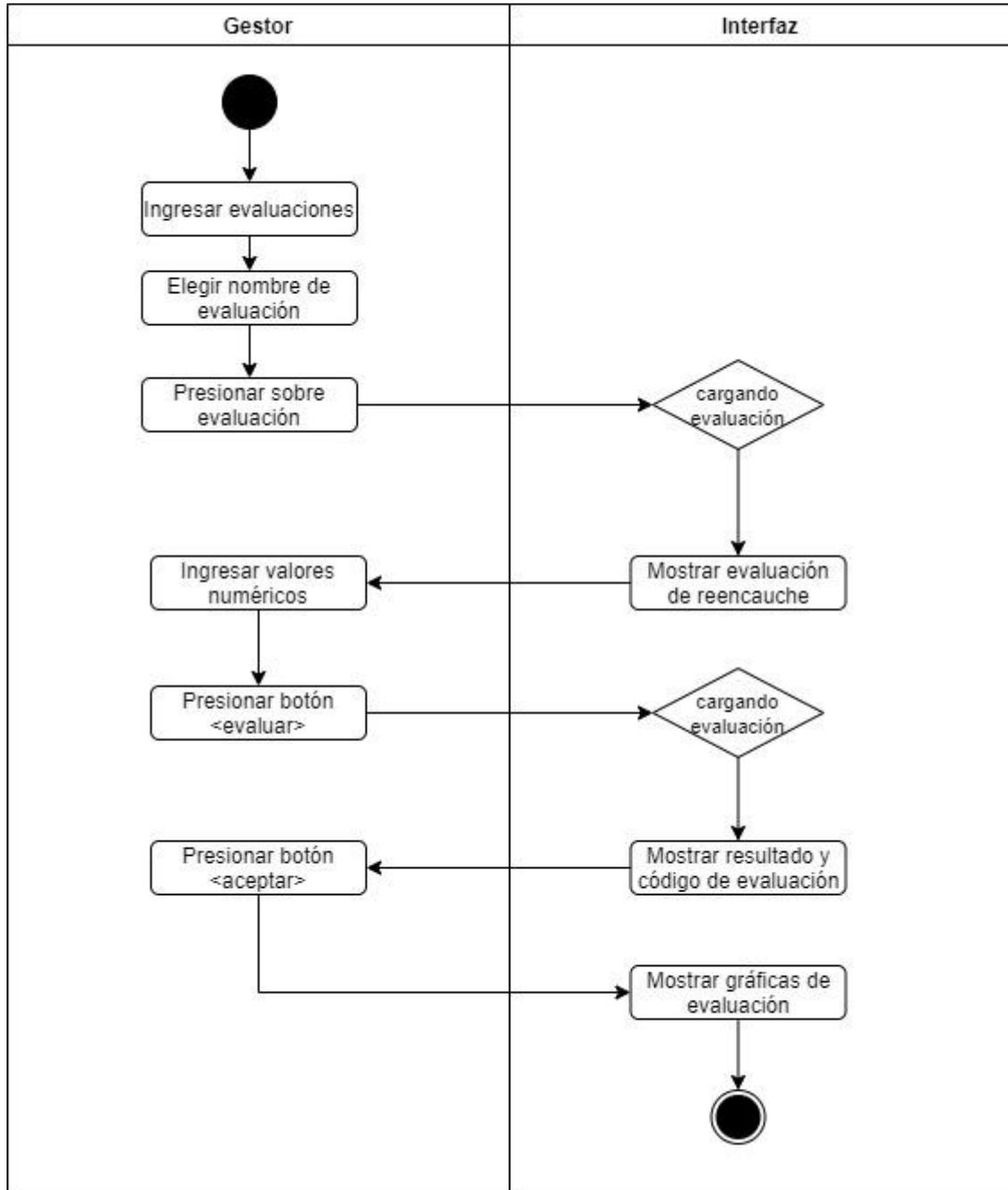
Actividad Gestionar Opciones de Características de neumáticos



- **Actividad evaluar neumáticos:** Aquí se realiza la evaluación de los neumáticos como se muestra a continuación en la Figura 24:

Figura 24

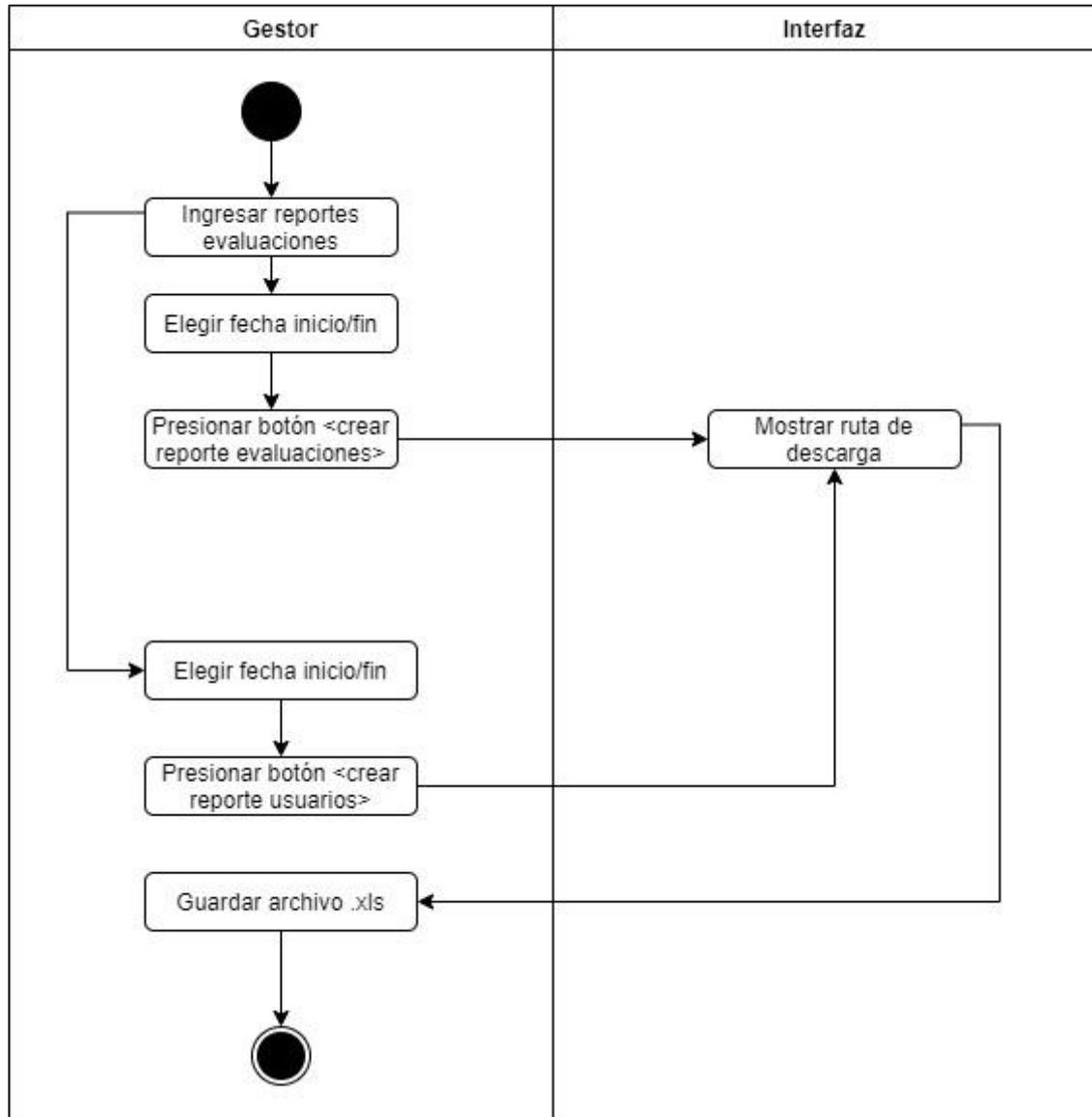
Actividad Evaluar Neumáticos



- **Actividad realizar reportes:** Aquí se gestiona la creación de reportes como se muestra a continuación en la Figura 25:

Figura 25

Actividad Realizar Reportes



2.3.4 Diagrama De Clases

A continuación, en la Figura 26 se pueden ver los diagramas de clases en la implementación del Sistema de Diagnóstico de neumáticos. Se pueden apreciar los respectivos atributos, funciones y relaciones con las otras clases.

Las clases son las siguientes:

- CaracteristicaEvaluacion.java
- CaracteristicaEvaluacionOpcion.java
- ConjuntoBorroso.java
- Evaluacion.java
- EvaluacionDet.java
- FuncionLogicaFuzzy.java
- FuncionLogicaFuzzyCaracteristica.java
- FuncionLogicaFuzzyVariable.java
- ReglaFuzzy.java
- ReglaFuzzyVariable.java
- Usuario.java
- Variable.java

A continuación, en la Tabla 17 se muestra el diccionario de clases:

Tabla 17

Diccionario de Clases del Proyecto

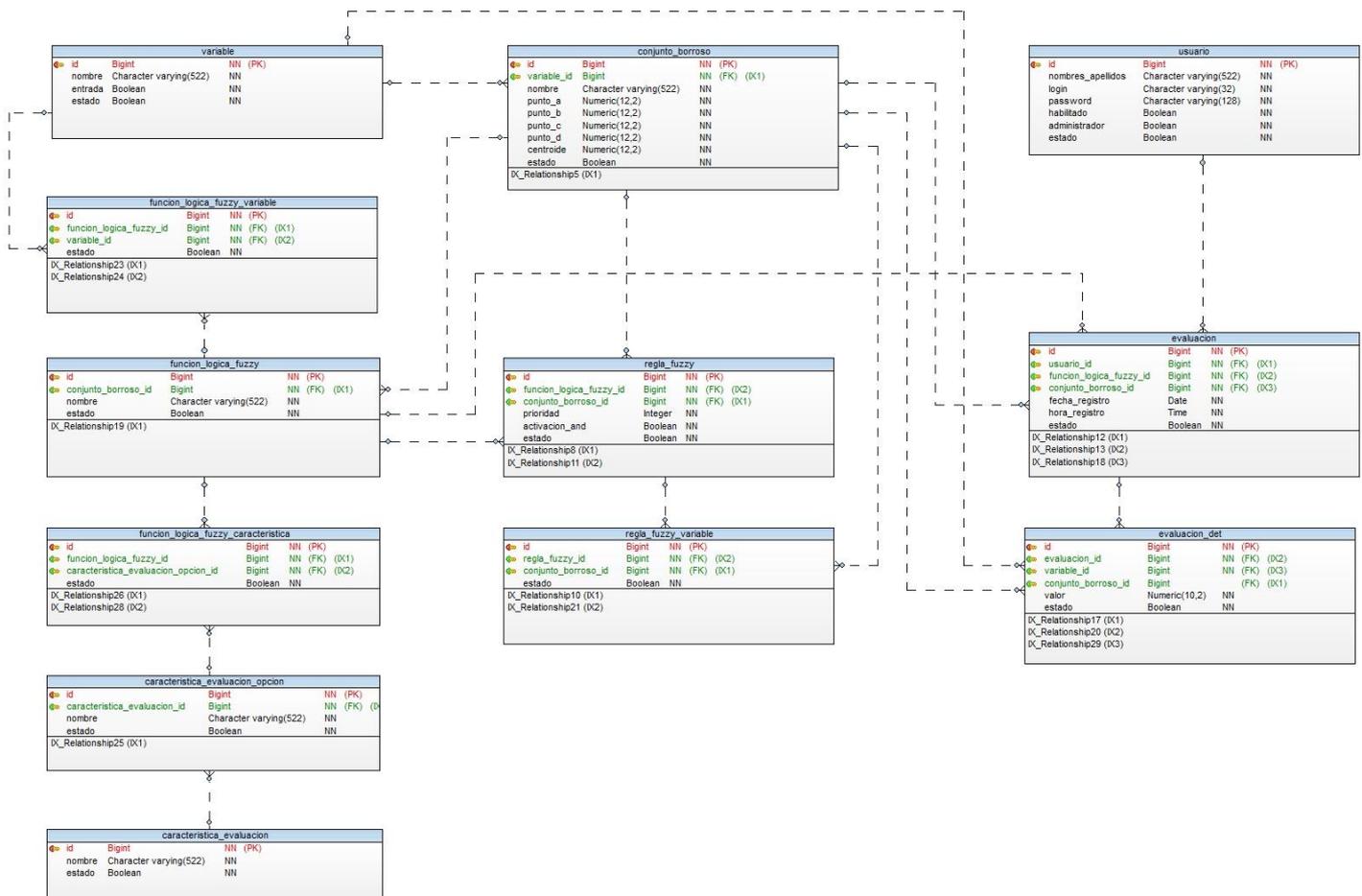
Clase	Atributo	Descripción	Tipo
Usuario	id	id del usuario	Long
	nombresApellidos	nombres y apellidos del usuario	String
	login	nombre usuario	String
	password	clave usuario	String
	habilitado	estado si está habilitado	Boolean
	administrador	estado si es administrador	Boolean
Evaluacion	id	id de la evaluación	Long
	fechaRegistro	fecha de evaluación	Date
	horaRegistro	hora de evaluación	Date
CaracteristicaEvaluacionOpcio	id	id de la opcion de la característica de evaluación	Long
	nombre	nombre de la opción de la característica de evaluación	String
CaracteristicaEvaluacion	id	id de la característica de evaluación	Long
	nombre	nombre de la característica de evaluación	String
ConjuntoBorroso	id	id del conjunto borroso	Long
	nombre	nombre del conjunto borroso	String
	puntoA	punto A del conjunto borroso	BigDecimal
	puntoB	punto B del conjunto borroso	BigDecimal
	puntoC	punto C del conjunto borroso	BigDecimal
	puntoD	punto D del conjunto borroso	BigDecimal
Variable	centroide	fórmula para hallar centroide	BigDecimal
	id	id de variable de entrada	Long
	nombre	nombre de variable de entrada	String
ReglaFuzzy	entrada	estado de variable de entrada	Boolean
	id	id de la regla fuzzy	Long
	prioridad	número con el que se da prioridad	Integer
ReglaFuzzyVariable	activacionAnd	estado de activacion en la regla fuzzy	Boolean
EvaluacionDet	id	id de la variable de la regla fuzzy	Long
	id	id del detalle de evaluación	Long
FuncionLogicaFuzzyVariable	valor	valor ingresado en evaluación	BigDecimal
	id	id de la variable de función lógica fuzzy	Long
FuncionLogicaFuzzy	id	id de la funcion lógica fuzzy	Long
	nombre	nombre de la función lógica fuzzy	String
FuncionLogicaFuzzyCaracteristica	id	id de la caractaeristica de la funcion de la lógica fuzzy	Long

2.3.5 Diagrama de Datos

A continuación, en la Figura 27 se muestra el diagrama físico de datos del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos:

Figura 27

Diagrama de datos del Sistema



A continuación en la Tabla 18 se muestra el diccionario de datos del Sistema de Diagnóstico:

Tabla 18

Diccionario de Datos del Sistema

Nombre	Entidad	Descripción
estado	ent.caracteristica_evaluacion	estado lógico del registro
id	ent.caracteristica_evaluacion	id de la entidad
		caracteristica_evaluacion
nombre	ent.caracteristica_evaluacion	nombre de la característica de evaluación
caracteristica_evaluacion_id	ent.caracteristica_evaluacion_opcion	id de la característica de evaluación
estado	ent.caracteristica_evaluacion_opcion	estado lógico del registro
id	ent.caracteristica_evaluacion_opcion	id de la entidad
		caracteristica_evaluacion_opcion
nombre	ent.caracteristica_evaluacion_opcion	nombre de la opción de característica de evaluación
centroide	ent.conjunto_borroso	centro de gravedad para hallar resultado
estado	ent.conjunto_borroso	estado lógico del registro
id	ent.conjunto_borroso	id de la entidad conjunto_borroso
		nombre del conjunto borroso
nombre	ent.conjunto_borroso	nombre del conjunto borroso
punto_a	ent.conjunto_borroso	punto a del conujunto borroso
punto_b	ent.conjunto_borroso	punto b del conujunto borroso
punto_c	ent.conjunto_borroso	punto c del conujunto borroso
punto_d	ent.conjunto_borroso	punto d del conujunto borroso
variable_id	ent.conjunto_borroso	id de la variable
conjunto_borroso_id	ent.evaluacion	id del conjunto borroso
estado	ent.evaluacion	estado lógico del registro
fecha_registro	ent.evaluacion	fecha de evaluación
funcion_logica_fuzzy_id	ent.evaluacion	id de la función lógica fuzzy
hora_registro	ent.evaluacion	hora de evaluación
id	ent.evaluacion	id de la entidad evaluacion
usuario_id	ent.evaluacion	id de usuario
conjunto_borroso_id	ent.evaluacion_det	id de conjunto borroso
estado	ent.evaluacion_det	estado lógico del registro
evaluacion_id	ent.evaluacion_det	id de evaluación

Tabla 18.1

Diccionario de Datos del Sistema

Nombre	Entidad	Descripción
id	ent.evaluacion_det	id de la entidad evaluacion_det
valor	ent.evaluacion_det	valor numérico para realizar evaluación
variable_id	ent.evaluacion_det	id de variable de entrada
conjunto_borroso_id	ent.funcion_logica_fuzzy	id del conjunto borroso
estado	ent.funcion_logica_fuzzy	estado lógico del registro
id	ent.funcion_logica_fuzzy	id de la entidad funcion_logica_fuzzy
nombre	ent.funcion_logica_fuzzy	nombre de la función lógica fuzzy
caracteristica_evaluacion_opcion_id	ent.funcion_logica_fuzzy_caracteristica	id de la opcion de característica de evaluación
opcion_id	ent.funcion_logica_fuzzy_caracteristica	estado lógico del registro
estado	ent.funcion_logica_fuzzy_caracteristica	estado lógico del registro
funcion_logica_fuzzy_id	ent.funcion_logica_fuzzy_caracteristica	id de la función lógica fuzzy
id	ent.funcion_logica_fuzzy_caracteristica	id de la entidad funcion_logica_fuzzy_caracteristica
estado	ent.funcion_logica_fuzzy_variable	estado lógico del registro
funcion_logica_fuzzy_id	ent.funcion_logica_fuzzy_variable	id de la función lógica fuzzy
id	ent.funcion_logica_fuzzy_variable	id de la entidad funcion_logica_fuzzy_variable
variable_id	ent.funcion_logica_fuzzy_variable	id de la variable de entrada
activacion_and	ent.regla_fuzzy	estado de activación de regla fuzzy
conjunto_borroso_id	ent.regla_fuzzy	id del conjunto borroso
estado	ent.regla_fuzzy	estado lógico del registro
funcion_logica_fuzzy_id	ent.regla_fuzzy	id de la función lógica fuzzy
id	ent.regla_fuzzy	id de la entidad regla_fuzzy
prioridad	ent.regla_fuzzy	orden de prioridad de regla fuzzy
conjunto_borroso_id	ent.regla_fuzzy_variable	id del conjunto borroso
estado	ent.regla_fuzzy_variable	estado lógico del registro
id	ent.regla_fuzzy_variable	id de la entidad regla_fuzzy_variable
regla_fuzzy_id	ent.regla_fuzzy_variable	id de la regla fuzzy
administrador	ent.usuario	estado si es administrador
estado	ent.usuario	estado lógico del registro
habilitado	ent.usuario	estado si está habilitado
id	ent.usuario	id de la entidad usuario
login	ent.usuario	login de usuario
nombres_apellidos	ent.usuario	nombres y apellidos de usuario
password	ent.usuario	password de usuario

Tabla 18.2

Diccionario de Datos del Sistema

Nombre	Entidad	Descripción
entrada	ent.variable	entrada de variable
estado	ent.variable	estado lógico del registro
id	ent.variable	id de la entidad variable
nombre	ent.variable	nombre de variable

2.4 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

La creación de recursos para el consumo del sistema se basa en generar elementos los cuales se comunican unos con otros de manera secuencial. Estos elementos se denominan capas las cuales son las siguientes:

1. controller
2. entity
3. model
4. repository
5. service

La comunicación entre las capas es un solo sentido, no puede existir una capa si no existen sus capas antecesoras.

Entity → Repository → Service → Controller → Model

Algunas capas tienen acceso a otros recursos para completar su funcional las cuales se especifican a detalle posteriormente:

El Desarrollo de un recurso está basado en el cumplimiento de determinadas pruebas que aseguren el cumplimiento del requerimiento/sprint y así reducir la continua corrección de código.

<http://agiledata.org/essays/tdd.html>

Para este proyecto en cada capa de ser determinado así tendrá sus respectivas pruebas previas a la implementación de código. Para ello se usará spring-boot-starter-test, para más información revisar.

<https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/html/boot-features-testing.html>

- **Entity**

Capa de mapeo ORM de la base de datos, mediante JPA e Hibernate, validación previa al inicio del sistema que verifica la consistencia de la base de datos, cada tabla tiene una entidad.

- **Repository**

Capa de acceso a la base de datos, las consultas se realizan utilizando querydsl un complemento que facilita la definición de queries en SQL, cada tabla tiene un repositorio.

- **Service**

Capa de definición de servicios, se implementan los servicios que utilizan todos los controladores, cada controlador tiene un servicio, además existen servicios generales para todas las páginas como catálogos o validaciones.

- **Controller**

Capa de definición de servicios y vistas, se definen los servicios POST/PUT/GET/DELETE con sus respectivos parámetros, cada página web tiene un controlador.

- **Model**

El View Engine de acuerdo a los permisos del token de validación redirecciona al usuario a las páginas web que tiene acceso, en caso no se tengan los permisos redirige a la pantalla de home.

2.5 PRUEBAS DE EJECUCIÓN

Para la evaluación en la calidad del software de diagnóstico de neumáticos se basó en la norma ISO 25000 según (BALDEÓN V., 2015) determinan tres elementos muy importantes como son:

- Modelo de Calidad
- Proceso de Evaluación
- Herramientas de Soporte

De acuerdo a (Certus, 2021) realizar pruebas en el desarrollo del software nos permitirá obtener cierto nivel de calidad y es por ello que en el presente trabajo se distribuyeron los diferentes tipos de pruebas del software como son:

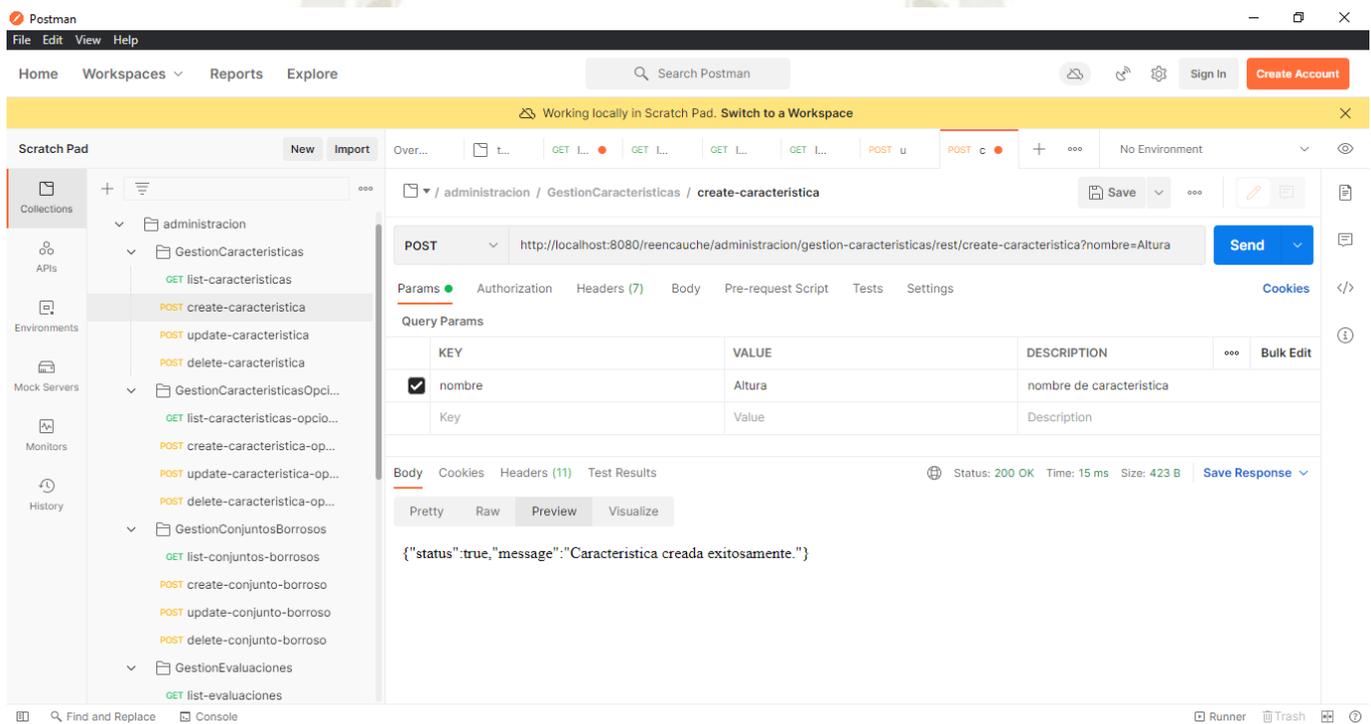
2.5.1. Pruebas Funcionales

Para las pruebas funcionales se usó la herramienta Postman, que permite realizar pruebas unitarias a través de peticiones HTTP a cualquier API. A través de una GUI se obtuvieron diferentes respuestas que fueron validadas en tiempo real. El enfoque para este tipo de pruebas está en la evaluación de la funcionalidad del software de diagnóstico de neumáticos, no tomando en cuenta la parte interna de la aplicación (estructura de código, arquitectura, paquetes) sino asegurar que el sistema haga lo que tenga que hacer y no haga lo que no tenga que hacer en base a los requerimientos especificados.

A continuación en la Figura 28 se presentan las diferentes peticiones de tipo GET Y POST dentro de Postman para la respectiva validación en la aplicación web de los diferentes módulos del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos:

Figura 28

Prueba de Creación de Característica en Postman

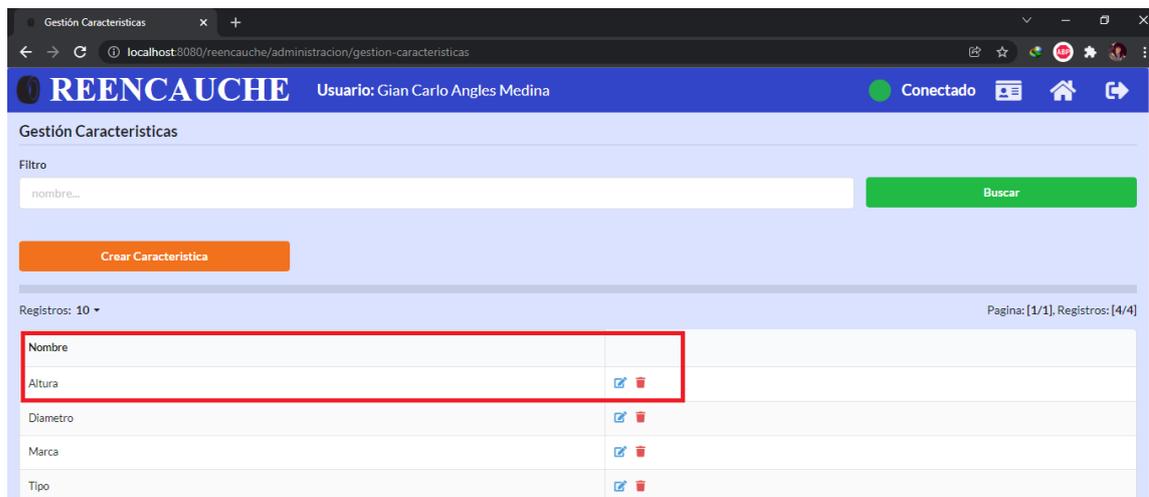


Fuente: Adaptado de la herramienta Postman

Para validar la funcionalidad se tomó como ejemplo la petición HTTP para la creación de una nueva característica de neumático de tipo POST, para la respectiva validación de dicha petición en el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos, como se muestra a continuación en la Figura 29:

Figura 29

Validación de la prueba en Postman



El Sistema de Diagnóstico de Neumáticos está compuesto de los siguientes servicios (rutas) parametrizados como peticiones HTTP y de acuerdo a ello determina si está correctamente ejecutada o no. A continuación en la Tabla 17 se muestran todas las peticiones realizadas en Postman:

Tabla 19

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas/rest/list-caracteristicas	recordsPerPage	10	cantidad de registros por pagina	200 OK
		numberPage	1	numero de pagina	200 OK
		filtro		filtro de busqueda	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas/rest/create-caracteristica	nombre		nombre de la característica	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas/rest/update-caracteristica	id		id de característica	200 OK
		nombre		nombre de la característica	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas/rest/delete-caracteristica	id		id de característica	200 OK
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas-opciones/rest/list-caracteristicas-opciones	recordsPerPage	10	cantidad de registros por pagina	200 OK
		numberPage	1	numero de pagina	200 OK
		filtro		filtro de busqueda	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas-opciones/rest/create-caracteristica-opcion	caracteristicaId	-1	id de característica	200 OK
		nombre		nombre de la opcion	200 OK

Tabla 17.1

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas-opciones/rest/update-caracteristica-opcion	id		id de opcion	200 OK
		caracteristicaId		id de caracteristica	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-caracteristicas-opciones/rest/delete-caracteristica-opcion	nombre		nombre de la opcion	200 OK
		id		id de opcion	200 OK
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-conjuntos-borrosos/rest/list-conjuntos-borrosos	recordsPerPage	10	cantidad de registros por pagina	200 OK
		numberPage	1	numero de pagina	200 OK
		filtro		filtro de busqueda	200 OK
		variableId	-1	id de variable	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-conjuntos-borrosos/rest/create-conjunto-borroso	variableId		id de variable	200 OK
		nombre		nombre de conjunto borroso	200 OK
		puntoA		punto A conjunto borroso	200 OK
		puntoB		punto B conjunto borroso	200 OK
		puntoC		punto C conjunto borroso	200 OK
		puntoD		punto D conjunto borroso	200 OK

Tabla 17.2

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-conjuntos-borrosos/rest/update-conjunto-borroso	id		id de conjunto borroso	200 OK
		variableId		id de variable	200 OK
		nombre		nombre de conjunto borroso	200 OK
		puntoA		punto A conjunto borroso	200 OK
		puntoB		punto B conjunto borroso	200 OK
		puntoC		punto C conjunto borroso	200 OK
		puntoD		punto D conjunto borroso	200 OK
		id		id de conjunto borroso	200 OK
		POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-conjuntos-borrosos/rest/delete-conjunto-borroso	id	
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/list-evaluaciones	recordsPerPage	10	cantidad de registros por pagina	200 OK
		numberPage	1	numero de pagina	200 OK
		filtro		filtro de busqueda	200 OK
		variableId	-1	id de variable	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/create-evaluacion	conjuntoBorrosoDefaultId		id conjunto borroso default	200 OK
		nombre		nombre de la evaluacion	200 OK

Tabla 17.3

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
		variablesEntradaId	N.stringify()	variables de entrada	200 OK
		caracteristicasId	N.stringify()	caracteristicas de la evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/update-evaluacion	id		id de la evaluacion	200 OK
		conjuntoBorrosoDefaultId		id conjunto borroso default	200 OK
		nombre		nombre de la evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/delete-evaluacion	id		id de la evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/create-caracteristica-evaluacion	evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
		caracteristicaId		id de caracterisca a agregar	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/create-variable-entrada-evaluacion	evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
		variableEntradaId		id de varaible de entrada a agregar	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/delete-caracteristica-evaluacion	id		id de la caracteristica a eliminar de la evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/rest/delete-variable-entrada-evaluacion	id		id de la variable a eliminar de la evaluacion	200 OK

Tabla 17.4

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/{evaluacionId}/rest/read-evaluacion	evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/{evaluacionId}/rest/list-reglas-fuzzy	evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/{evaluacionId}/rest/create-regla-fuzzy	evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
		prioridad		prioridad de regla	200 OK
		activacionAnd		tipo de activacion and o or	200 OK
		conjuntoSalidaId		id conjunto salida regla	200 OK
		conjuntosEntradaId	N.stringify()	conjuntos de entrada	200 OK
		evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/{evaluacionId}/rest/delete-regla-fuzzy	id		id de la regla fuzzy	200 OK
		recordsPerPage	10	cantidad de registros por pagina	200 OK
		numberPage	1	numero de pagina	200 OK
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-usuarios/rest/list-usuarios	filtro		filtro de busqueda	200 OK
		username		login de usuario	200 OK
		password		password de usuario	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-usuarios/rest/create-usuario	username		login de usuario	200 OK
		password		password de usuario	200 OK

Tabla 17.5

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
		nombreCompleto		nombre completo	200 OK
		administrador		tipo de usuario (1 si es administrador)	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-usuarios/rest/update-usuario	id		id de usuario	200 OK
		nombreCompleto		nombre completo	200 OK
		administrador		tipo de usuario (1 si es administrador)	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-usuarios/rest/delete-usuario	id		id de usuario	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-usuarios/rest/habilitar-usuario	id		id de usuario	200 OK
		conjuntosEntradaId	N.stringify()	conjuntos de entrada	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-evaluaciones/{evaluacionId}/rest/delete-regla-fuzzy	evaluacionId		id de la evaluacion	200 OK
		id		id de la regla fuzzy	200 OK
GET	http://localhost:8080/administracion/gestion-usuarios/rest/list-usuarios	recordsPerPage	10	cantidad de registros por pagina	200 OK
		numberPage	1	numero de pagina	200 OK
		filtro		filtro de busqueda	200 OK

Tabla 17.6

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-variables/rest/update-variable	id		id de la variable	200 OK
		nombre		nombre de la variable	200 OK
POST	http://localhost:8080/administracion/gestion-variables/rest/delete-variable	id		id de la variable	200 OK
GET	http://localhost:8080/evaluaciones/evaluaciones/rest/list-evaluaciones				
GET	http://localhost:8080/evaluaciones/evaluaciones/{evaluacionId}/rest/find-evaluacion	evaluacionId		id de evaluacion	200 OK
POST	http://localhost:8080/evaluaciones/evaluaciones/{evaluacionId}/rest/make-resultado	evaluacionId		id de evaluacion	200 OK
		valConjuntosEntradas	N.stringify()	valores de entrada	200 OK
GET	http://localhost:8080/event-listener/check-connection				
GET	http://localhost:8080/mi-usuario/rest/read-usuario				
POST	http://localhost:8080/mi-usuario/rest/cambiar-password	password		nuevo password	200 OK
POST	http://localhost:8080/mi-usuario/rest/cambiar-nombre-completo	nombreCompleto		nombre completo	200 OK
POST	http://localhost:8080/reportes/mis-registros/rest/make-reporte	fini		fecha inicio	200 OK
		ffin		fecha fin	200 OK
POST	http://localhost:8080/reportes/reportes-evaluaciones/rest/make-reporte	fini		fecha inicio	200 OK
		ffin		fecha fin	200 OK
POST	http://localhost:8080/reportes/reportes-evaluaciones/rest/make-reporte-by-usuario	fini		fecha inicio	200 OK

Tabla 17.7

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
		ffin		fecha fin	200 OK
		usuid		id de usuario del reporte de registros	200 OK
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-usuarios	limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK
		term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-variables	limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK
		term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-variables-entrada	limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK
		term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-variables-salida	limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK

Tabla 17.8

Peticiones HTTP de Pruebas funcionales Para el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

Método	Servicio	Parámetro	Valor	Descripción	Status
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-conjuntos-borrosos	term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
		limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK
		term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
		variableId		id de variable	200 OK
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-caracteristicas-evaluacion	limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK
		term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
GET	http://localhost:8080/catalogo/rest/list-caracteristicas-evaluacion-opcion	limit	10	cantidad de registros visualizados	200 OK
		term		filtro	200 OK
		all	false	incluir la opcion todos	200 OK
		caracteristicasId		id de característica	200 OK

Se concluyó que al aplicar las respectivas pruebas a través de la herramienta Postman para los diferentes endpoints mostrados anteriormente, estos fueron exitosamente validados por lo que se determinó que el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos es completamente funcional.

2.5.2. Pruebas de Usabilidad

Las pruebas de usabilidad tiene por objetivo evaluar el reconocimiento, aceptación y comportamiento del usuario frente al uso del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos y de ser necesario modificar la propuesta.

De acuerdo a (Prieto, Luis, Ofelia, & Morell, 2014) existen varias técnicas para medir la usabilidad de un software como son: las entrevistas individuales, el grupo focal, la evaluación heurística, los cuestionarios y el análisis de tareas. Para el presente proyecto se utilizó la técnica del cuestionario por ofrecer eficiencia y directa comunicación con el usuario. Esto quiere decir que se estructura una entrevista con el operario del sistema con un listado de preguntas y también respuestas. Para ello se realizó un cuestionario a un universo de 10 Operarios del Área de Inspección de neumáticos y 1 Jefe de Planta de la empresa Relino S.A.C. como se muestra a continuación en la Tabla 20:

Tabla 20

Entrevistados para prueba de Usabilidad del Software de Diagnóstico

Cargo	Cantidad
Operario de Inspección	10
Jefe de Planta	1
TOTAL	11

Se procedió a realizar el cuestionario a las personas involucradas utilizando la herramienta de Google Forms, que está presentada en (Angles, 2021) diseñado sobre 11 preguntas para evaluar y medir el nivel de satisfacción y aceptación del Software de Diagnóstico de Neumáticos. A continuación se presenta el detalle del cuestionario:

Pregunta 1: como se puede apreciar a continuación en la Figura 30 de los 11 encuestados, 6 participantes de ellos respondieron que si utilizaron anteriormente un sistema de diagnóstico y solo 4 indicaron que no. Además de ello solamente un participante indicó que no utilizó anteriormente un sistema de diagnóstico.

Figura 50

Opiniones respecto al uso Previo de un Sistema de Diagnóstico



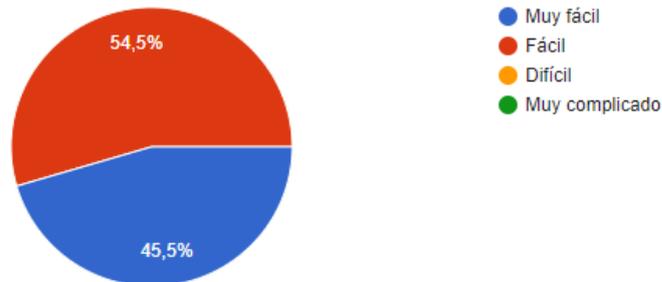
Pregunta 2: como se puede apreciar en la Figura 31 a continuación 6 participantes indicaron que les pareció muy fácil la ejecución de cada tarea mientras que 5 indicaron que les resultó fácil, ninguno de los participantes indicaron que les pareció difícil o muy complicado.

Figura 31

Opiniones Respecto a la Facilidad en la Ejecución de Tareas del Software

¿Qué tan fácil le resultó la ejecución de cada tarea del sistema?

11 respuestas



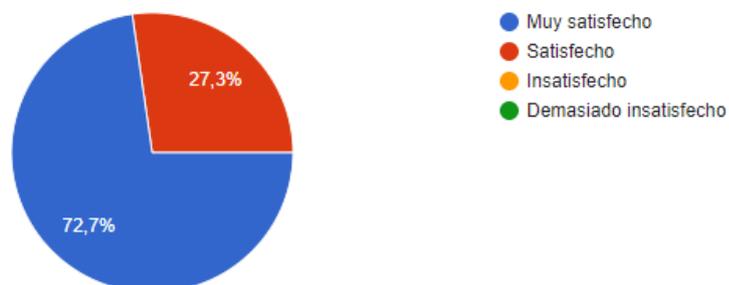
Pregunta 3: en la Figura 32 a continuación se verificó que 8 participantes quedaron muy satisfechos con la evaluación que hacía el sistema de diagnóstico como tal y 3 indicaron que quedaron satisfechos. Esta es una métrica importante ya que la satisfacción siempre tendrá un valor agregado en la ponderación de los participantes encuestados.

Figura 32

Opinión sobre la Satisfacción con la Evaluación que Hace el Software

¿Qué tan satisfecho se siente con la evaluación que hace el sistema con los neumáticos?

11 respuestas



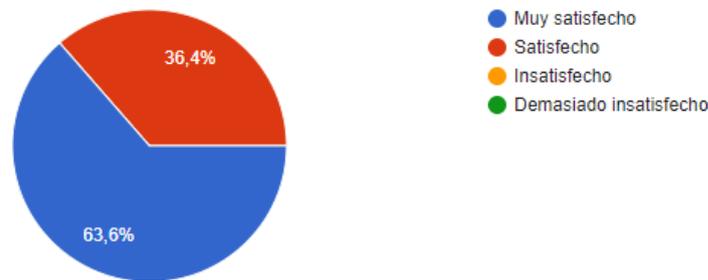
Pregunta 4: como se puede apreciar en la Figura 33 a continuación la opinión que se tuvo respecto a cada elemento del sistema, indicaron 7 que resultaron muy satisfechos y solamente 4 satisfechos, por otro lado ninguno quedo insatisfecho o nada insatisfecho.

Figura 33

Opinión sobre las partes del sistema

¿Qué tan satisfecho se siente con el uso de cada parte del sistema?

11 respuestas



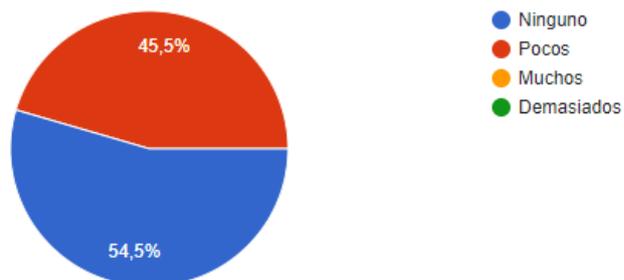
Pregunta 5: como se muestra en la Figura 34 a continuación, la opinión que dieron los encuestados indicaron 6 que el sistema de diagnóstico no tuvo ningún error mientras que 5 manifestaron que tuvieron pocos errores, ésto demostró que el margen de error es bajo ya que ninguno de los encuestados indicaron que el software de diagnóstico tiene muchos errores o demasiados.

Figura 34

Opinión Respecto a los Errores que tiene el software

¿Cuántos errores consideraría que tiene el sistema de diagnóstico como tal?

11 respuestas



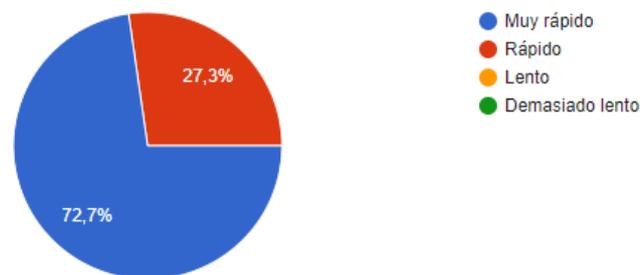
Pregunta 6: como se puede verificar en las respuestas en la Figura 35 a continuación, para la ejecución en la evaluación del neumático 8 indicaron que la evaluación fue muy rápida y 3 indicaron que fue rápida, por otro lado ninguno de los participantes indicó que la ejecución en la evaluación del neumático fue lenta o demasiado lenta.

Figura 35

Opinión respecto a la respuesta en la ejecución del software

¿Cómo considera el tiempo de respuesta para la ejecución en la evaluación del neumático?

11 respuestas



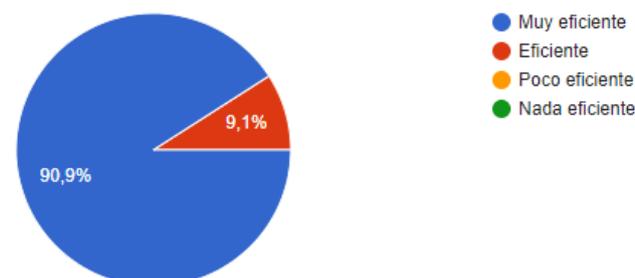
Pregunta 7: en esta parte del cuestionario, como se muestra en la Figura 36 a continuación los participantes indicaron que el sistema de diagnóstico les pareció muy eficiente fueron 10 y 1 eficiente. Esto es determinante también cuando se quiere complementar el sistema de diagnóstico con otros módulos dentro la empresa.

Figura 36

Opinión Sobre la Eficiencia para el Uso Diario del Software

¿Qué tan eficiente considera usted utilizar el sistema de diagnóstico en su labor diaria?

11 respuestas



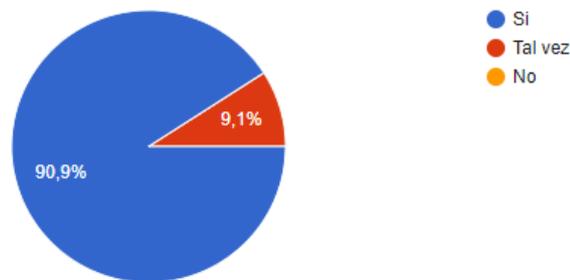
Pregunta 8: En esta parte del cuestionario, como se verifica en la Figura 37 a continuación los encuestados manifestaron que los pasos para la ejecución les resultó sencillo de recordar, que fueron 10 encuestados y 1 indicó que tal vez podrían recordar los pasos, cabe mencionar que ninguno manifestó no poder recordar los pasos para la ejecución en la evaluación del neumático.

Figura 37

Opinión sobre los Pasos para Ejecutar la Evaluación del Neumático

¿Podría usted recordar los pasos requeridos para realizar la evaluación del neumático con facilidad?

11 respuestas



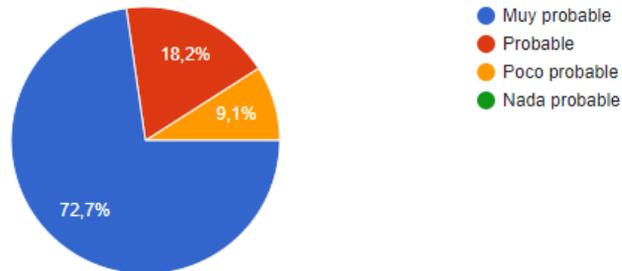
Pregunta 9: como se puede apreciar en la Figura 38 a continuación, los encuestados manifestaron: 8 indicaron que sería muy probable que el sistema de diagnóstico si pueda complementarse con otras áreas de la empresa mientras que 2 opinaron que sería solo probable y 1 solo indicó que sería poco probable hacerlo. Esto resultó muy interesante ya que como se mencionó en la pregunta 7, la eficacia con la que el sistema de diagnóstico de neumático le permite al usuario interactuar, le da la confianza de saber que podría incluirse en otros módulos o áreas de la empresa.

Figura 38

Opinión Respecto a la interacción del Software con Otras Áreas

¿Qué tan probable cree usted que el sistema pueda complementarse a otras áreas de la empresa?

11 respuestas



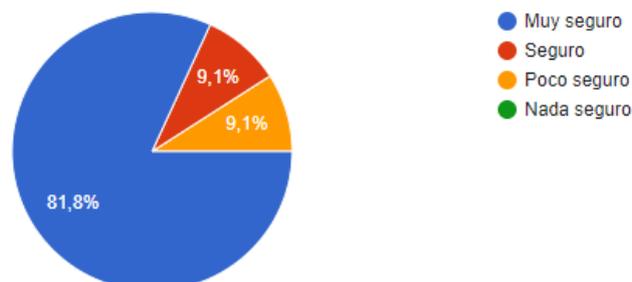
Pregunta 10: en esta parte del cuestionario, como se aprecia en la Figura 39 a continuación, nueve participantes indicaron que el sistema les pareció muy seguro, mientras que 1 seguro y 1 poco seguro, esto demostró que una pieza importante para el almacenamiento y gestión de los datos, como es la seguridad, fueron vistos en general de buena manera por parte de los usuarios del software.

Figura 39

Opinión Respecto a la Seguridad del Software

¿Cómo considera la seguridad que posee el sistema de diagnóstico para gestionar los datos?

11 respuestas



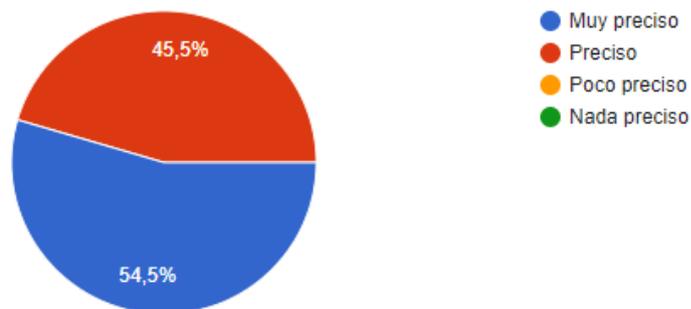
Pregunta 11: como se puede apreciar en la Figura 40 a continuación, en la muestra de resultados cuando un neumático es evaluado a través del sistema de diagnóstico, seis participantes indicaron que les resultó preciso el resultado de la evaluación y cinco participantes indicaron que fue solo preciso, cabe mencionar que ninguno opinó negativamente sobre la precisión de los resultados.

Figura 40

Opinión Respecto a los Resultados en la Evaluación de los Neumáticos

¿Cómo calificaría los resultados de la evaluación de cada neumático?

11 respuestas



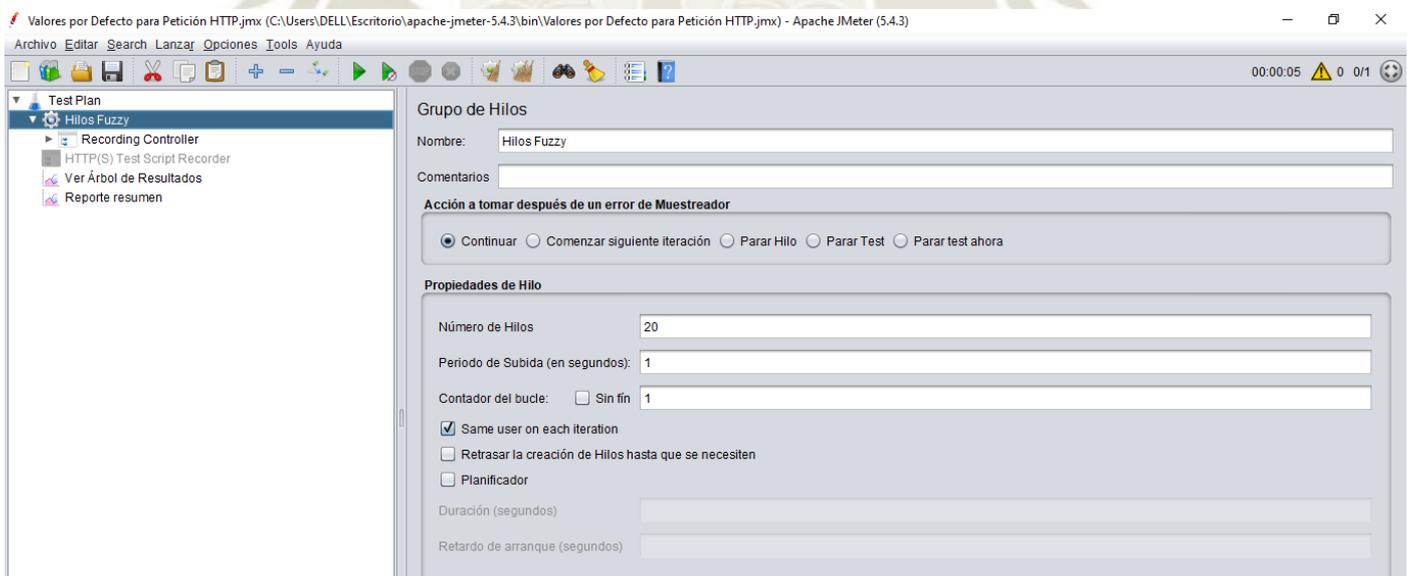
Después de haber realizado las respectivas encuestas en la misma empresa y haber obtenido los resultados anteriores, se concluyó que la experiencia de usabilidad que tuvieron los participantes fue muy favorable junto con la interacción que se tuvo con el software, por tanto se determinó que el Software de Diagnóstico de Neumáticos es de fácil uso para el usuario.

2.5.3. Pruebas de Rendimiento o Eficiencia

Para las pruebas de estrés (subconjunto de las pruebas de rendimiento) se utilizó la herramienta Jmeter. Para (Juan Francisco Sánchez, 2018) es una aplicación de código abierto basada en Java y que usa una interfaz gráfica que facilitó el determinar la solidez del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos en los momentos de carga extrema, o sea la concurrencia de usuarios que ejecutan el sistema, esto es importante para evitar los cuellos de botella y que el sistema en algún momento llegue a colapsar. Primero se ingresan la cantidad de usuarios para simular la carga extrema del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos y validar que no hayan errores, en este caso 20 usuarios, tal como se muestra en la Figura 41 a continuación:

Figura 41

Definición de Hilos para Prueba de Estrés



Nota: Adaptado de la herramienta Jmeter

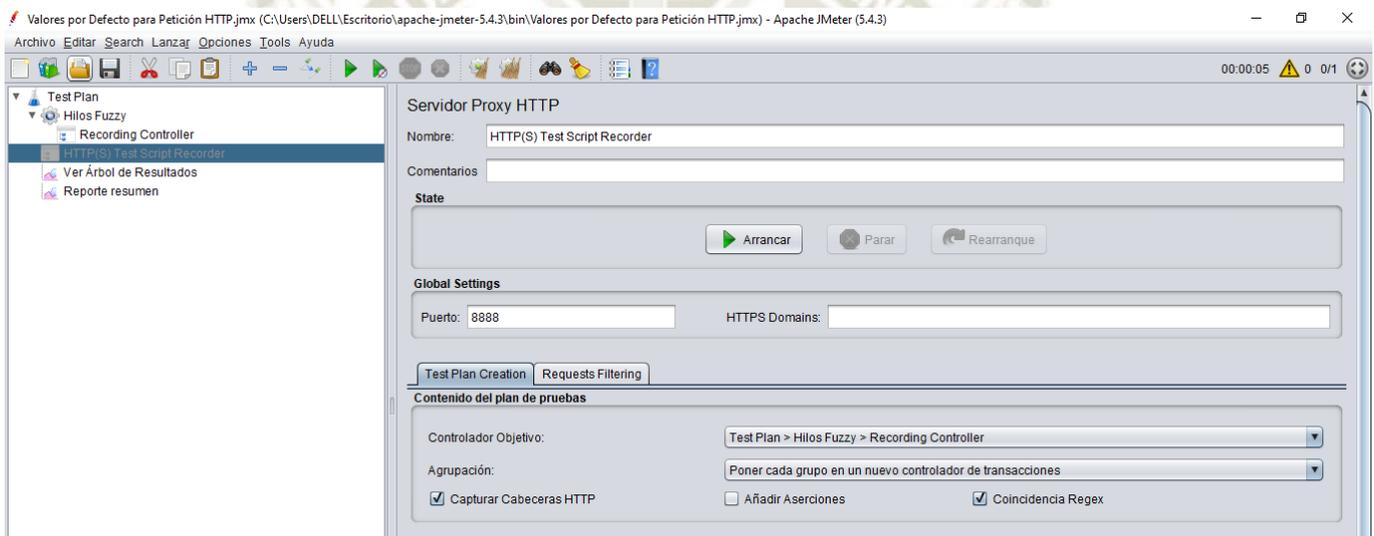
Luego se crea una template o plantilla que permita realizar la grabación mediante proxy para simular la carga de los usuarios y posteriormente la verificación de resultados, los subconjuntos o funciones que se crean son:

- Recording Controller
- HTTP(S) Test Script Recorder
- Ver Árbol de Resultados
- Reporte Resumen

A continuación en la pantalla del Test Script Recorder se definirá el puerto (8888) para la respectiva simulación y la ruta de grabación (Test Plan > Hilos Fuzzy > Recording Controller), como se muestra a continuación en la Figura 42:

Figura 42

Configuración de la Grabación del Script de Prueba



Luego se da al botón de arrancar y se empezará a ejecutar cada módulo del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos como son:

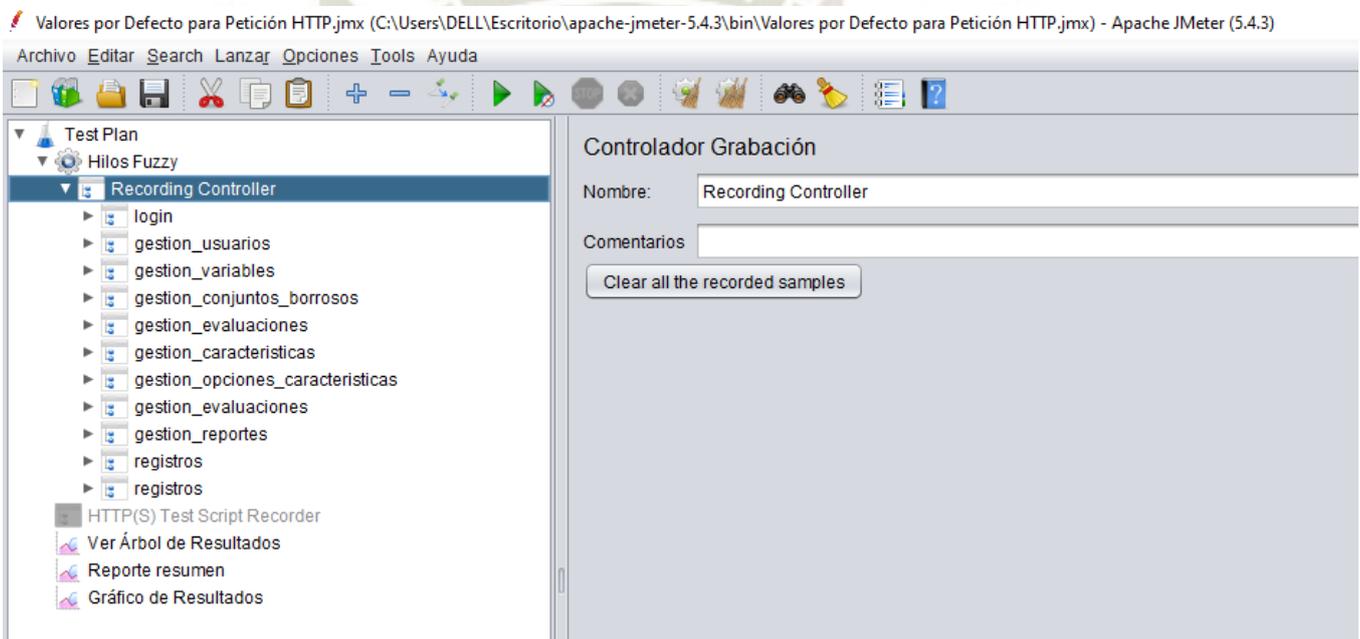
- /login
- /administracion/gestion-usuarios
- /administracion/gestion-variables
- /administracion/gestion-conjuntos-borrosos
- /administracion/gestion-evaluaciones
- /administracion/gestion-caracteristicas

- /administracion/gestion-caracteristicas-opciones
- /evaluaciones/evaluaciones
- /reportes/reportes-evaluaciones
- /reportes/mis-registros

Progresivamente se irán cargando a la lista del subconjunto Recording Controller, como se muestra a continuación en la Figura 43:

Figura 43

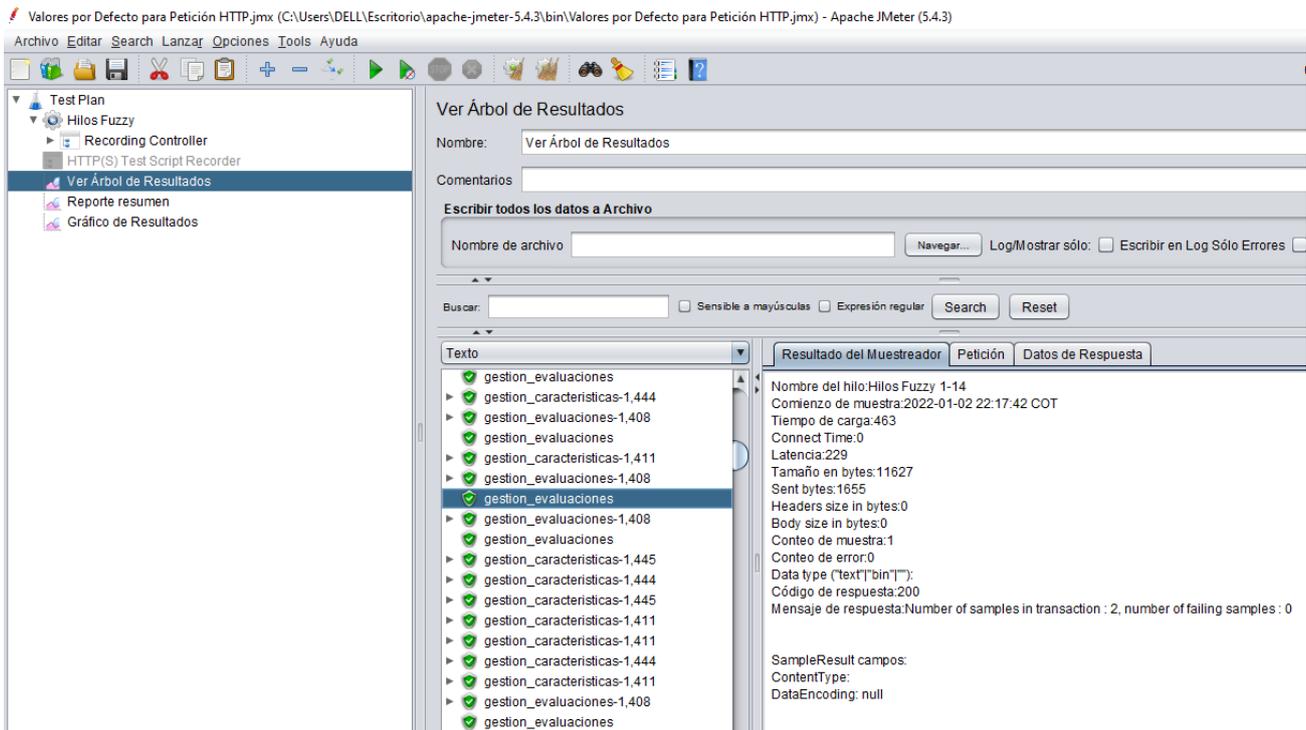
Creación de las Grabaciones de cada Módulo del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos



Al finalizar la grabación de la simulación de prueba se verifican los resultados en el subconjunto Ver Árbol de Resultados, donde se puede apreciar que todas las ejecuciones y peticiones en cada módulo dentro del sistema de diagnóstico fueron validadas correctamente (Código de Respuesta: 200) como se muestra a continuación en la Figura 44:

Figura 44

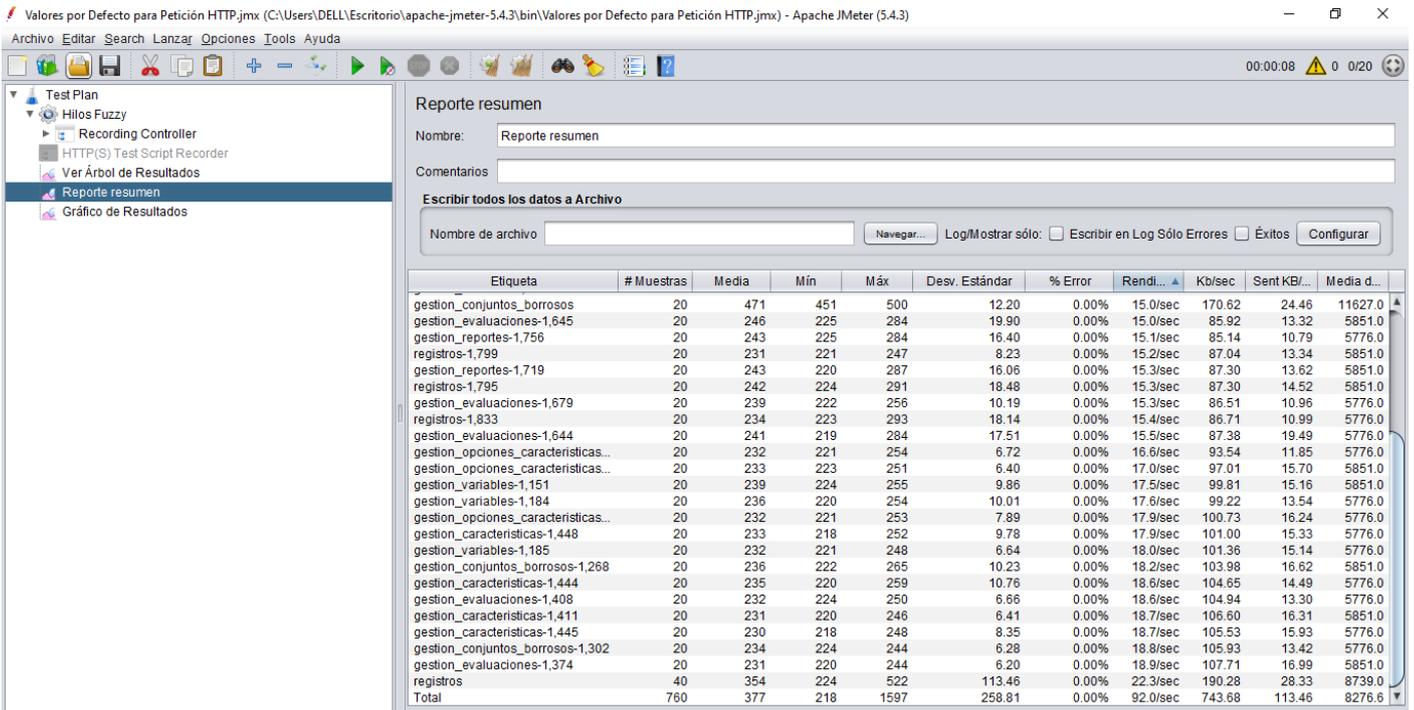
Respuesta de las Ejecuciones en cada Módulo del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos



Finalmente se despliega el subconjunto de Reporte resumen, donde se puede apreciar el cuadro de estadística indicando la cantidad de tiempo en cada petición de acuerdo a la carga de usuarios extrema (20) y arrojando también como % error de 0, como se muestra a continuación en la Figura 45:

Figura 45

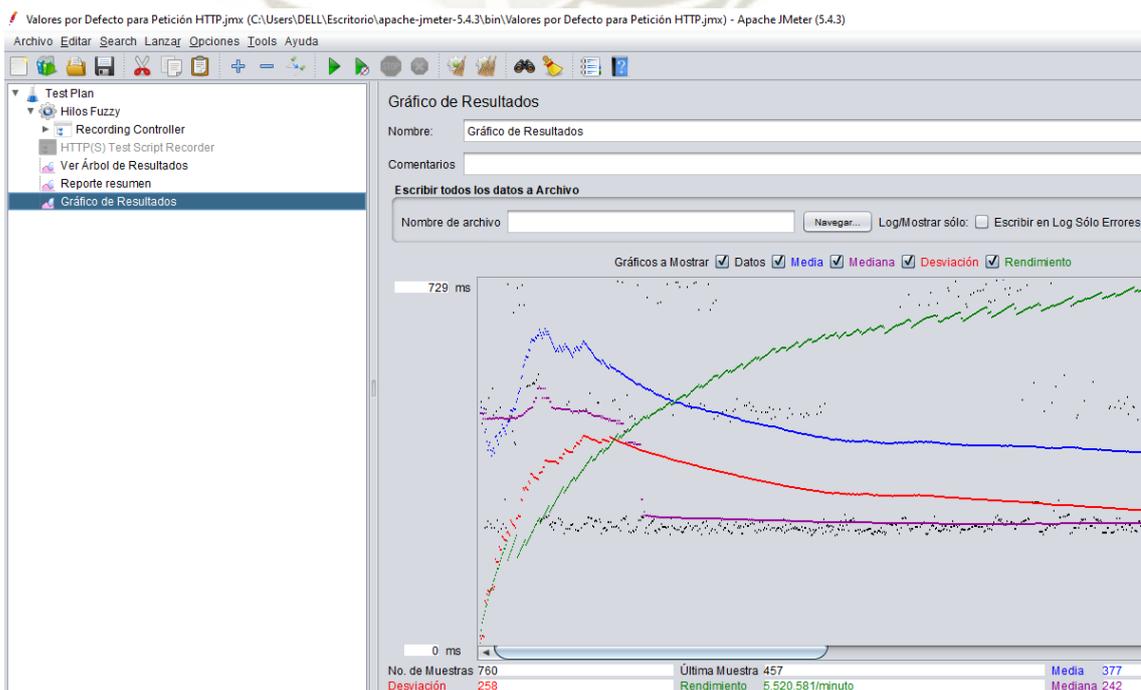
Reporte estadístico para Pruebas de estrés del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos



Como un valor agregado se muestra el rendimiento (color verde) que tuvo la prueba de estrés del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos, donde llega a estar por encima de la media (azul), como se muestra a continuación en la Figura 46:

Figura 46

Resultados para las Pruebas de Estrés de tipo Gráfico



Luego de realizar las pruebas mediante la herramienta Jmeter junto con los valores arrojados frente a una carga de 20 usuarios, además de no tener errores en ejecución, lentitud, cuellos de botella, y estar por encima de la media, se definió que el rendimiento del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos fue notable.

2.6. MANUALES DE USUARIO

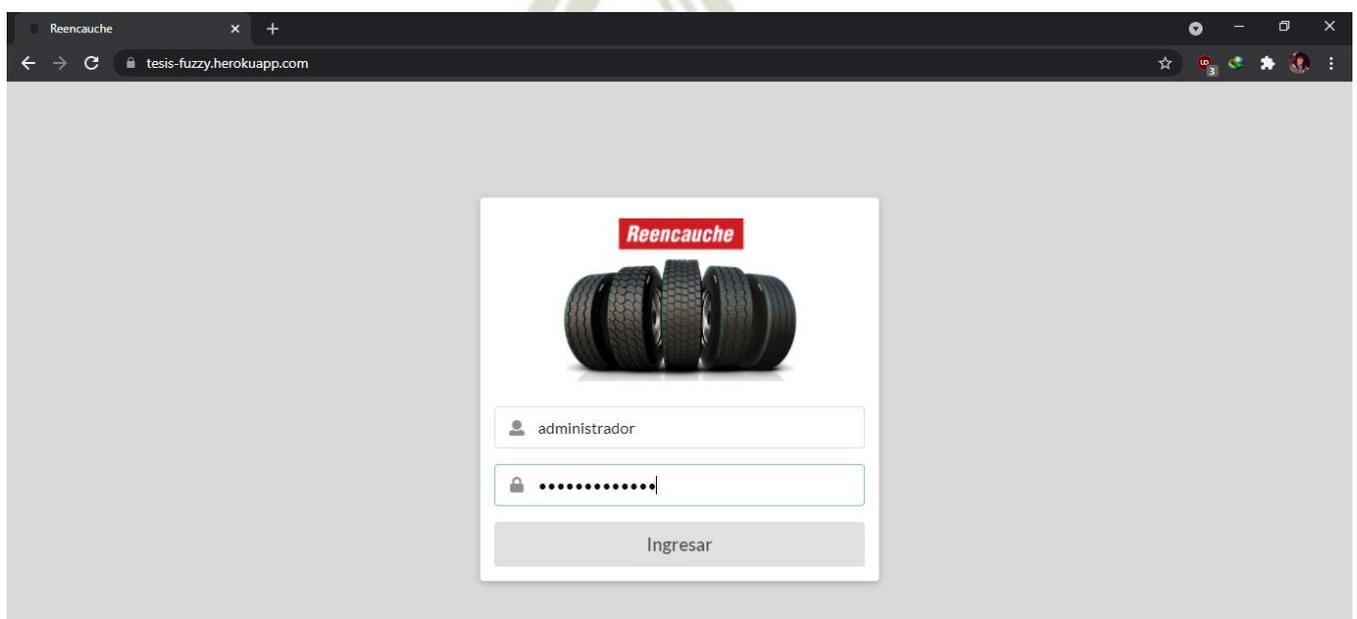
El siguiente manual de usuario tiene como objetivo presentar los pasos respectivos en el sistema para poder realizar un diagnóstico de los neumáticos, así como también gestionar los parámetros que sean necesarios a través de diferentes secciones dentro de la misma interfaz.

2.6.1. Login

Aquí se muestra el panel de logueo, se ingresa el nombre de usuario (administrador) y la respectiva contraseña (administrador), como se puede ver en la Figura 47, a continuación:

Figura 47

Pantalla de Login

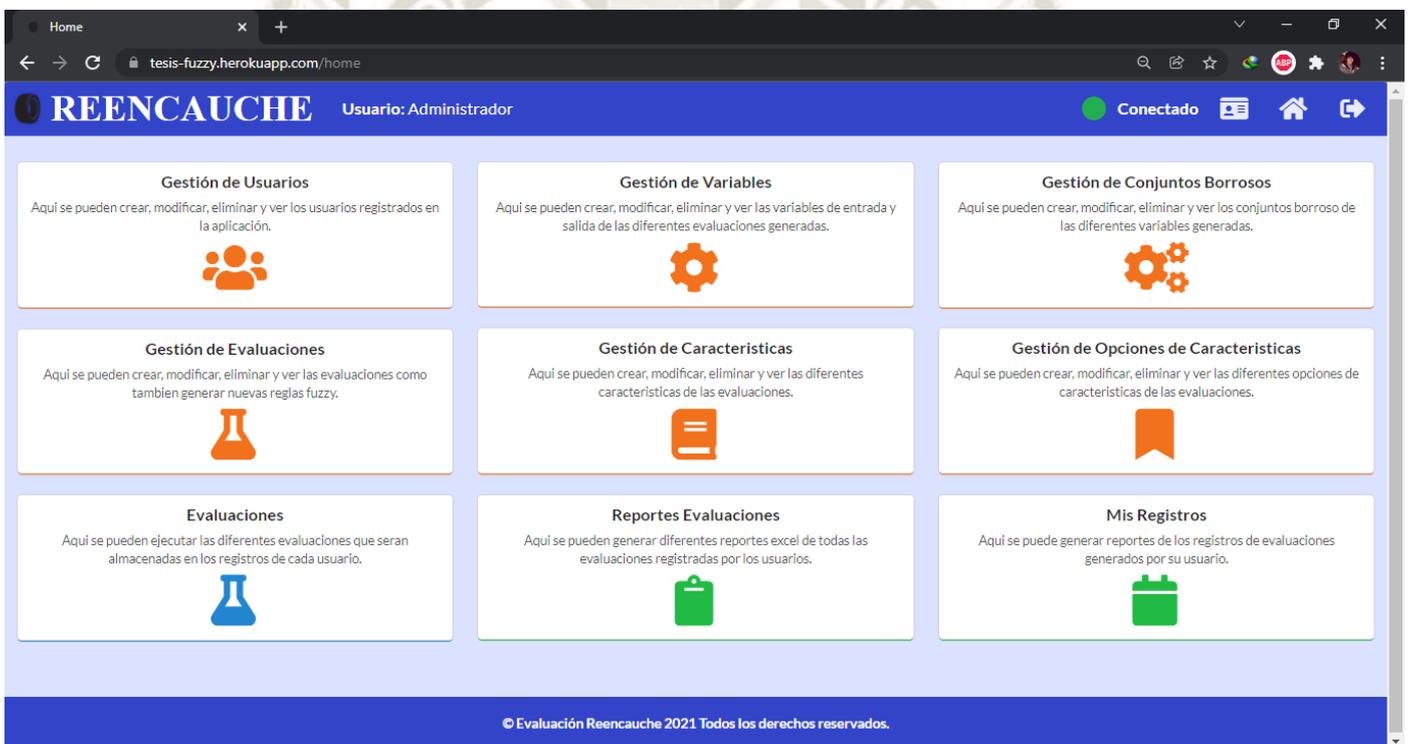


2.6.2. Pantalla Principal o Inicio

La pantalla principal está distribuida a través de un dashboard, la interfaz presenta las diferentes opciones que tiene el sistema de diagnóstico como se puede ver a continuación en la Figura 48, para ingresar a alguna opción del menú principal basta con hacer click sobre una de las opciones y se ingresará a dicha sección.

Figura 48

Pantalla Principal o Inicio del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos

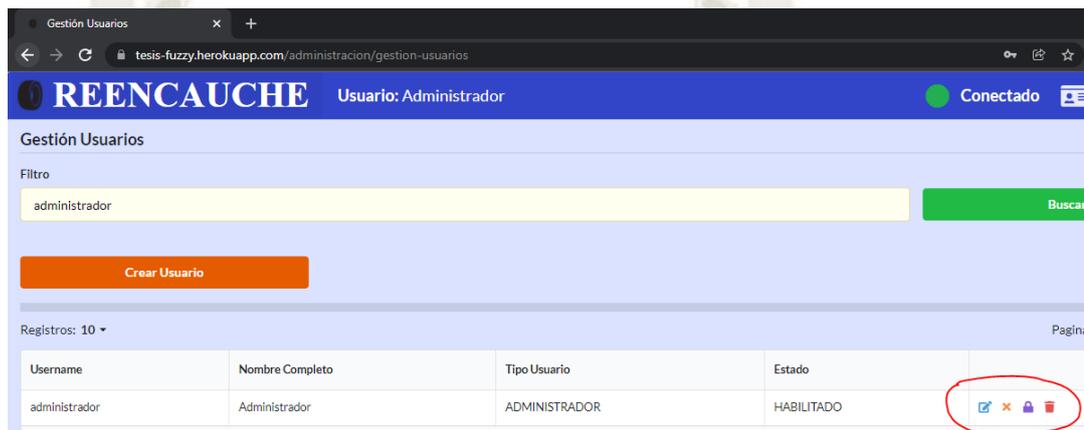


2.6.3. Gestión de Usuarios

Al ingresar en la presente sección como se puede ver a continuación en la Figura 49 se puede realizar una búsqueda de un usuario en particular para luego escoger una de las respectivas opciones que se marcan en círculo rojo:

Figura 49

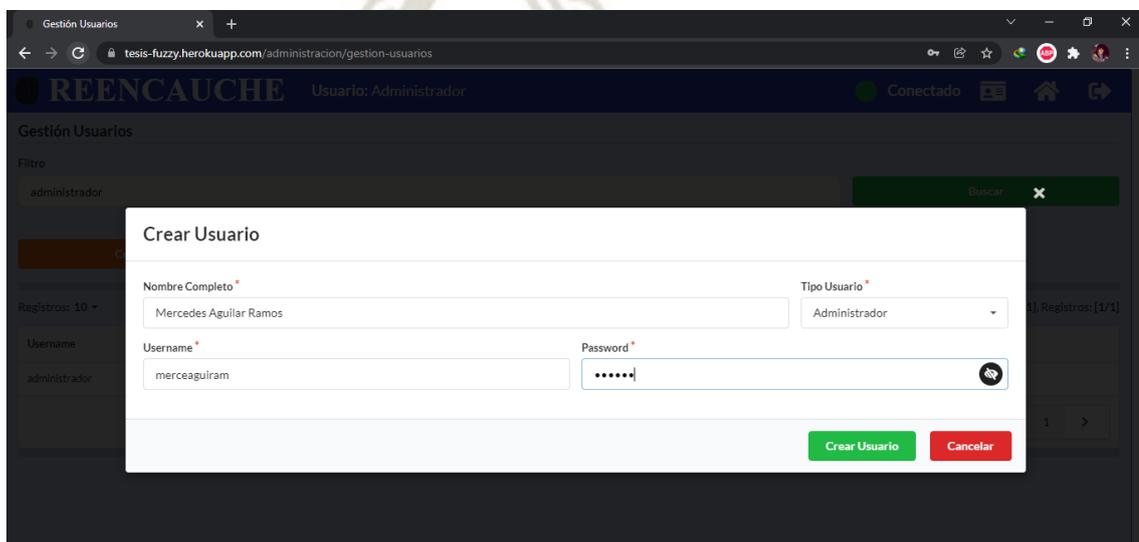
Pantalla gestión de Usuarios



También se puede crear un usuario de ser solicitado haciendo click en el botón naranja, con los respectivos datos y sobretodo escogiendo el tipo de permiso que se le va a otorgar al gestor creado (administrador/usuario) tal como se puede ver a continuación en la Figura 50:

Figura 50

Pantalla Crear Usuario

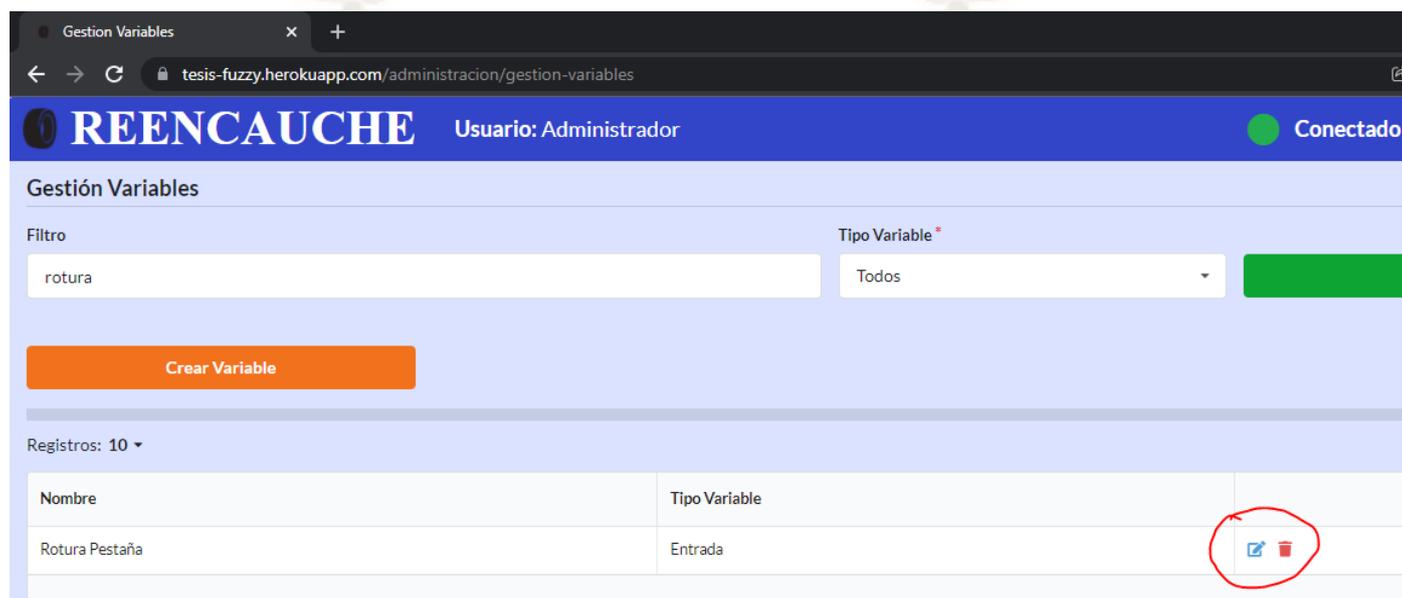


2.6.4. Gestión de Variables

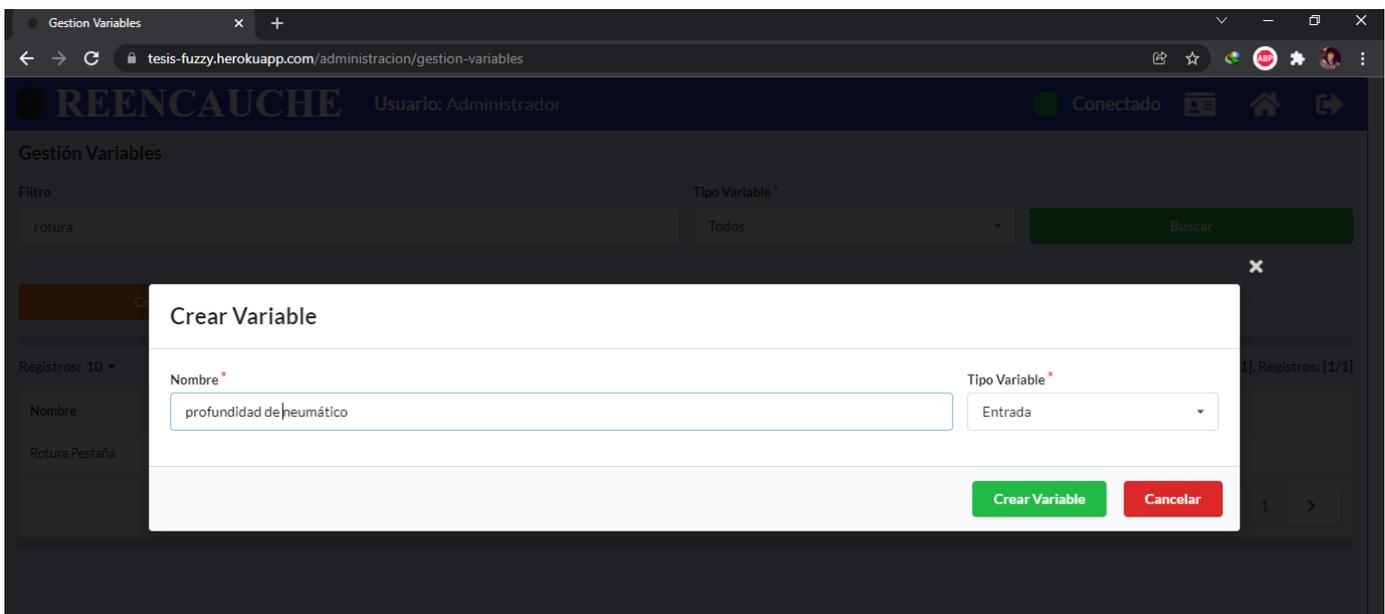
En esta sección del sistema se puede realizar una búsqueda de una variable en específico ya sea de entrada o salida y realizar una modificación o eliminarla, tal como se puede apreciar a continuación en la Figura 51:

Figura 51

Pantalla Gestión de Variables



Se puede crear una variable (entrada/salida) si se solicita presionando sobre el botón naranja, para posteriormente ingresar los datos que se soliciten, como se puede ver a continuación en la Figura 52 a continuación:

Figura 52*Pantalla Crear Variable*

2.6.4. Gestión de Conjuntos Borrosos

En esta sección se puede realizar la búsqueda de un conjunto borroso en particular y poder realizar su respectiva modificación o eliminación tal como se puede ver a continuación en la Figura 53, se debe tener en cuenta que la determinación de los valores A, B, C y D se deben gestionar bajo estricta revisión.

Figura 53

Pantalla Gestión de Conjuntos Borrosos

REENCAUCHE Usuario: Administrador Conectado

Gestión Conjuntos Borrosos

Filtro: averiado Variable: Averia Banda Buscar

Crear Conjunto Borroso

Registros: 10 Página: [1/1], Registros: [4/4]

Tipo Variable	Variable	Conjunto Borroso	Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	
Entrada	Averia Banda	Averiado	2	3	4	5	
Entrada	Averia Banda	Averiado Regular	4	5	6	7	
Entrada	Averia Banda	Muy Averiado	6	7	9	9	
Entrada	Averia Banda	Nada Averiado	0	0	1	3	

< 1 >

Al igual que la búsqueda se puede realizar la creación de un nuevo conjunto borroso de ser necesario, ingresando el nombre del conjunto borroso y escogiendo dentro de que variable de entrada (en este caso) se ingresará dicho dato, tal como se ve a continuación en la Figura 54:

Figura 54

Pantalla Crear Conjuntos Borrosos

2.6.5. Gestión Evaluaciones

En esta sección se puede realizar la respectiva búsqueda del nombre de una evaluación que se tiene registrada para poder modificar, editar reglas difusas y eliminarla, tal como se puede ver a continuación en la Figura 55 y Figura 56 respectivamente:

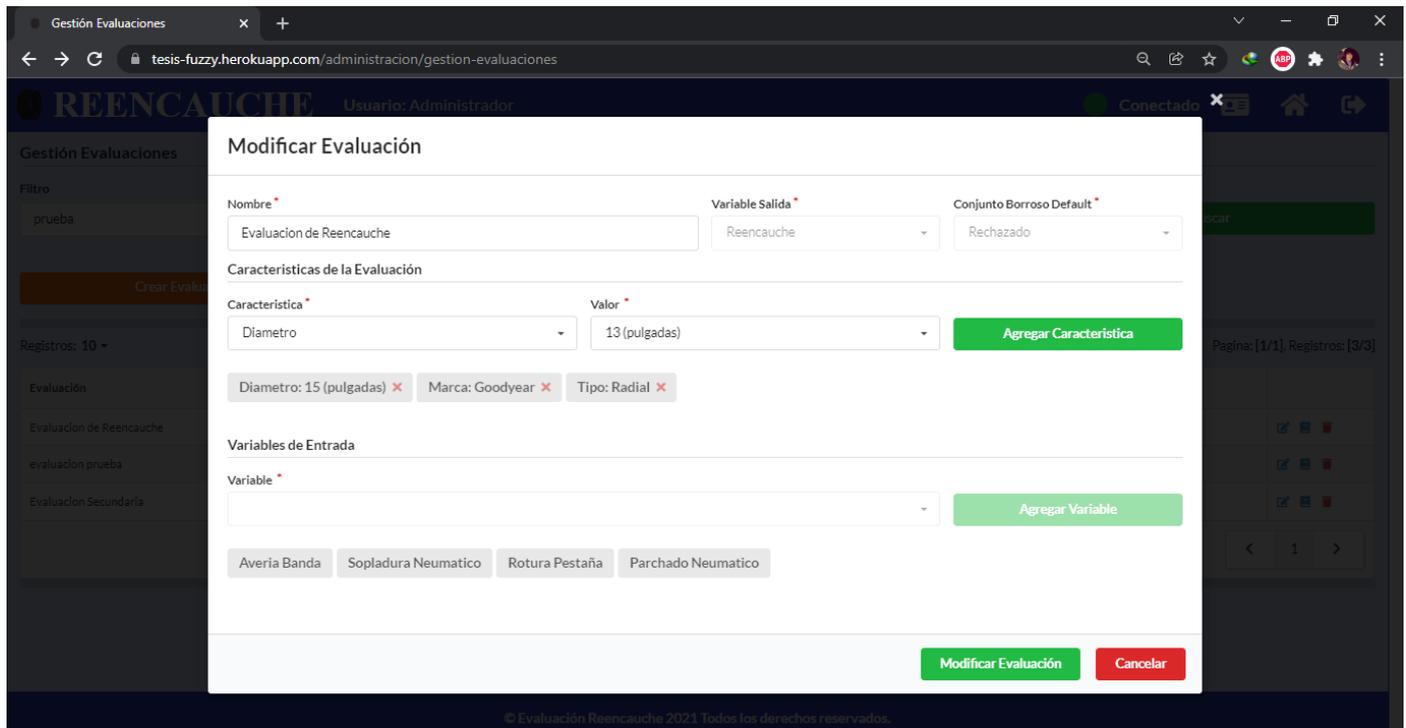
Figura 55

Pantalla gestión Evaluaciones

Evaluación	Variable Salida	Resultado Default	Características	Variabes Entrada	
evaluacion prueba	Reencauche	Aprobado	Diametro: 13 (pulgadas), Marca: Continental, Tipo: [...]	Avería Banda, Sopladura Neumatico, Rotura Pestaña, [...]	

Figura 56

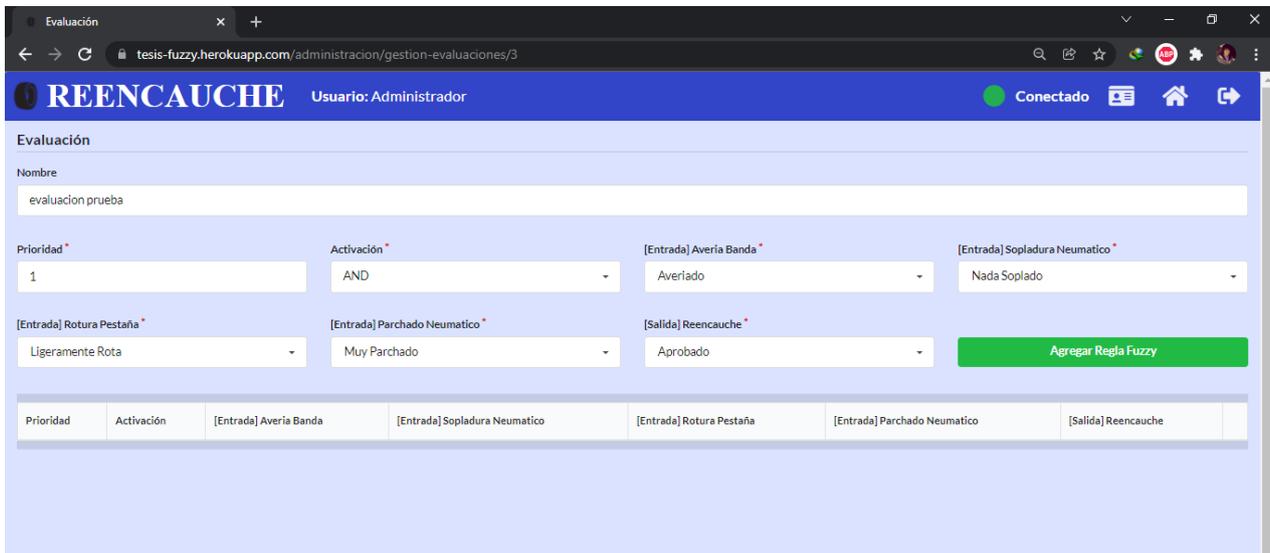
Pantalla Modificación de Evaluación



podrá ingresar las nuevas reglas difusas dentro de la misma evaluación, se debe tomar en cuenta que la para armar un conjunto de reglas difusas se puede usar la conjunción AND/OR dentro de la lista desplegable de Activación y también ingresar la prioridad con la que se va a agregar dichas reglas, se debe tomar en cuenta que para el correcto funcionamiento de la evaluación de los neumáticos se han establecido 45 reglas difusas entre combinaciones de conjunciones AND/OR, por lo que se recomienda gestionar con mucho cuidado dichas reglas difusas. A continuación, en la Figura 57 se puede apreciar la pantalla donde se pueden editar las reglas fuzzy:

Figura 57

Pantalla Editar Reglas Difusas

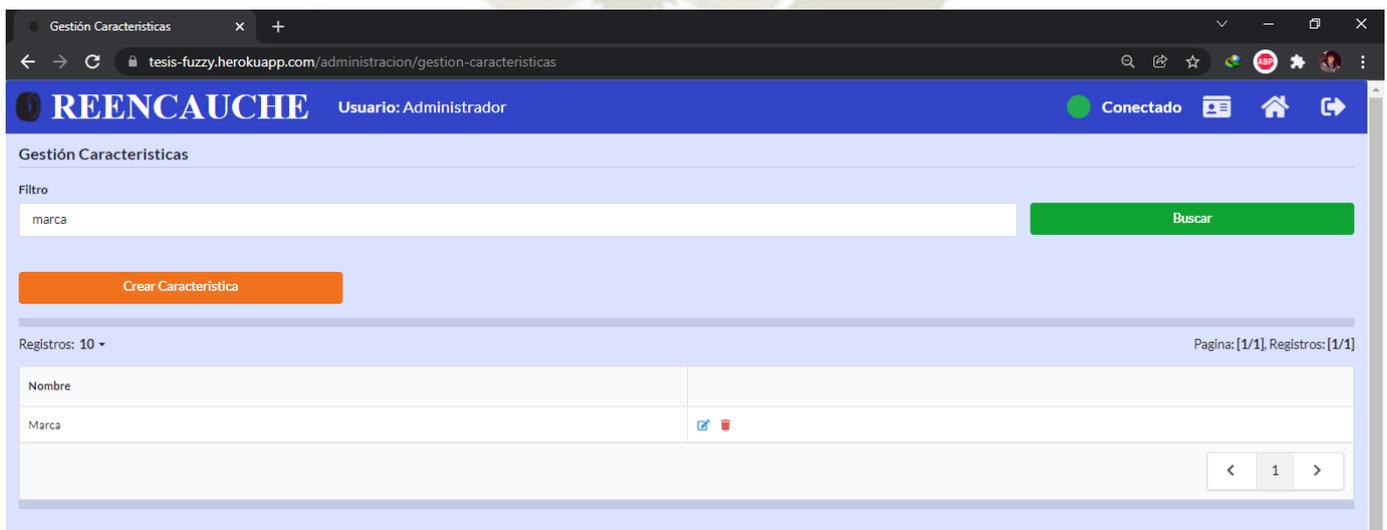


2.6.6. Gestión de Características de Neumáticos

En esta sección se puede buscar el nombre de una característica para poder editar el nombre o eliminarla, como se puede ver a continuación en la Figura 58:

Figura 58

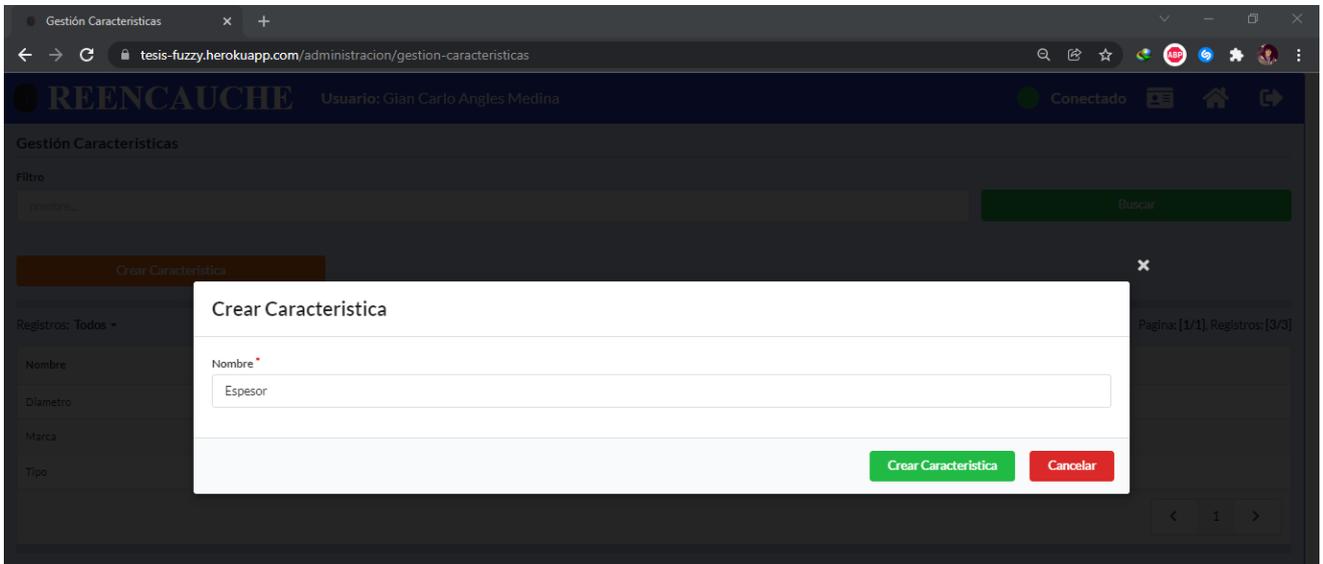
Pantalla búsqueda de Característica de Neumático



Y respectivamente se puede agregar alguna característica de un neumático como se puede ver a continuación en la Figura 59:

Figura 59

Pantalla Creación de Características

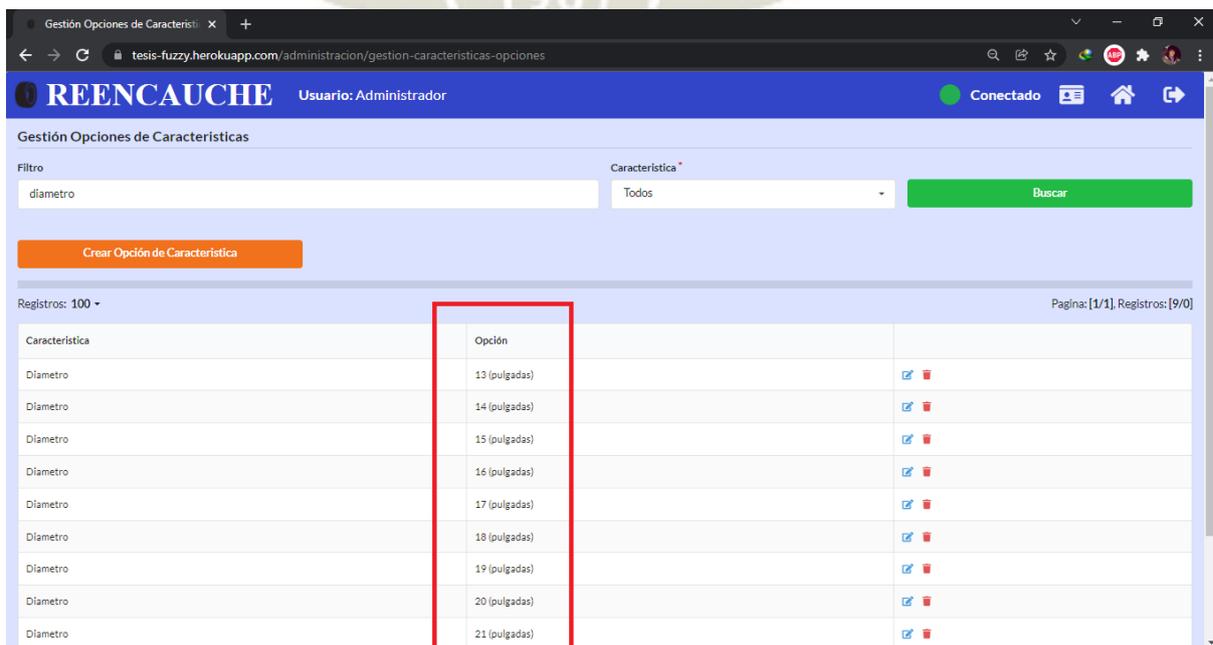


2.6.6. Gestión Opciones de Características de Neumáticos

En esta parte del sistema, se pueden buscar las características como tal pero lo más relevante es las opciones que figuran en la segunda columna (resaltado en rojo), como se puede ver a continuación en la Figura 60:

Figura 60

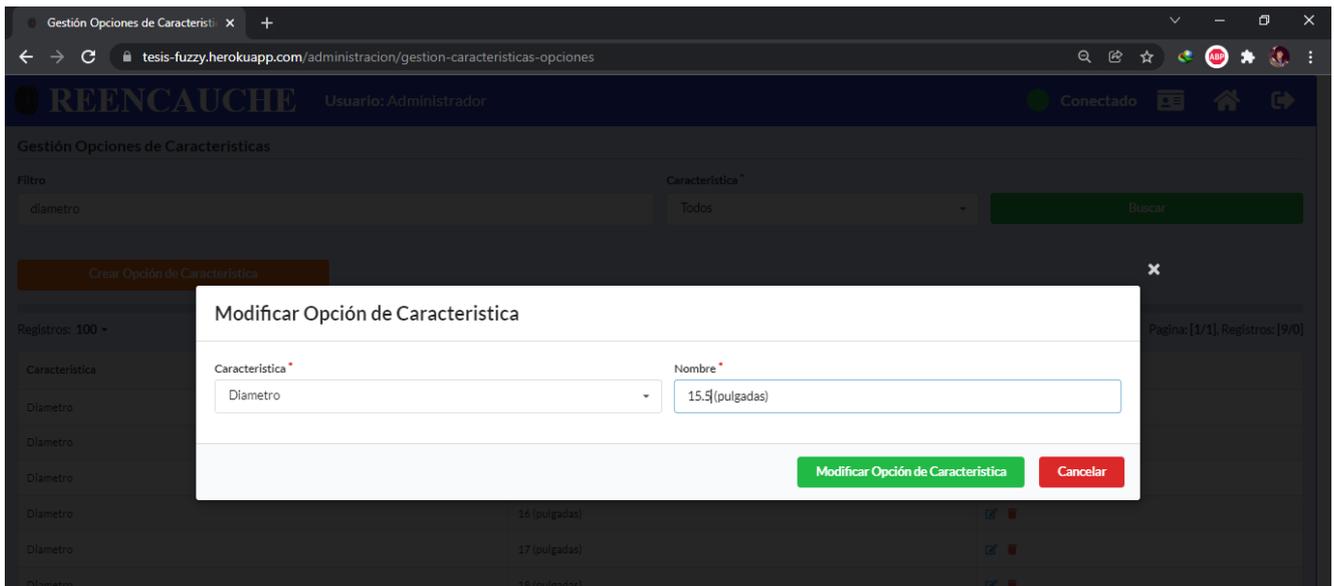
Pantalla gestión de Opciones de Características



Luego de elegir una opción de característica (en este caso 15 pulgadas) se puede editar dicho valor presionando el botón modificar y se mostrará la siguiente pantalla, como se muestra a continuación en la Figura 61:

Figura 61

Pantalla modificar opción de Característica de Neumático

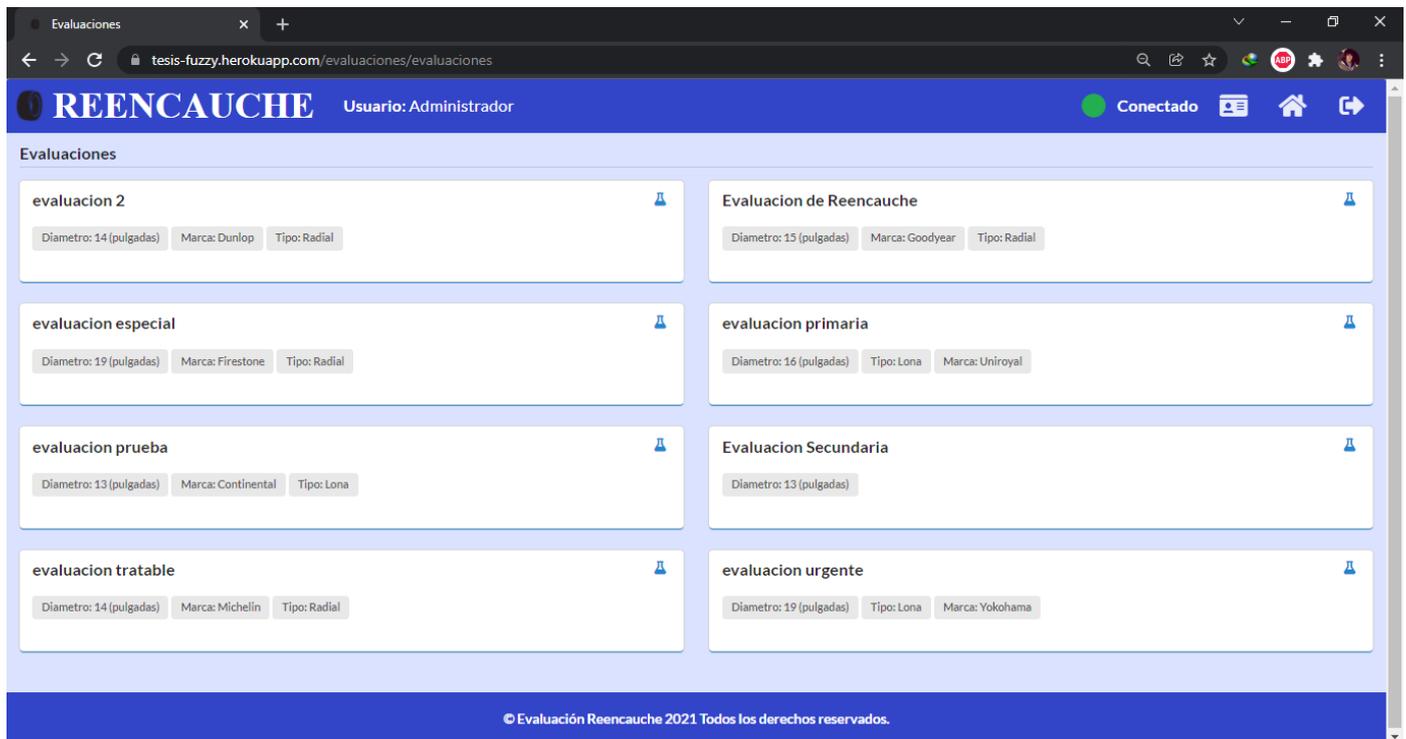


2.6.7. Evaluaciones Neumáticos

En la presente sección se listan los nombres de las evaluaciones con sus respectivas características, que se han creado anteriormente en la gestión de evaluaciones. Para acceder a cualquiera de ellas, solamente hay que hacer click dentro del recuadro de la evaluación, tal como se muestra a continuación en la Figura 62:

Figura 62

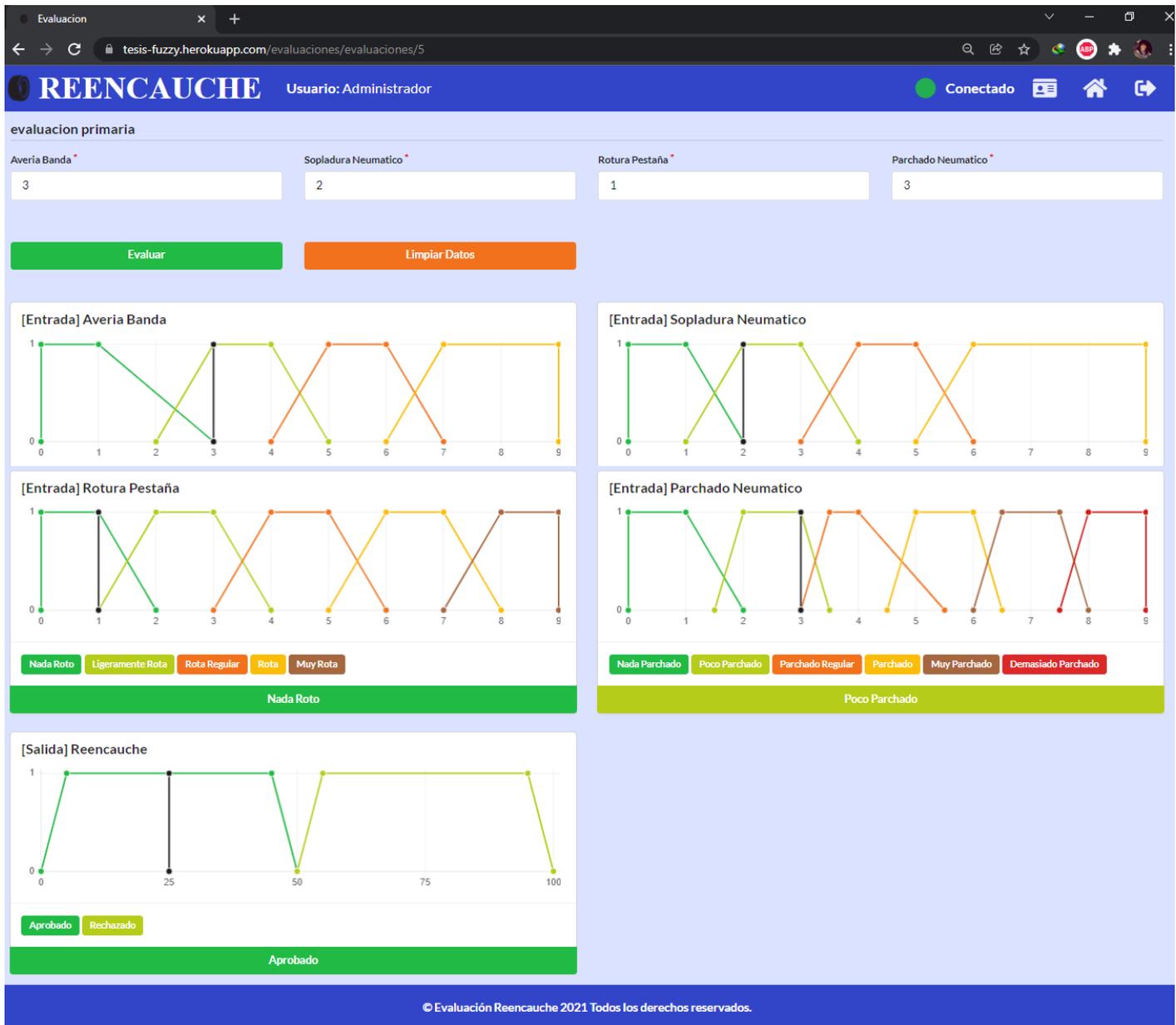
Pantalla lista de Evaluaciones de Neumáticos



Como ejemplo se escogerá: evaluación primaria, luego se colocarán los valores numéricos en cada campo requerido de acuerdo al evaluador y finalmente se presionará el botón verde <evaluar> para que el sistema de diagnóstico realice la evaluación, muestre las respectivas gráficas y el resultado al final de la página, que en este caso el reencauche está aprobado, tal como se muestra a continuación, en la Figura 63:

Figura 63

Pantalla Evaluación de Neumáticos



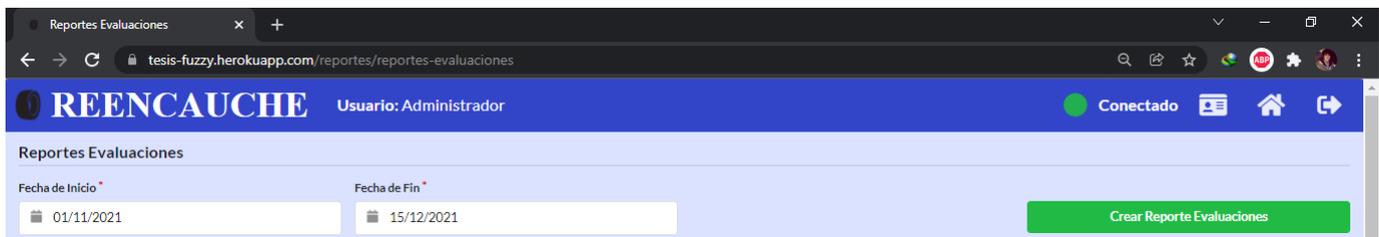
2.6.8. Reportes Evaluaciones

En esta parte del sistema de diagnóstico de neumáticos, se pueden realizar los reportes que se soliciten en torno a las evaluaciones como tal, y como un adicional, se pueden generar reportes de los usuarios creados. Para este ejemplo

se ingresará el rango de fecha como se muestra a continuación en la Figura 64 y se presiona el botón verde <crear reporte evaluaciones>.

Figura 64

Pantalla Creación de Reportes



Luego aparecerá la ruta de descarga del archivo .xls de dicho reporte donde estará especificado e identificado para un control más ordenado, tal como se muestra a continuación, en la Figura 65 y Figura 66 respectivamente:

Figura 65

Pantalla Ruta de Descarga del Reporte en Formato .xls

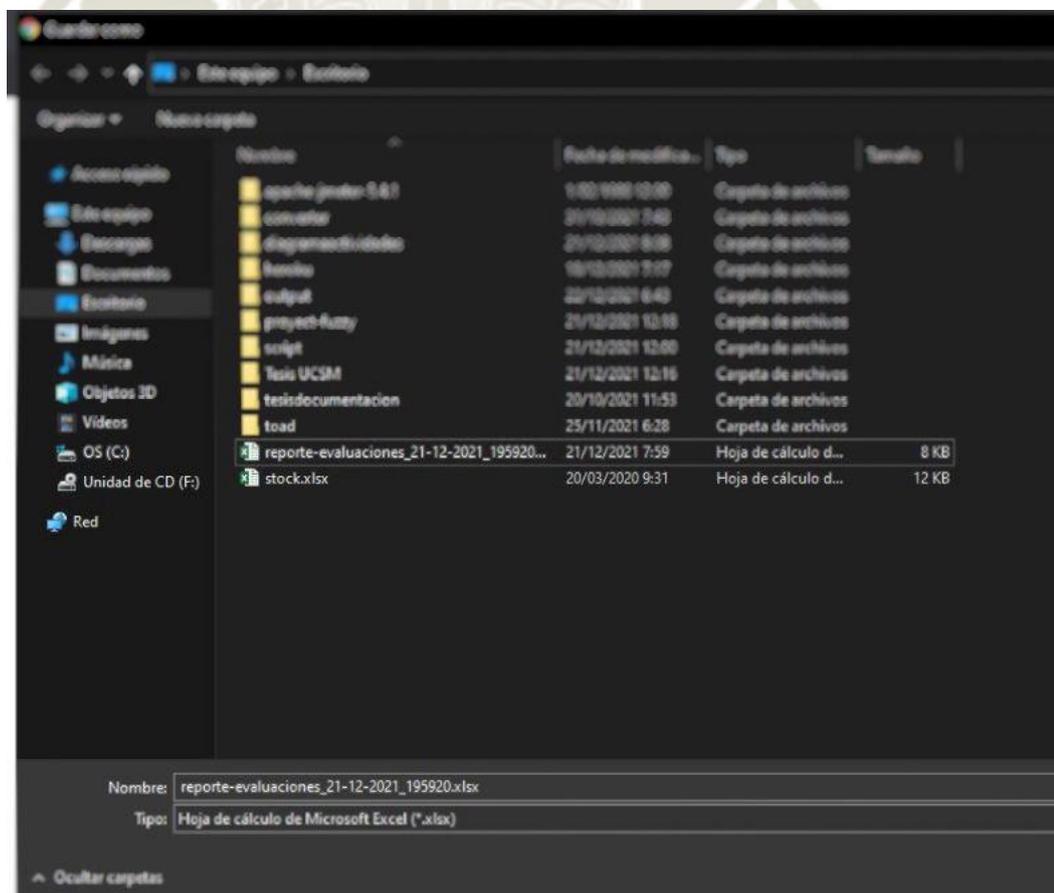


Figura 66

Archivo de Reporte Detallado

reporte-evaluaciones_22-12-2021_190247.xlsx - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer?

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas

Portapapeles Pegar Fuente Alineación Número Estilos Celdas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	id	evaluacion	evaluacion-fecl	evaluacion-hori	usuario	variable-entrad	valor	variable-entrad	variable	valor	variable-salida-resultac
2	9	Evaluacion Secundaria	14/12/2021	23:14	Gian Carlo Angles Medina	Averia Banda	1	Nada Averiado	Reencauche	75	Rechazado
3	9	Evaluacion Secundaria	14/12/2021	23:14	Gian Carlo Angles Medina	Parchado Neumatico	1	Nada Parchado	Reencauche	75	Rechazado
4	8	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:11	Gian Carlo Angles Medina	Averia Banda	1	Nada Averiado	Reencauche	25	Aprobado
5	8	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:11	Gian Carlo Angles Medina	Sopladura Neumatico	1	Nada Soplado	Reencauche	25	Aprobado
6	8	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:11	Gian Carlo Angles Medina	Rotura Pestaña	1	Nada Roto	Reencauche	25	Aprobado
7	8	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:11	Gian Carlo Angles Medina	Parchado Neumatico	1	Nada Parchado	Reencauche	25	Aprobado
8	7	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:09	Gian Carlo Angles Medina	Averia Banda	1	Nada Averiado	Reencauche	25	Aprobado
9	7	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:09	Gian Carlo Angles Medina	Sopladura Neumatico	1	Nada Soplado	Reencauche	25	Aprobado
10	7	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:09	Gian Carlo Angles Medina	Rotura Pestaña	1	Nada Roto	Reencauche	25	Aprobado
11	7	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	23:09	Gian Carlo Angles Medina	Parchado Neumatico	1	Nada Parchado	Reencauche	25	Aprobado
12	6	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	22:38	Juan Perez	Averia Banda	1	Nada Averiado	Reencauche	25	Aprobado
13	6	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	22:38	Juan Perez	Sopladura Neumatico	1	Nada Soplado	Reencauche	25	Aprobado
14	6	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	22:38	Juan Perez	Rotura Pestaña	1	Nada Roto	Reencauche	25	Aprobado
15	6	Evaluacion de Reencauche	14/12/2021	22:38	Juan Perez	Parchado Neumatico	1	Nada Parchado	Reencauche	25	Aprobado



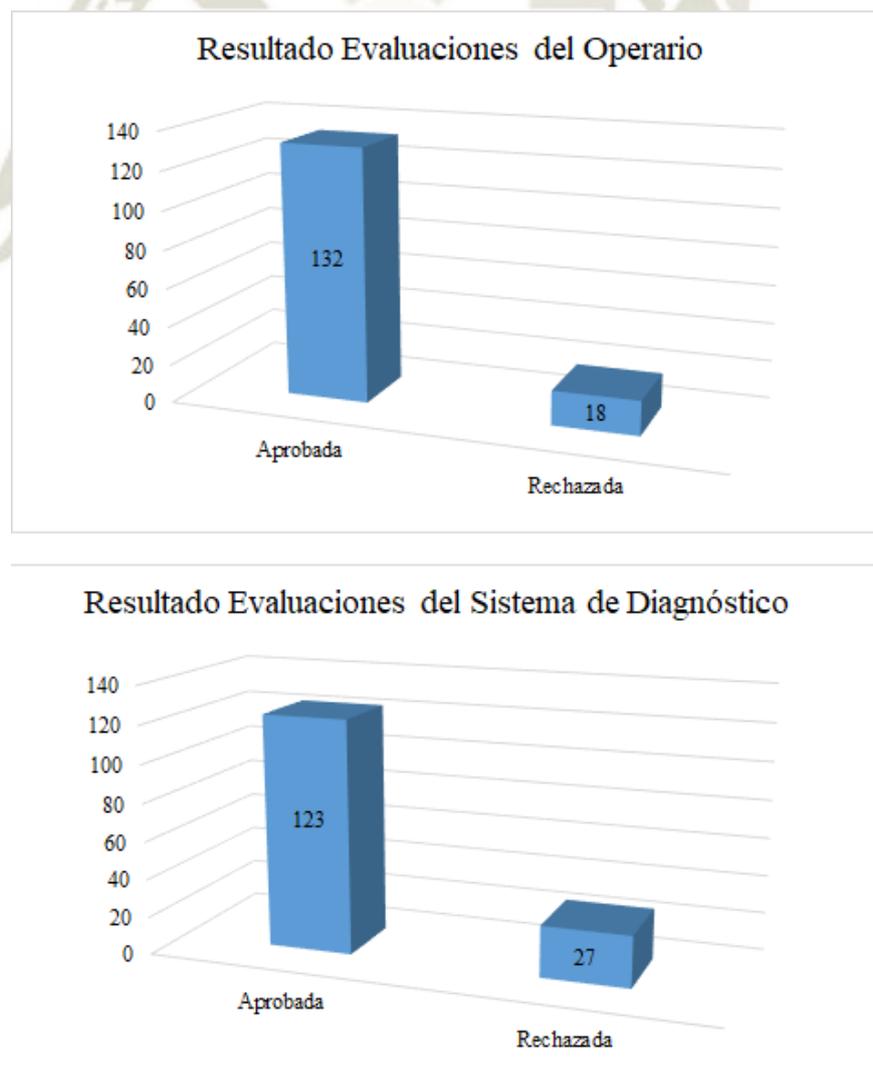
CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

Para este capítulo se realizaron las evaluaciones con el sistema de Diagnóstico de Neumáticos y al mismo tiempo que el operario hacía las evaluaciones de los neumáticos, para este caso se tomó un muestreo de 150 neumáticos para evaluar la precisión de ambos. A continuación en la Figura 67 se muestra el resultado de las evaluaciones realizadas por parte del operario de la Empresa Relino SAC. así como las evaluaciones realizadas con el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos.

Figura 67

Evaluaciones de neumáticos por parte del Operario y del Sistema de Diagnóstico

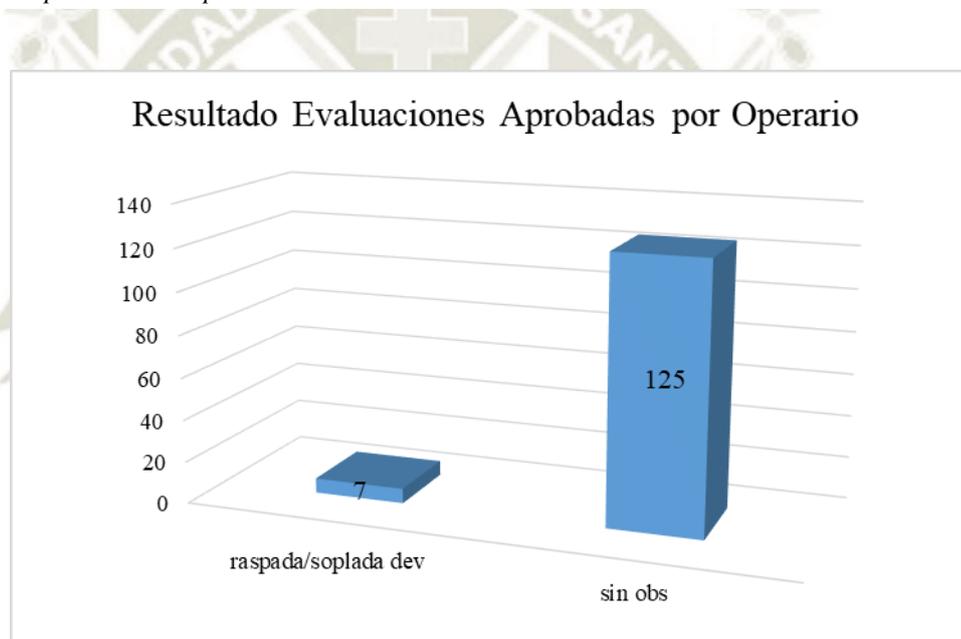


A continuación en la Figura 68 se muestra el resultado de las evaluaciones aprobadas por el operario de la empresa Relino S.A.C., y también los observados por el área de reencauche que los identificó y tuvieron que volver a pasar por el área de inspección para determinar el rechazo definitivo.

Las evaluaciones aprobadas por parte del operario fueron de 132 neumáticos, luego se observaron 7, entonces solo pasaron correctamente al proceso de reencauche 125 neumáticos, dando un margen de error de 5.6% de precisión.

Figura 68

Evaluaciones Aprobadas de Operario



De acuerdo al análisis de resultados se concluyo que:

Las evaluaciones aprobadas por parte del Sistema de Diagnóstico de Neumáticos fueron de 123 neumáticos que pasaron correctamente al proceso de reencauche sin observación alguna, basándonos en los 125 neumáticos anteriores que el operario evaluó correctamente, entonces se definió que el margen de error del Sistema de Diagnóstico es de 1.6% de precisión frente al 5.6% del operario de la empresa Relino S.A.C.

CONCLUSIONES

PRIMERA Se logró implementar el sistema de diagnóstico para el mantenimiento de neumáticos, usando la lógica difusa. Determinando que para el experto humano, la elección de los neumáticos que pasen al proceso de reencauche es mediante la técnica visual y auditiva, llegando a ser intolerante a fallos.

Sin embargo, al aplicar la lógica difusa, se permite obtener resultados mucho más específicos y garantizar que la elección que haga el sistema, estará basada en los datos que se obtuvieron de Relino S.A.C. y así poder determinar con mayor precisión si un neumático puede ser reencauchable o desechable.

SEGUNDA Se llegó a determinar el estado actual de la situación de los neumáticos y lo que las tecnologías presentan, para ello se revisaron los trabajos previos para poder tener una amplitud sobre la lógica difusa y su uso en la tecnología, específicamente en los neumáticos y su mantenimiento, quedando demostrado que principalmente la lógica difusa se usa para la estabilización del vehículo, para los neumáticos, se desarrollan llantas inteligentes que contienen sensores que por el momento solo tienen la capacidad de medir la presión de un neumático y no otros factores que como se mencionaron anteriormente pueden determinar el reencauche de un neumático o su desecho por completo.

TERCERA Debido a las constantes tecnologías que aparecen en el campo automotriz y específicamente en neumáticos, la detección de las fallas que el experto humano realiza por su técnica y experiencia, no la podrían hacer siempre

efectivas si de aquí a un tiempo los neumáticos podrían usar otro tipo de materiales o componentes. Por eso queda demostrado que la lógica difusa puede ser usado en cualquier parte del mantenimiento automotriz. La lógica difusa permitió la detección de las fallas de los neumáticos de una manera más precisa en comparación a la experiencia del operario.

CUARTA Al poder demostrar correctamente que la lógica difusa puede ser aplicada en el campo del reencauche de neumáticos, se determinó que en un futuro se puede implementar un sistema mucho más sofisticado usando tecnología de vanguardia para poder ser usada en una empresa de una manera profesional y con un grupo de trabajo establecido.

QUINTA Se validó el Sistema de Diagnóstico de Neumáticos a través de métricas de calidad usando herramientas en la ingeniería del software y se obtuvieron resultados aprobatorios en las pruebas funcionales, rendimiento y usabilidad.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere difundir el uso adecuado de la lógica difusa en las empresas reencauchadoras para mostrarles el beneficio que se puede obtener al aplicarla correctamente.
2. Se recomienda tener precaución al momento de agregar variables de entrada respecto a las fallas de los neumáticos ya que se establecieron 4 de acuerdo a la experiencia en todos los años que el operario lo determinaba. Sin embargo, de ser necesario se podrán adecuarlas a las sugerencias que los encargados de las empresas de reencauche puedan solicitar, en caso en un futuro existan otros parámetros de detección de fallas.
3. Se recomienda también amplificar el conocimiento de lógica difusa y sus otros campos de uso para que las empresas de reencauche y automotrices puedan implementarlas en las áreas que sea de mejor opción para los encargados en la toma de decisiones.

REFERENCIAS

- Angles, G. C. (2021). Evaluación calidad del Sw. Retrieved from <https://docs.google.com/forms/d/1RmYwcpz0TqXlgB82HmsoVYgXteISA2Zijv7JbglAObk/edit>
- BALDEÓN V., E. J. (2015). Método Para La Evaluación De Calidad De Software. *Universidad San Martin De Porres*.
- Buckholtz, K. R. (2010). Use of Fuzzy Logic in Wheel Slip Assignment - Part I: Yaw Rate Control. In *SAE Technical Paper Series*. <https://doi.org/10.4271/2002-01-1221>
- Çarman, K. (2008). Prediction of soil compaction under pneumatic tires a using fuzzy logic approach. *Journal of Terramechanics*. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2008.10.001>
- Certus. (2021). Descubre qué son las pruebas de software y su importancia. Retrieved from <https://www.certus.edu.pe/blog/pruebas-de-software-importancia/>
- Clarín. (2020). Fallas más comunes que pueden provocar los neumáticos. Retrieved from https://www.clarin.com/autos/fallas-comunes-pueden-provocar-neumaticos-mal_0_IM1xQjLjS.html
- Comprehensive, C. A., & On, S. (2017). RESEARCHERS AT THE UNIVERSITY OF MICHIGAN, 1–2.
- Cong, G., Lotfi, M., Mouloud, D., & Yoichi, H. (2009). Direct Yaw-Moment Control of an In-Wheel-Motored Electric Vehicle Based on Body Slip Angle Fuzzy Observe. *Ieee Transactions on Industrial Electronics*. <https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2013737>
- Difusa, C. L., Difusa, L., Inteligencia, E. N., Difusos, C., & Uni, C. (2018). lógica difusa.
- El Hajjaji, A., Ciocan, A., & Hamad, D. (2005). Four wheel steering control by fuzzy approach. In *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s10846-005-3805-z>
- García-Pozuelo, D., Olatunbosun, O., Yunta, J., Yang, X., & Diaz, V. (2017). A novel strain-based method to estimate tire conditions using fuzzy logic for intelligent tires. *Sensors (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/s17020350>
- García, M. (2018). MVC (Modelo-Vista-Controlador): ¿qué es y para qué sirve? Retrieved April 11, 2022, from <https://codingornot.com/mvc-modelo-vista-controlador-que-es-y-para-que-sirve>
- Hadjerrouit, S. (1998). Java as first programming language: A critical evaluation. *SIGCSE Bulletin (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Computer Science Education)*. <https://doi.org/10.1145/292422.292440>
- Hostingpedia. (2019). PostgreSQL: ¿Qué es? Características, Ventajas y Desventajas. Retrieved from <https://hostingpedia.net/postgresql.html>
- Huambachano, J. F. (2017). ¿Qué es Scrum? Retrieved from <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>

- Introducción, I. (2006). La lógica difusa en ingeniería: Principios, aplicaciones y futuro. *Ciencia y Tecnología: Revista de La Universidad de Costa Rica*, 24(2), 87–107.
- Jose Segovia. (2018). Ventajas y Desventajas de PostgreSQL - TodoPostgreSQL. Retrieved April 12, 2022, from <https://www.todopostgresql.com/ventajas-y-desventajas-de-postgresql/>
- Juan Francisco Sánchez. (2018). Pruebas de rendimiento con JMeter. Retrieved from <https://www.sdos.es/blog/pruebas-de-rendimiento-con-jmeter-ejemplos-basicos>
- Lifeder. (2020). Modelo espiral: historia, características, etapas, ejemplo. Retrieved from <https://www.lifeder.com/modelo-espiral/>
- M.Jones , J.Bradley, N. S. (2015). JSON Web Token(JWT). *Internet Engineering Task Force (IETF)*, 1–30. Retrieved from <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc7519.txt.pdf>
- Michael Elkan. (2017). *Spring MVC Creación de aplicaciones Web*. Retrieved from <http://acodigo.blogspot.com/2017/03/spring-mvc-creacion-de-aplicaciones-web.html>
- Morales-Luna, G. (2002). Introducción a la lógica difusa. *Centro de Investigación y Estudios AVanzados Del IPN*.
- Noelia Martín. (2019). ¿Cómo securizar tus APIs con OAuth? - Paradigma. Retrieved April 11, 2022, from <https://www.paradigmadigital.com/dev/oauth-2-0-equilibrio-y-usabilidad-en-la-securizacion-de-apis/>
- Platzi. (2018). ¿Qué es Heroku? Cómo funciona la plataforma y para qué sirve. *Ricardo Celis*. Retrieved from <https://platzi.com/blog/que-es-heroku/>
- Prieto, R. V., Luis, Z. R., Ofelia, Y., & Morell, J. (2014). Procedimiento para realizar pruebas de usabilidad, 1–15. Retrieved from http://www.informatica-juridica.com/wp-content/uploads/2014/01/Procedimiento_para_realizar_pruebas_de_usabilidad.pdf
- Ramirez, A., Barriga, A., Baturone, I., & Sanchez Solano, S. (2005). Capítulo 2 : Logica difusa Conceptos Fundamentales. *Libro Electrónico Sobre Lógica Difusa*, 35–59. Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/ramirez_r_o/capitulo3.pdf
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. *University of New Mexico*. <https://doi.org/10.1002/9781119994374>
- Snodgrass, R. T., Ahn, I., Ariav, G., Batory, D., Clifford, J., Dyreson, C. E., ... Sripada, S. M. (1994). *SQL2 Language Specification*. *ACM SIGMOD Record* (Vol. 23). <https://doi.org/10.1145/181550.181562>
- Taghavifar, H., & Mardani, A. (2014). Fuzzy logic system based prediction effort: A case study on the effects of tire parameters on contact area and contact pressure. *Applied Soft Computing Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.10.005>
- Tahami, F., Farhangi, S., & Kazemi, R. (2004). A Fuzzy Logic Direct Yaw-Moment Control System for All-Wheel-Drive Electric Vehicles. *Vehicle System Dynamics*. <https://doi.org/10.1076/vesd.41.3.203.26510>
- Tavasoli, A., & Naraghi, M. (2013). Interior-point method to optimize tire force

allocation in 4-wheeled vehicles using high-level sliding mode control with adaptive gain. *Asian Journal of Control*. <https://doi.org/10.1002/asjc.594>

Xiangwen Zhang, Zhixue Wang, Wei Li, Dongzhi He, & Feiyue Wang. (2005). A fuzzy logic controller for an intelligent tires system. <https://doi.org/10.1109/ivs.2005.1505216>



ANEXOS

Anexo 1 – Plan de Tesis

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Caracterización del Problema

Muchas veces los clientes en general que se acercan a las pequeñas o grandes empresas de reencauche no tienen la suficiente confiabilidad de los costos que los mismos les puedan otorgar al momento de hacer la evaluación de sus neumáticos generando una cierta desconfianza a largo plazo sobre todo si el proceso de reencauche no ha sido ejecutado o realizado de la mejor manera.

En el Perú, según (INEI, 2017) las empresas de transportes terrestres han crecido exponencialmente, al igual que las empresas que se dedican al reencauche de los neumáticos. Los clientes que pueden desconocer las fallas de un neumático a profundidad podrían generar una gran cantidad de gasto de dinero en nuevos neumáticos y mantenimiento (reencauche) de los mismos, por no tener las herramientas necesarias para realizar un diagnóstico detallado o en todo caso por acudir a empresas lucrativas que no podrían garantizar que el mantenimiento de neumáticos se realice de manera adecuada, pero frente a ello podrían ahorrar significativamente lo invertido en un diagnóstico en cuanto a las fallas de sus neumáticos y posteriormente al mantenimiento de los mismos, tanto para el cliente se generaría una gran confiabilidad y tanto como para las empresas obtener mayores clientes si se adecuan a la propuesta que se menciona.

Principalmente cuando nuestro vehículo a ejercido durante un tiempo un trabajo de movilidad o desempeño en diferentes tipos de suelo, no sabemos en realidad cuanto más podría durar o si sería necesario un reemplazo de neumáticos con urgencia, por ejemplo: si nosotros recorremos una cantidad de kilómetros en una pista asfaltada durante un cierto período de tiempo, probablemente nos podría garantizar que los neumáticos están en buen estado y podrían continuar su recorrido o uso sin ningún tipo de inconveniente. Sin embargo, si nosotros hacemos uso de nuestro vehículo constantemente sobre una pista averiada o que tiene muchos huecos, baches, etc. Podríamos determinar que nuestros neumáticos podrían sufrir fallas constantemente y que necesitaría un reemplazo o reencauche lo más pronto posible, pero también está en cómo un conductor tiene su experiencia con el vehículo al que sin darse cuenta podría estar generando poco a poco una gran falla a los neumáticos sin que pueda ser percibido. Por ello se tomó en cuenta una posibilidad de realizar un diagnóstico confiable para que se pueda tener un control adecuado del estado de un neumático y así poder evitar que un cliente pueda generar gastos innecesarios en el reencauche o que las mismas empresas puedan cobrar excesivamente por dichas fallas en los neumáticos o hasta incluso los propios conductores podrían provocar accidentes de tránsito por no tener un control adecuado del estado de sus neumáticos.

Para ello si se aplican las técnicas de lógica fuzzy (difusa) podemos diagnosticar el desgaste de neumáticos con mayor profundidad en función a lo mencionado

anteriormente, eso podría permitir a las empresas de reencauche, empresas de transporte, y para los clientes particulares:

- Reducir costos de inventario.
- Trabajar con esquemas de respuestas adecuadas dentro del diagnóstico.
- Reducir el número de horas de vehículos en mantenimiento por problemas de neumáticos (reemplazo o reencauche).

1.2. Línea y Sub-línea de Investigación a la que corresponde el Problema

- La línea de investigación para el proyecto de Tesis de acuerdo a (Bedregal & Velarde, n.d.) es:
 - Inteligencia Artificial
- La sub-línea de investigación corresponde a:
 - Sistemas basados en conocimiento

1.3. Palabras Clave

Sistema de control, diagnóstico de neumáticos, software, lógica difusa, fuzzy.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. General

Desarrollar e implementar un sistema de control y diagnóstico de neumáticos mediante lógica difusa, y así poder determinar las fallas que puedan presentar para posteriormente determinar un costo adecuado en cuanto al proceso de reencauche.

La posibilidad que se plantea con el proyecto para determinar las fallas en los neumáticos va a depender en gran parte por los datos que se investiguen para dar los resultados esperados, por ello se considera muy importante que la información se va a desarrollar conjuntamente con el marco de la realidad, para así otorgar una mejor probabilidad de diagnóstico para los clientes y las empresas de reencauche.

2.2. Específicos

- Revisar trabajos relacionados o similares acerca de los neumáticos.
- Realizar el análisis y diseño de la aplicación.
- Desarrollar la aplicación de control y diagnóstico neumáticos mediante lógica difusa.
- Aplicar pruebas al sistema o software de diagnóstico de neumáticos.
- Generar una confiabilidad entre los clientes a través de encuestas.

- Procurar reducir el costo de mantenimiento de neumáticos para los clientes.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 Antecedentes del proyecto

Se realizó una investigación previa de artículos o documentos que puedan dar un mayor soporte al estado en que se encuentra el diagnóstico de un neumático antes de ser reemplazado o pasar al proceso de reencauche, también profundizar el concepto sobre la lógica fuzzy que nos servirán como apoyo para desarrollar el proyecto. Pero se debe indicar que la lógica difusa permite representar el conocimiento que es más que todo de tipo cualitativo y no cuantitativo, en un lenguaje matemático que en muchos casos aportan información útil para el razonamiento humano.

Como se sabe en nuestra vida cotidiana existen infinidad de aplicaciones o máquinas en las que se puede desarrollar un sistema de control o diagnóstico usando lógica difusa, según (Marçal, Hatakeyama, & Czelusniak, 2014) se usan los mismos fundamentos teóricos en el que se tiene en cuenta el modelo de lógica difusa, y que a partir de ello realizan las diferentes detecciones y diagnósticos basadas en reglas difusas para otorgar resultados independientemente del tipo de proyecto o tipo de máquina en las que se quiera modelar la lógica difusa.

Los resultados según (Marçal et al., 2014) confirman que el método propuesto es útil para detectar fallas, monitorear la evolución de la propuesta y ofrecer posteriormente opciones de solución para la planificación y la toma de decisiones sobre el mantenimiento o diagnóstico, en este caso de máquinas rotatorias.

Pues de acuerdo a ello se considera factible realizar o desarrollar un modelo de lógica difusa para el pronóstico en las fallas de los neumáticos, pues se tiene muy en claro que todas las aplicaciones que desean otorgar datos más precisos usan este modelo para optimizar u otorgar información detallada para posteriormente generar decisiones óptimas en cuanto a las fallas que se puedan presentar para el proyecto de tesis.

Para (Morales-Luna, 2002) el concepto de lógica difusa apareció en 1965, en la Universidad de California en Berkeley, introducido por Lotfi A. Zadeh, Para fines de desarrollo en el proyecto de tesis se usarán las mismas bases que tiene la lógica difusa, ya que al definir las como tal ya que son esencialmente lógicas multivaluadas que extienden a las lógicas clásicas. Estas últimas imponen a sus enunciados únicamente valores falso o verdadero.

Las lógicas clásicas se han adecuado al modelamiento general que el pensamiento del ser humano lo puede percibir, sin embargo, no son tan deterministas del todo, por ejemplo: podemos definir que el cielo es azul, sin embargo, no podemos definir qué tan azul se ve.

Por ello es que la lógica fuzzy es tan importante y que procura obtener acercamientos aproximaciones matemáticas en la resolución de ciertos tipos de problemas.

También pretenden producir datos o resultados exactos a partir de información o data imprecisa, y por tanto se hacen muy importantes o útiles en aplicaciones informáticas. El

término “fuzzy” o “difusa” se debe a que los valores de verdad no deterministas utilizados, tienen por lo general, una connotación de incertidumbre.

Por ejemplo: Un vaso medio lleno, independientemente de que también esté medio vacío, no está lleno completamente ni está vacío completamente. Qué tan lleno puede estar es un elemento de incertidumbre, es decir, de difusidad, entendida esta última como una propiedad de indeterminismo.

Ahora bien, los valores de verdad asumidos por enunciados, aunque no son deterministas, no necesariamente son desconocidos. Por otra parte, desde un punto de vista optimista, lo difuso puede entenderse como la posibilidad de asignar más valores de verdad a los enunciados que los clásicos “verdadero” o “falso”. Así pues, reiteramos, las lógicas difusas son tipos especiales de lógicas multivaluadas. Las lógicas difusas han tenido aplicaciones de suma relevancia en el procesamiento electrónico de datos. En determinadas áreas de conocimiento, a sus enunciados se les asocia valores de verdad que son grados de veracidad o falsedad, mucho más amplios que los meros “verdadero” y “falso”. En un sistema deductivo se distingue enunciados de “entrada” y enunciados de “salida”. El objetivo de todo sistema manejador de una lógica difusa es describir los grados de los enunciados de salida en términos de los de entrada. Más aún, algunos sistemas son capaces de refinar los grados de veracidad de los enunciados de salida conforme se refinan los de los de entrada. Por estas propiedades es que ciertos sistemas de lógica difusa aparentan una labor de aprendizaje, y son excelentes mecanismos de control de procesos.

Desde el punto de vista tecnológico, las lógicas difusas se encuadran en el área de la llamada Inteligencia Artificial y han dado origen a sistemas expertos de tipo difuso y a sistemas de control automático.

Ya que uno de sus mayores objetivos son producir resultados exactos a partir de datos o información de alguna manera imprecisos, por lo cual servirá mucho en nuestro desarrollo para el diagnóstico de fallas en los neumáticos.

De acuerdo a (Tahami, Farhangi, & Kazemi, 2004) se hace mención al soporte que el sistema otorga al conductor de vehículo eléctrico con la corrección de la trayectoria, así mejorando la estabilidad lineal y proporcionando seguridad a la hora de manejo. La red neuronal mapea la velocidad del vehículo y el ángulo de dirección para generar la referencia requerida por el sensor de rotación. La velocidad verdadera del vehículo se estima usando un método de fusión de datos del multisensor.

Adicionalmente los datos de los sensores de las ruedas y un acelerómetro incrustado se introducen en un estimador, donde un sistema de lógica difusa decide qué entrada es más fiable. La eficiencia del sistema propuesto se aprueba mediante la realización de una simulación por computadora. El sistema de control mencionado o propuesto es un método eficaz y fácil de implementar para mejorar la estabilidad de los vehículos eléctricos de tracción en todas las ruedas.

Pero alineando a nuestro sistema, hace referencia que básicamente lo implementan para la alineación y velocidad del vehículo, sin embargo, nuestro sistema se enfocará en el mantenimiento directamente de los neumáticos.

Según describe (El Hajjaji, Ciocan, & Hamad, 2005) a través de ciertos análisis en relación a la estabilidad del movimiento lateral de un vehículo, incluyendo variaciones delanteras del ángulo de manejo, la representación del modelo no-lineal vehicular por el modelo fuzzy Takagi-Sugeno (T-S) es presentado. Basándose en el modelo fuzzy, se desarrolla un control difuso para mejorar la estabilidad del vehículo. A partir de ese modelo se dan las condiciones suficientes para generar la estabilidad del modelo fuzzy Takagi-Sugeno (T-S) usando los controladores de regeneración.

Pruebas importantes determinaron que, para demostrar la efectividad del controlador difuso propuesto, se dan resultados de simulación que muestran las mejoras de rendimiento del vehículo en términos de estabilidad y maniobrabilidad en situaciones críticas, principalmente, se enfocan en la seguridad del conductor.

Y debidamente explicado en relación con el proyecto de tesis, se usarán valores o datos necesarios para poder diagnosticar si un neumático podría ser reencauchado o reemplazado.

Para (Çarman, 2008) define que sobre la manejabilidad que tienen los sistemas de redes neuronales, en tal caso usando lógica fuzzy, ya que son tolerantes a fallos, pues como ya sabemos se pueden manejar sobre datos incompletos, son capaces de lidiar con problemas no lineales, pero sobre todo una vez entrenados, optimizados correctamente, pueden realizar predicciones y generalización de información a alta velocidad.

Concretamente para este caso de estudio era obtener la relación entre los parámetros de trabajo del neumático y las características de compactación del suelo, luego ilustrar como el sistema experto usando lógica fuzzy podría desempeñar un papel importante en el diagnóstico del estado del suelo básicamente. Los ensayos se realizaron en diferentes tipos de neumáticos, en diferentes cargas verticales y en presiones de inflado.

En este trabajo, un modelo inteligente sofisticado, basado en los principios de modelamiento de lógica fuzzy, fue desarrollado para diagnosticar los cambios en la resistencia de la penetración, presión final y la densidad a granel del suelo debido al constante tránsito del neumático. La verificación del modelo propuesto se consigue a través de varios criterios de error numérico. Para todos los parámetros, se encontró que el error relativo de los valores predichos era menor que los límites aceptables (10%).

En nuestra propuesta general, se asemeja bastante para determinar los factores que interfieren en el proceso de diagnóstico, ya que el objeto principal son los neumáticos, nosotros nos enfocaremos al diagnóstico en sí de los neumáticos debido a fallas que hayan tenido en un tramo de recorrido, pero el artículo podría ayudarnos probablemente a definir un pronóstico del estado del suelo con trabajos futuros, y por lo tanto también evitar daños a las ruedas.

Según (Buckholtz, 2010) se describe el uso del control basado en la lógica fuzzy para el propósito de determinación y asignación de los deslizamientos de los neumáticos para cada esquina de un vehículo. El objetivo del control es obtener un seguimiento de la dinámica en general del vehículo deseado, como el seguimiento deseado de un ángulo de manejo, asignando un deslizamiento de neumático adecuado, pues cada uno de los deslizamientos en cada neumático se usa como referencia de entrada para un control de

la dinámica del neumático en sí. Ya que el trabajo se desarrolla a partir del controlador basado en la lógica de alto nivel.

El controlador lógico, usa técnicas de control con lógica fuzzy. Pues en el controlador de lógica fuzzy convencional, se crea una tabla de reglas de dos dimensiones basados en el error entre las señales deseadas y reales, también en el cambio en el error. Este método combina las dos entradas del controlador en una sola entrada. Los elementos de la tabla de reglas se rellenan y se ajustan basándose en cómo se clasifica un neumático en relación con el giro del vehículo. Estos clasificadores entonces se asignan al neumático apropiado en línea. Se realiza una simulación de cambio de carril de emergencia para mostrar la efectividad del control. Principalmente se añade al proyecto de tesis factores para diferenciar la proximidad o diagnóstico en las fallas de los neumáticos, pues en el artículo en mención hacen referencia a otros factores que efectivamente contribuirían en un futuro para complementarse entre sí y desarrollar todo un sistema que mejore la calidad del recorrido para el conductor.

Los neumáticos inteligentes según (Garcia-Pozuelo, Olatunbosun, Yunta, Yang, & Diaz, 2017) son uno de los campos de investigación más prometedores para los ingenieros de automoción. Estos neumáticos están equipados con sensores que proporcionan información sobre la dinámica del vehículo.

Hasta ahora, los neumáticos comerciales inteligentes solo proporcionan información sobre la presión de inflado y su contribución a los sistemas de control de estabilidad es actualmente muy limitada.

Hoy en día, uno de los principales problemas para el desarrollo inteligente de neumáticos es cómo integrar sensores factibles y de bajo costo para obtener información confiable, como presión de inflado, carga vertical o velocidad de laminación. Dicho artículo, propone un nuevo algoritmo basado en lógica difusa para estimar los parámetros mencionados por medio de un único sistema basado en tensión.

En (Xiangwen Zhang, Zhixue Wang, Wei Li, Dongzhi He, & Feiyue Wang, 2005) un controlador de lógica fuzzy ha sido diseñado por consideración de las relaciones cualitativas entre los parámetros de la presión, temperatura y velocidad de los neumáticos. El sistema de neumáticos inteligentes con el controlador de lógica fuzzy han sido modelados.

El coeficiente de pérdida del neumático y el coeficiente de presión están definidas. Mientras que las variables de la temperatura del neumático y la presión junto con el tiempo son analizadas. Todo el proceso ocurre en un entorno de simulación y por tanto los resultados muestran que el controlador de lógica fuzzy puede reducir la pérdida del neumático y mejorar la presión del mismo, de una manera segura.

Al igual que los parámetros usados para generar el controlador de lógica fuzzy en éste trabajo, el proyecto de tesis a desarrollar también enfocará ciertas características que nos ayudarán a que el sistema tenga un alto nivel de diagnóstico en torno a los reemplazos de los neumáticos, como las fallas en laterales, pestañas, parchado, etc.

Para poder generar una cierta estabilidad sobre el vehículo y el manejo en sí se diseñó un controlador de alto nivel (Tavasoli & Naraghi, 2013). En general para obtener dichos

resultados, se logra mediante el control de la tasa de desvío y el ángulo de deslizamiento lateral, respectivamente. La asignación del control de vehículo no lineal se logra mediante la distribución de la tarea de control neumático fuerzas con restricciones de saturación no lineal. El control total del vehículo se logra mediante el desarrollo de un esquema jerárquico. En primer lugar, un alto nivel de control de modo deslizante con ganancia adaptativa se considera para obtener el cuerpo fuerza/momento de movimiento del vehículo estable. El controlador propuesto sólo requiere adaptación en línea de beneficios de control sin adquirir el conocimiento de límites superior sobre las incertidumbres del sistema.

Pues los objetivos del control de alto nivel se asignan a las fuerzas del neumático individual mediante la formulación de un problema de optimización no lineal. El método de punto interior (IP) se adopta para una función de programación no lineal en cada paso del tiempo.

Para poder realizar las pruebas de este mecanismo, se logra mediante una simulación con un modelo no lineal del vehículo para la comparación con un sistema de control conocido muestra que existe cierto efecto de saturación limitada ODF (SCODF) en la mejora de la estabilidad y manejo de vehículo.

Para la asignación de control no lineal puede aplicarse eficazmente para mejorar la estabilidad del vehículo, y el método de IP ofrece un enfoque eficiente para este propósito. El total control integrado del esquema se divide en tres capas. En la primera capa, la fuerza lateral total del cuerpo y el momento del desvío se calculan a través de un alto nivel deslizando el modo de controlador con ganancia adaptativa, donde no se requiere el conocimiento de los límites superiores de las incertidumbres. La fuerza total del cuerpo y el momento se asignan a las fuerzas de cada neumático en la segunda capa, donde la asignación de control de vehículo está formulada como un problema de optimización no lineal.

En la tercera capa, se asignan las fuerzas longitudinales y laterales de cada neumático en ángulo de dirección correspondiente y derivados / frenado torque, respectivamente. Pruebas de simulación se realizan utilizando un modelo no lineal del vehículo para implementar y comparar el método propuesto con los resultados existentes

Para poder adecuarnos a nuestro modelo de sistema en uso con la lógica fuzzy, se tomarán en cuenta ciertos parámetros para definir la probabilidad de cambio de un neumático, pues en el presente artículo definen sobre el vehículo en sí, para mantener su lineamiento y cálculos para la estabilización, sin embargo, nosotros plantearemos la propuesta para el cálculo de información y así diagnosticar si un neumático requiere su cambio.

En (Cong, Lotfi, Mouloud, & Yoichi, 2009) se propone un algoritmo de control basado en observador fuzzy, para un vehículo. El esquema planteado se basa en una regla fuzzy sobre un ángulo (β) de deslizamiento. En la estrategia de diseño del modelo fuzzy, la dinámica del vehículo es representado por modelos difusos tipo Tagaki-Sugeno. Al principio se construyeron modelos de vehículos equivalentes usando las aproximaciones lineales de la dinámica vehicular para baja y alta aceleración lateral, respectivamente, sobre regímenes de funcionamiento.

Para poder definir el plan los observadores locales según (Tavasoli & Naraghi, 2013) se son combinado para formar el sistema de control total mediante el uso de reglas borrosas. Dichas reglas representan las relaciones cualitativas entre las variables asociadas con la naturaleza no lineal y la incertidumbre de la dinámica del vehículo, tales como la fuerza de saturación del neumático y la influencia de la adherencia de la carretera.

Adicionalmente para mejorar la precisión y el rendimiento del sistema se implementó un mecanismo de adaptación para las funciones de pertenencia difusa. Luego se demostró la eficacia de enfoque del diseño en las simulaciones y en un entorno experimental en tiempo real.

En el trabajo mencionado se presentó una solución algorítmica del problema de control dinámico de un vehículo no lineal, que ha sido validado en un entorno de simulación y en tiempo real. Un observador de estado ha sido diseñado para un vehículo eléctrico motorizado con DYC usando técnicas de modelamiento fuzzy. Los modelos fuzzy T-S donde fueron empleados para aproximar la dinámica no lineal del vehículo con modelos lineales locales. Se introdujo un mecanismo de adaptación para ajustar las funciones fuzzy en respuesta a cambios en condiciones de fricción de la carretera. El diseño del observador local se basó en la teoría del filtro de Kalman (Solera Ramírez, 2003) y fue combinado con un mecanismo de interpolación que proporciona el vínculo entre la dinámica local subyacente. La exactitud cuantitativa y el rendimiento de la adaptación del observador propuesto han sido verificados en simulaciones y experimentos.

Ellos han sido capaces de demostrar que el controlador de diseño depende críticamente en el valor estimado del ángulo β , y dedicarán mayor investigación y esfuerzo en la implementación de un completo control de estabilidad dinámico.

Para diseñar nuestro proyecto de tesis, también se tomaron en cuenta ciertos datos que nos permitan generar un diagnóstico de manera fiable, se realizarán pruebas para definir si un neumático puede ser reemplazado o desechado si es que se considera que no tiene la suficiente posibilidad de pasar a ser reencauchado.

Diversas metodologías de la inteligencia artificial según (Taghavifar & Mardani, 2014) se han utilizado recientemente para estimar los parámetros de la performance de máquinas de trabajo y vehículos todos terrenos. Debido a las características no lineales y estocásticas de las interacciones suelo-rueda, la aplicación del conocimiento del sistema experto fuzzy Mamdani para la estimación del área de contacto y presión de contacto se detalla en dicho artículo.

El modelo de lógica difusa fue construido por el uso de la experiencia del área de contacto y presión de contacto utilizando datos obtenidos de una serie de experimentos en suelo, instalaciones y un tester de una sola rueda. Dos parámetros para el neumático: empuje de rueda y presión de inflado de neumático son las variables de entrada para el modelo presentado en el artículo, cada uno tiene cinco funciones. Como un aspecto fundamental de la lógica difusa basada en sistemas de predicción, utiliza un conjunto de reglas fuzzy if-then donde se usaron en concordancia con los principios de la lógica difusa. 25 reglas lingüísticas if-then se incluyeron para desarrollar un modelo predictivo inteligente altamente complicado basado en el método Centroid en un escenario de defuzzificación.

El modelo de rendimiento se evaluó sobre la base de varios criterios de calidad estadística. Un error relativo menor de 10%, dispersión satisfactoria alrededor de la línea de pendiente (T) y un alto coeficiente de determinación, R^2 , obtenidos por el modelo de lógica difusa propuesto en el mencionado caso de estudio. El procedimiento enfocado se muestra en la siguiente figura:

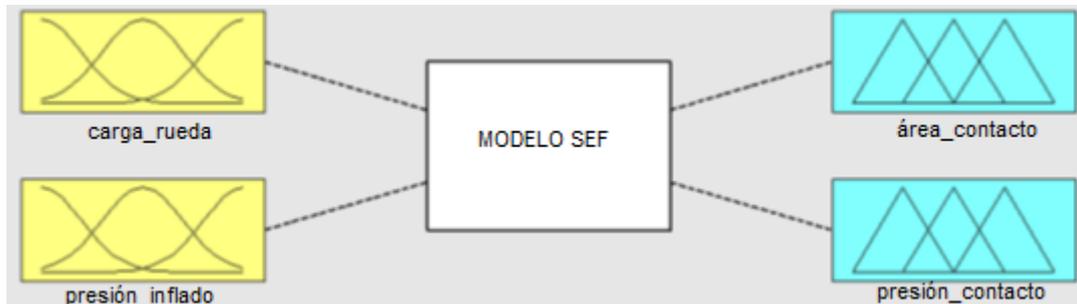


Figura 1: Representación del modelo SEF (Sistema Experto Fuzzy)

Fuente: (Taghavifar & Mardani, 2014)

En el modelo de lógica difusa existen dos fases: una fase de fusificación y otra de defuzzificación, al realizar las diversas pruebas en simulaciones en el artículo indican que el incremento de la carga del neumático resulta en aumento del área de contacto. Puede ser atribuible a la deformación del neumático incremental bajo carga de los neumáticos. A mayor carga de las ruedas tiende a presionar la rueda en el suelo. El suelo inicia la deformación hasta que resiste contra la carga aplicada hacia el suelo.

La mayor cantidad de carga vertical que actúa sobre la rueda, la más grande fuerza de resistencia podría ser ingresada para el neumático en dirección opuesta. Y es cuando indican que ahí sucede un fenómeno que produce la deformación del neumático que afectaría el área de contacto.

Inicia a deformar hasta resiste contra la carga aplicada vertical del suelo. La mayor cantidad de la carga vertical que actúa sobre la rueda, las más grandes fuerzas de resistencia se ingresarían para neumáticos en la dirección opuesta. Este fenómeno produce deformación de la rueda que afecta área de contacto.

Cabe mencionar que, en instancia, los datos que se obtienen son a partir de parámetros para ingresarlos en el proceso de simulación, usaremos similares procesos para identificar el diagnóstico de un neumático usando datos previamente investigados y obtenidos.

También es importante recalcar que dicho artículo hace mención a las pruebas que se han ejercido sobre vehículos de carga, para la agricultura, en el proyecto de tesis se podrá ejecutar inicialmente sobre vehículos de carga promedio para zona urbana o de transporte de pasajeros.

También hay que mencionar que de acuerdo a (Garcia-Pozuelo et al., 2017) los llamados neumáticos inteligentes son uno de los campos de investigación más prometedores para ingenieros automotrices. Estos neumáticos están equipados con sensores que proporcionan información sobre la dinámica del vehículo.

Hasta ahora, los neumáticos inteligentes comerciales sólo proporcionan información sobre la presión de inflado y su contribución a los sistemas de control de estabilidad que está actualmente muy limitada. Hoy en día uno de los principales problemas para el desarrollo del neumático inteligente es cómo incrustar sensores factibles y de bajo costos para obtener información confiable como la presión de inflado, carga vertical o velocidad de la vuelta.

Estos parámetros proporcionan información clave para la caracterización dinámica del vehículo. En este artículo, los autores proponen un nuevo algoritmo basado en lógica fuzzy para estimar los parámetros mencionados por medio de un sistema de tensión único. Pruebas experimentales se han llevado a cabo para demostrar la idoneidad y la durabilidad del sistema de sensor de tensión a bordo propuesto, así como sus ventajas de bajo costo y la precisión de las estimaciones obtenidas mediante lógica fuzzy.

Es por ello que para (Garcia-Pozuelo et al., 2017) se toman parámetros para definir el sistema y en lo que se enfocan sobre todo es en la seguridad del conductor. Las variables que toman en cuenta, lo realizan como sistemas independientes, y ellos son: Anti-lock Braking System o Sistema de Frenos Antibloqueo (por sus siglas en inglés ABS), Traction Control System o Sistema de control de Tracción (por sus siglas en inglés TCS) Electronic Stability Control O Control de Estabilidad Electrónico (por sus siglas en inglés ESC), Suspension Control System O Sistema de control de Suspensión (por sus siglas en inglés SCS), etc. Existe información de los parámetros actuales que poseen los neumáticos como se muestra en la siguiente figura:

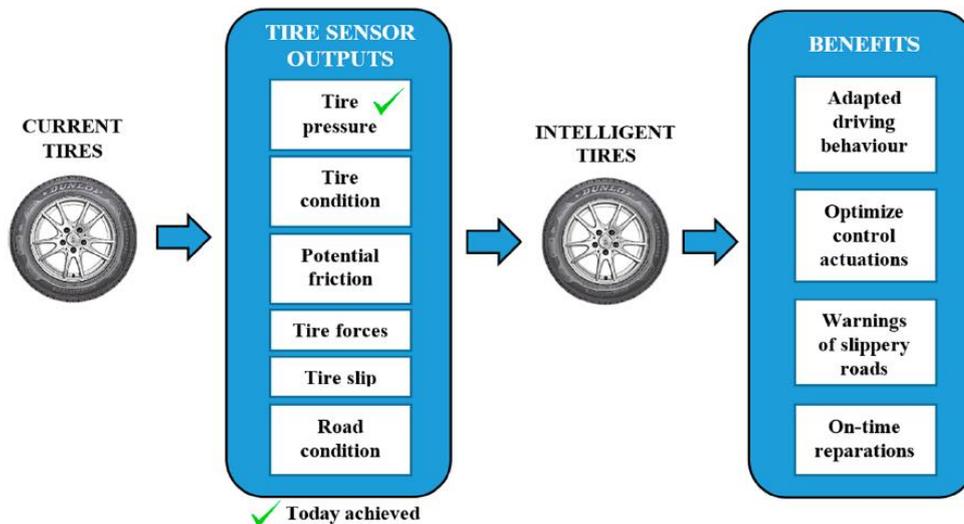


Figura 2: Información relacionada con los neumáticos para el control del vehículo y la información del conductor

Fuente: (Garcia-Pozuelo et al., 2017)

Sin embargo, hay unos factores que explican sobre el cuidado que se tiene para evitar accidentes de tránsito, ya que debido a las características de contacto entre el neumático-suelo, que no son lineales, es difícil aplicar la fuerza del pedal de freno exacto para detener el vehículo para una distancia mínima sin bloqueo de ruedas, y en consecuencia, perder

el control del vehículo y que dé lugar a un accidente, a menos que interfieran los sistemas anteriormente mencionado (ABS, TCS, ESC, SCS).

Para el presente trabajo ellos usaron: sistema de adquisición de datos, plataforma de prueba interior, un neumático y sensores de presión.

Los objetivos presentan posibilidades de ejercer o desarrollar un neumático inteligente, pero saben que es muy complicado por las condiciones que puedan presentarse, se manejan bajo parámetros en condiciones normales, de suelo temperatura, velocidad promedio, etc., sin embargo ayuda para que en un futuro se tenga mayor detalle de cómo se podría implementar mejor los neumáticos inteligentes, en nuestro caso nos enfocaremos en determinar la mayoría de parámetros usados en el mismo artículo, la posibilidad de diagnosticar si un neumático podría ser reemplazado, en cambio ellos toman en cuenta la posibilidad de estabilizar la velocidad del vehículo, para mejorar el manejo del conductor. Cuando la presión aumenta, la rigidez del neumático también aumenta, y como consecuencia, los valores de deformación de tensión y compresión durante el giro, son menores.

En cuanto a los experimentos con diferentes cargas verticales, los resultados indican que los sensores de presión longitudinal y lateral proveen información útil sobre éste aspecto.

Por otra parte, uno de los problemas más comunes en el funcionamiento del neumático es la delaminación del mismo, lo cual consiste en la separación de las capas de caucho, ante esto se determina que puede ser un causante de inestabilidad del vehículo, problemas de sobreviraje, o reventón de neumático. Si varios sensores se colocaron en la banda de rodamiento en diferentes posiciones (por ejemplo, cada 90) y uno de ellos mide la velocidad angular de la rueda incorrecta en relación con los otros sensores, podría ser posible detectar problemas de delaminación del neumático alrededor del área donde se coloca el sensor, porque el proceso de delaminación puede ser causado por un golpe, dañando el sensor e incluso la carcasa del neumático.

Todos los datos obtenidos, ayudarían para optimizar más adelante el prototipo de neumático inteligente, ya que los experimentos junto con los sensores, han demostrado y otorgado información muy útil desde los puntos característicos de la curva de presión.

Lo que plantean en general, es el desarrollo de un neumático inteligente usando un sistema con lógica fuzzy para poder mejorar la estabilidad y manejo del conductor, sin embargo, hacen mención sobre los factores que pueden interferir en las probabilidades de conducción, como el estado de las pistas, eso puede generar muchos problemas, por ello se puede optimizar para más adelante ponerlo en práctica.

Sin embargo, el proyecto se enfoca en diagnosticar enteramente sobre los neumáticos en sí, si está fallando, si tiene algún desperfecto nuestro sistema podrá diagnosticar para poder ser reemplazado.

De acuerdo a (Ross, 2010) se enfoca hacia el concepto básico de la tolerancia e incertidumbre de la lógica fuzzy y se distinguen de otras formas de incertidumbre. Principalmente se explican las funciones de pertenencia a un conjunto. En ésta realizan una revisión histórica de las incertidumbres.

Desarrolladas las ideas básicas de los conjuntos difusos, operaciones, axiomas y propiedades de conjuntos difusos que se introducen a través de comparaciones con las mismas entidades para conjuntos clásicos, presentan diversas medidas normativas para las intersecciones del modelo fuzzy (t-norms) y las uniones fuzzy (t-conorms).

Además de ello desarrollan las ideas de las relaciones difusas como un medio de asignación de tolerancia de un universo a otro, además de ello, se presentan diversas formas de la operación de composición de relaciones. De acuerdo al autor hay métodos para determinar los valores numéricos contenidos en una clase específica de relaciones borrosas, llamadas relaciones de semejanza.

Al realizar el análisis de la fusificación de variables escalares y la defuzzificación de funciones de pertenencia, se pueden presentar las características básicas de una función de pertenencia y al ser analizadas a su vez muy brevemente, la noción de conjuntos fuzzy intervalos-valorados, se pueden determinar.

Según (Ross, 2010) la defuzzificación es necesaria en el trato del mundo omnipresente (binario) que nos rodea a todos. La defuzzificación de los conjuntos fuzzy y las relaciones de fuzzy dentro de los conjuntos nítidos y las relaciones nítidas. Por ello es que también presentan ejemplos de todos los métodos que se vayan a emplear para tener un mayor entendimiento.

Más adelante se van a presentar procedimientos que son esencialmente métodos de aprendizaje. Ya que se van a proporcionar ejemplos para ilustrar cada método. Para luego definirla con el formato característico basado en reglas fuzzy, simulación no lineal y modelado de sistemas complejos.

Lo que se puede informar de dicho libro o material de información es que nos dan las pautas necesarias en cuanto a cómo la lógica fuzzy ya que como sabemos tiene las reglas para determinar un procedimiento en torno a lo que se desea desarrollar.

En el proyecto de tesis se tendrá las pautas necesarias para poder desarrollar el sistema de diagnóstico en base a los conocimientos que se viene recabando para poder aplicar el diagnóstico de manera efectiva, respetando los procedimientos para las leyes de lógica fuzzy.

3.2 Bases Teóricas del proyecto

3.2.1 ¿Qué es la Lógica Fuzzy?

La lógica difusa es una expresión matemática que nos permite diferenciar valores que son en su totalidad parcialmente verdaderas o falsas (valores entre 0 y 1), a diferencia de la lógica clásica que toma los dos únicos valores de veracidad que son falso o verdadero (valores 1 o 0). Como, por ejemplo:

¿Qué tan mojada esta la ropa?

Lógica Clásica:

0 – Seca

1 --Mojada

Lógica Difusa:

0.0 – Muy seca

0.25 –Un poco seca

0.5 –Un poco mojada

0.75 – Mojada

1.0 – Muy mojada

3.2.2 ¿Para qué usamos la Lógica Difusa?

Tenemos en cuenta la lógica difusa para poder automatizar procesos y así diseñamos un control de lógica difusa, que usan expresiones ambiguas para luego poder formular reglas o normas que controlen el sistema.

Dicho control trabaja de manera muy diferente a los sistemas de control convencionales, ya que usan el conocimiento experto para producir una amplia base de conocimientos que dará al sistema la posibilidad inmediata de tomar decisiones sobre ciertas acciones que se presentan en su operatividad.

Los sistemas de control de lógica difusa permiten detallar un conjunto de reglas o normas que usaría una persona para controlar un proceso y a partir de estas reglas producir acciones de control y manejo.

Además de ello, los sistemas de control de lógica difusa pueden aplicarse en sistemas relativamente sencillos como en sistemas cuyos patrones matemáticos sean muy complicados. En la siguiente figura, se muestra la organización de un sistema de control de lógica difusa:

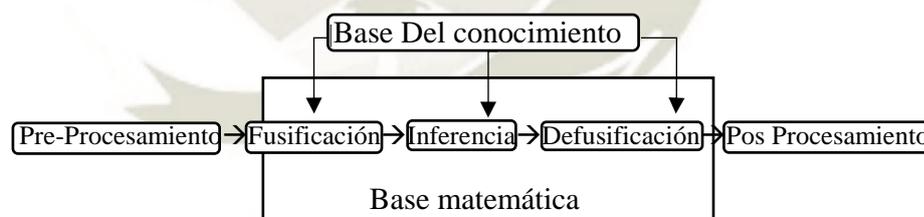


Figura 3: Modelamiento de Lógica Difusa

Fuente: Creación Propia

1. El pre procesamiento: también denominado como variables de entrada, son aquellos datos que se van a digitar o ingresar al sistema, o en tal caso es un dato proveniente del sensor que mide la variable del proceso para que pueda ser reconocido o interpretado directamente por el control de lógica Fuzzy.
2. Fusificación: En esta parte del sistema de control de lógica Difusa, la fusificación, tiene como principal objetivo convertir valores reales en valores difusos. En la fusificación se le otorgan grados de pertenencia justamente a los valores o variables de entrada con asociación a los conjuntos de lógica Difusa

previamente interpretados, usando las funciones de pertenencia asociadas a los conjuntos de lógica Difusa.

3. Base del conocimiento: En la base del conocimiento incluye el conocimiento asociado con el dominio de la aplicación y los objetivos de control. Es importante saber que en esta parte del modelo de control de lógica Difusa se deben precisar las reglas lingüísticas de control que posteriormente efectuarán la toma de decisiones que determinarán la manera en la que se va a comportar el modelo de control de lógica Difusa.
4. Inferencia: La inferencia en sí, une los conjuntos de lógica Difusa de entrada y salida para representar las reglas que se establecerán en el sistema o modelo. En la inferencia usamos información de la base del conocimiento para desarrollar patrones o reglas mediante el uso de condicionales, como, por ejemplo: if case 1, and case 2, then acción 1.

Principalmente lo que se determina en ésta parte es el conjunto de salida de cada regla.

5. Defusificación: Aquí se realiza el procedimiento de adecuar los valores de lógica difusa generados en la inferencia, como ya mencionamos anteriormente. En ésta parte se usan formas o modelos matemáticos simples como el método del Centroide, el Método del Promedio Ponderado y Método de Membresía del Medio del Máximo. Además, debemos mencionar que es el proceso que convierte un conjunto de lógica difusa a un conjunto de lógica clásica.
6. Pos Procesamiento: Definidos también como los datos de salida, son los datos que después de haberse ejecutado dentro del modelo de Lógica Difusa, son expuestos para determinar cómo se han realizado la toma de decisiones, para ello realizaremos diferentes pruebas para determinar la calidad de los procesos y así evitar algún fallo en el modelo de Lógica Difusa.

3.2.3 Historia

La lógica Difusa según (Ramirez, Barriga, Baturone, & Sanchez Solano, 2005) fue investigada a mediados de los años 70 en la Universidad de Berkeley (California) por el Catedrático Lotfy A. Zadeh de dicha universidad, en su propuesta, la lógica difusa fue presentada como una forma de procesamiento de información en la que los datos podrían tener asociados un grado de pertenencia parcial a conjuntos al que llamo principio de incompatibilidad. Desde entonces el número de aplicaciones industriales y su utilización en productos de consumo ha crecido exponencialmente.

En una primera etapa (entre 1965 y 1974), Zadeh describió el concepto general de conjunto difusa y su función de pertenencia asociada que toma valores en el

intervalo unitario. En esta primera etapa no se describieron en profundidad los mecanismos de razonamiento y la lógica asociada a esta representación.

En la segunda etapa (desde 1972 hasta el 2000) se introducen dos conceptos importantes: la variable lingüística y el concepto de reglas if-then. En la actualidad, la mayoría de aplicaciones de conjuntos fuzzy utilizan estos conceptos. Gracias al desarrollo de los conceptos de esta segunda etapa evolucionaron rápidamente aplicaciones de control fuzzy.

Por ello se considera que la lógica difusa o fuzzy puede generar una revolución en la construcción y desarrollo de productos innovadores para mejorar el tiempo, eficiencia en las actividades que se puedan planificar en cualquier área de investigación.

3.2.4 Algunas de las aplicaciones usadas mediante la lógica Difusa:

- Control de Robots en Inspecciones de túneles:

Mediante el uso de tres componentes que son: un vehículo, una pluma de grúa y un brazo robótico, verifican todas las partes del túnel incluyendo grietas pequeñas, que lo hacen aún más específico.

- Metro de Sendai (Japón):

En el sistema de control difuso se ha dividido en dos módulos: el primero para el control de velocidad y el segundo para la parada automática. Además de ello otorgan calidad al pasajero y ahorro de energía.

- Y otras aplicaciones como:

Control de un horno de cemento.
Estabilización de imágenes en cámaras de video.
Lavatrastes y lavadoras de ropa.
Conducción automática de trenes metropolitanos.
Control de aire acondicionado

4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

4.1. Justificación

Lo que motivo a desarrollar este proyecto de tesis fue fundamentalmente la entrega de datos imprecisos que algunas empresas de reencauche podrían otorgar a los clientes cuando desconocen la estructura de un neumático y las fallas que puedan presentar para poder tener un costo justo en su mantenimiento, en la realidad las evaluaciones que se realizan son visuales, esto tiene un margen de error, por ello se consideró de gran importancia utilizar el modelo de lógica difusa para poder otorgar datos más precisos para realizar los diagnósticos de una manera mucho más efectiva.

El proyecto se desarrollará para otorgar un beneficio a todos los clientes y a las pequeñas o medianas empresas de reencauche, pues como todos sabemos en nuestra sociedad, no existe un ente que regule los costos que las empresas de reencauche deberían manejar, es por ello que cuando un cliente presenta una falla en su neumático por ejemplo y desea realizar el mantenimiento del mismo, a veces por una cuestión de tiempo, apuro o cualquier otro motivo, lo realizan en la primera empresa que le puedan cobrar un poco más barato que cualquier otra, pero ello no podría garantizar un adecuado diagnóstico a sus neumáticos.

Es por ello que, mediante un sistema de control de neumáticos basado en lógica difusa, podemos diagnosticar el estado de un neumático y de esta manera reducir su tiempo de mantenimiento de vehículos al mismo tiempo podemos programar mantenimientos mediante dicho resultado.

Se generará una mayor confiabilidad al cliente ya que podrá visualizar las fallas que tiene su neumático y no solo basarse en lo que el experto en reencauche le pueda indicar, y también la empresa de reencauche podría adoptar un creciente número de clientes ya que al generar confianza en el pronóstico por parte de los clientes automáticamente se podría tener una cadena de recomendaciones adecuadas.

Se escogió la lógica difusa, ya que nos permiten generar una mejor toma de decisiones, a partir de una información específica, además que, en los últimos años, las redes difusas no solo han sido usados por científicos, ingenieros que usan la inteligencia artificial o sistemas expertos, sino también por profesionales que desean implementar una nueva técnica diferentes a las ya usadas de manera tradicional en casi cualquier área que puedan imaginar.

En su mayoría al ser desarrollado y cumplir con las probabilidades en el diagnóstico, se va a generar beneficios importantes para los propios clientes, en primer lugar ya que tendrán un mayor control del estado de sus neumáticos y podrían hacer a su vez evaluaciones las veces que les parezcan convenientes, además de ellos los beneficios que se alcanzarán para las mismas empresas de reencauche serán en su gran mayoría, ahorros significativos en inventarios, ya que al otorgar resultados más detallados sobre las fallas de los neumáticos, no tendrían además de ello que realizar reevaluaciones constantemente para encontrar las fallas en los neumáticos, significa que también podrán tener un ahorro significativo en la eficacia del pronóstico y así poder realizar un adecuado proceso de reencauche.

Para otorgar un valor significativo a la academia, los jóvenes se podrán interesar mucho más en profundizar todo lo relacionado a la lógica difusa comprobando a través del presente proyecto de tesis que al igual que se otorga una solución importante en el campo de los neumáticos, así mismo existen soluciones usando la lógica difusa para cualquier aplicación en el mundo real como ya se mencionó anteriormente, por ello se considera importante desarrollar la lógica difusa en los ámbitos que aún no están completamente cubiertos u optimizados usando la lógica difusa y no la lógica clásica.

4.2 Resumen del Proyecto.

Se presentará un desarrollo en general de un diagnóstico para el mantenimiento de los neumáticos a partir de pruebas generales, para el correcto funcionamiento del software y así poder determinar un correcto costo de mantenimiento para los neumáticos de los clientes o en este caso realizar el proceso de reencauche.

4.2.1 Descripción del Proyecto a medio y largo plazo.

4.2.1.1 Proyecto a mediano plazo

- El proyecto a mediano plazo pretende alcanzar el mercado peruano controlando los neumáticos de las empresas de reencauche o porque no decir las mismas empresas de transporte para que tengan su control de averías de neumáticos.
- El proyecto pretende alcanzar el mejor servicio de control de neumáticos a nivel nacional.
- El proyecto pretende alcanzar el primer mes de funcionamiento una propuesta a las pequeñas empresas reencauchadoras.

4.2.1.2 Proyecto a largo plazo

- El proyecto a largo plazo pretende alcanzar un mercado internacional, primero enfocándose en toda Latinoamérica y finalmente en el mundo.
- El proyecto pretende alcanzar el mejor servicio de control de neumáticos a nivel internacional.
- El proyecto pretende alcanzar a la mayor cantidad de empresas reencauchadoras posibles.

4.2.2 Usuarios del Proyecto.

Cualquier encargado en llevar el seguimiento de los neumáticos y su paso al proceso de reencauche podrá utilizar el sistema sin problema alguno.

4.2.3 Beneficios.

Las empresas pequeñas y medianas de reencauche que utilicen el sistema de diagnóstico de neumáticos se beneficiaran con lo siguiente:

- Detectar daños en el neumático que perjudiquen al mismo y su rendimiento: los vehículos que tienen un mal funcionamiento de la dirección provocan un mayor desgaste en el neumático. Pero a veces no depende mucho de la experiencia de manejo del conductor sino el estado de las pistas por donde pasan los vehículos, las condiciones climáticas, etc.
- Reducir costos en mantenimiento del neumático: el sistema registra las inspecciones periódicas que se realizan a los neumáticos montados en un vehículo, por lo tanto, se tiene el rendimiento de un neumático por kilometraje recorrido o por horas trabajadas. Los neumáticos pueden ser

reparados en varias ocasiones, pero a veces no es factible seguir reparando un neumático ya que es menos costoso adquirir uno nuevo tomando en cuenta lo siguiente: el neumático cada vez que es reparado su rendimiento no será el mismo como si fuera un nuevo neumático. Por lo tanto, el sistema podrá pronosticar la falla que tenga el neumático y así poder determinar si es factible pasar al proceso de reencauche o no.

- Reducir costos en el combustible de los vehículos: los vehículos que poseen neumáticos con un desgaste superior al límite permitido por el tipo de neumático consumen mayor combustible. El sistema podrá ayudar a determinar cuándo un neumático está completamente para el desecho y así no seguir gastando recursos en combustible.
- Evitar accidentes: los neumáticos que deben estar montados en la dirección del vehículo tienen que ser los de menor desgaste (casi nuevos), por consiguiente, los neumáticos con desgaste o que poseen una reparación (reencauchado) deberían ser montados en posiciones que no sean de la dirección, así podrían evitar accidentes lamentables.

4.2.4 Localización.

El sistema se podría acoplar dentro de la misma empresa teniendo su encargado de TI para un mayor manejo en su gestión.

4.2.5 Impacto y sostenibilidad del Proyecto.

4.2.5.1 Impacto

En la actualidad existen sistemas de control de neumáticos en el mercado. Muchos de los sistemas que existen son privados y han sido desarrollados según la necesidad de un cliente. El sistema que se propone en esta tesis será el primero que utilice la lógica difusa para el diagnóstico en las fallas de los neumáticos montados en un vehículo.

El sistema tendrá en cuenta los parámetros relevantes de un neumático para el diagnóstico, tales como: averías previas, parchados, etc.

El sistema de control de neumáticos mediante lógica difusa, podrá ser ejecutada a través de las tecnologías mencionadas con lo cual se podría desarrollar o ser desplegada para emitir los resultados al cliente o usuario en particular y las empresas de reencauche en sí.

4.2.5.2 Sostenibilidad

En el Perú el Ministerio de Transportes y Comunicaciones le podría parecer atractiva la idea de contar con un sistema como el que se pretende alcanzar con este trabajo de investigación.

Esto se debería a que un sistema que pueda controlar el rendimiento de los neumáticos y sobre todo teniendo el control de cada neumático por unidades (vehículos) en las empresas, le abriría la posibilidad de implementar nuevos parámetros de control obligatorios, para todas las empresas de transporte terrestre en el territorio peruano.

4.2.6 Riesgos que debemos afrontar.

Los principales riesgos serían:

- Un débil diagnóstico para emitir una falla o cambio de los neumáticos, ya que los técnicos en reencauche tienen una mayor confiabilidad en su trabajo, sobre todo por la experiencia.
- No disponer de los servicios de red a tiempo para ejercer alguna decisión importante sobre el manejo de diagnósticos de los neumáticos.

5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

5.1 Definición del Proyecto.

Software de diagnóstico para reencauche de neumáticos aplicando lógica difusa.

5.1.1 Aspectos Técnicos

El beneficio que tiene nuestro sistema es que se podría desplegar en la misma empresa, a través de un instalable y dicho sistema usará la lógica difusa como principal funcionamiento y por ello ayudará a una mayor y mejor posibilidad de diagnóstico con los neumáticos.

El sistema estará desarrollado en Java, y será posible demostrar la confiabilidad del mismo tomando en cuenta los datos investigados.

5.1.2 Aspectos Económicos

Se tendrá un ahorro significativo para la economía de los clientes que hagan uso del sistema.

Se podrá tener un ahorro económico, ya que presentarán los diagnósticos respectivos, dando muchas situaciones para que el usuario y sobre todo la empresa puedan saber cuándo deberán reparar o realizar un reencauche respectivamente o en tal caso saber el costo que se tendría que hacer por el proceso de reencauche.

5.1.3 Aspectos Comerciales

El sistema de control de neumáticos y su rendimiento, será desarrollado en software libre, es decir no se invertirá por ninguna licencia. El sistema producto de esta investigación tendrá dos versiones:

La versión gratuita: en esta versión el usuario podrá hacer uso del sistema con ciertas restricciones, por lo tanto, el sistema le permitirá las siguientes funcionalidades:

- Registrar marcas y modelos de neumáticos
- Realizar inspecciones por neumático montado por vehículo
- Pronosticar estado de neumático.

La versión licenciada: en esta versión el usuario podrá hacer uso del sistema sin restricciones, por lo tanto, el sistema le permitirá las siguientes funcionalidades:

- Registrar marcas y modelos de neumáticos
- Realizar inspecciones por neumático montado por vehículo
- Realizar rotaciones de neumáticos en los vehículos
- Procesar rendimiento diario y mensual de neumáticos mediante reportes a la empresa.

5.1.4 Recursos del Proyecto

Los recursos que se utilizarán en el proyecto de tesis están definidos de la siguiente manera:

Recursos de Software:

- Java
- jLogicFuzzy library
- IDE Netbeans 8.2

Recursos de Hardware

- PC
- Laptop

Recursos humanos:

- Programador del sistema

6. Metodología a emplear

En el desarrollo de este proyecto software se seguirá una metodología ágil como lo es SCRUM, ya que nos permite resultados anticipados y mitigación de riesgos. En SCRUM tenemos que definir los roles involucrados en el presente proyecto software, que son los siguientes:

- **Product Owner:** se asegura de que el enfoque inicial para la solicitud del usuario de la organización no se distorsione y pueda ser ejecutada de forma adecuada desde la perspectiva del negocio. El Product Owner ayuda al usuario a mostrar las tareas precedentes, las prioriza, y luego de ser definidas o establecidas las coloca en el Product Backlog.
- **Product Backlog:** se encargará de presentar los respectivos avances de desarrollo de manera funcional, generando satisfacción constante por parte del usuario, ésta fase es muy importante ya que dependerá de la experiencia, conocimientos, habilidad, eficiencia del desarrollador en sí.

También está incluida el proceso de trabajo en cuanto a: análisis, diseño, desarrollo, pruebas, documentación, etc. A continuación, se presentan los roles para la metodología SCRUM:

Roles	Personal
Product Owner	Gian Carlo Angles Medina
Product Backlogger	Gian Carlo Angles Medina

Figura 4: Distribución y Rol de Metodología SCRUM
Fuente: Creación Propia

7. PLAN DE TRABAJO

A partir de la metodología SCRUM, se considera implantar el desarrollo del SPRINT de manera continua, y a su vez se concretará un daily meeting con el desarrollador del sistema y el usuario del sistema. Para ello a continuación, se presenta el plan de trabajo para poder desarrollar el proyecto de tesis:

Actividad	Inicio	Final	1-May	2-May	3-May	4-May	5-May	6-May	7-May	8-May	9-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	15-May	16-May	17-May	18-May	19-May	20-May	21-May	22-May	23-May	24-May	25-May	26-May	27-May	28-May	29-May	30-May	
Marco Conceptual	1. Definición del Problema	1/05/2021	3/05/2021	█	█																												
	2. Conceptos Relacionados																																
	3. Plan de Proyecto	3/05/2021	6/05/2021		█	█	█																										
	4. Estado del Arte																																
	5. Revisión General																																
Análisis	6. Definición de Metodología	6/05/2021	9/05/2021																														
	7. Requerimientos Funcionales																																
	8. Requerimientos No Funcionales	9/05/2021	12/05/2021																														
	9. Análisis Técnico y Económico																																
	10. Modelo Dimensional																																
11. Revisión General																																	
Diseño	12. Arquitectura de la Herramienta	12/05/2021	17/05/2021																														
	13. Diseño del sistema																																
	14. Revisión General	17/05/2021	20/06/2021																														
Pruebas	15. Pruebas del sistema concretas	20/05/2021	23/05/2021																														
Conclusiones	16. Conclusiones	23/05/2021	25/05/2021																														
	17. Revisión General del Proyecto de Tesis	25/05/2021	30/05/2021																														

Figura 4: Plan de Trabajo para el proyecto de Tesis
Fuente: Creación Propia

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedregal, V., & Velarde, P. H. (n.d.). Consideraciones y Estructuras del Proyecto y Tesis Héctor Raúl Velarde Bedregal, 1–41.
- Buckholtz, K. R. (2010). Use of Fuzzy Logic in Wheel Slip Assignment - Part I: Yaw Rate Control. In *SAE Technical Paper Series*. <https://doi.org/10.4271/2002-01-1221>
- Çarman, K. (2008). Prediction of soil compaction under pneumatic tires a using fuzzy logic approach. *Journal of Terramechanics*. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2008.10.001>
- Cong, G., Lotfi, M., Mouloud, D., & Yoichi, H. (2009). Direct Yaw-Moment Control of an In-Wheel-Motored Electric Vehicle Based on Body Slip Angle Fuzzy Observe. *Ieee Transactions on Industrial Electronics*. <https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2013737>
- El Hajjaji, A., Ciocan, A., & Hamad, D. (2005). Four wheel steering control by fuzzy approach. In *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s10846-005-3805-z>
- Garcia-Pozuelo, D., Olatunbosun, O., Yunta, J., Yang, X., & Diaz, V. (2017). A novel strain-based method to estimate tire conditions using fuzzy logic for intelligent tires. *Sensors (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/s17020350>
- INEI. (2017). Nota de Prensa: Sector transporte, almacenamiento , correo y mensajería., 5–7.
- Marçal, R. F. M., Hatakeyama, K., & Czelusniak, D. J. (2014). Expert System Based on Fuzzy Rules for Monitoring and Diagnosis of Operation Conditions in Rotating Machines. *Advanced Materials Research*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1061-1062.950>
- Morales-Luna, G. (2002). Introducción a la lógica difusa. *Centro de Investigación y Estudios AVanzados Del IPN*.
- Ramirez, A., Barriga, A., Baturone, I., & Sanchez Solano, S. (2005). Capítulo 2 : Logica difusa Conceptos Fundamentales. *Libro Electrónico Sobre Lógica Difusa*, 35–59. Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/ramirez_r_o/capitulo3.pdf
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic with Engieering Applications*. University of New Mexico. <https://doi.org/10.1002/9781119994374>
- Solera Ramírez, Á. (2003). El filtro de kalman. *Nota Técnica, Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica*.
- Taghavifar, H., & Mardani, A. (2014). Fuzzy logic system based prediction effort: A case study on the effects of tire parameters on contact area and contact pressure. *Applied Soft Computing Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.10.005>
- Tahami, F., Farhangi, S., & Kazemi, R. (2004). A Fuzzy Logic Direct Yaw-Moment Control System for All-Wheel-Drive Electric Vehicles. *Vehicle System Dynamics*. <https://doi.org/10.1076/vesd.41.3.203.26510>
- Tavasoli, A., & Naraghi, M. (2013). Interior-point method to optimize tire force allocation in 4-wheeled vehicles using high-level sliding mode control with adaptive gain. *Asian Journal of Control*. <https://doi.org/10.1002/asjc.594>
- Xiangwen Zhang, Zhixue Wang, Wei Li, Dongzhi He, & Feiyue Wang. (2005). A fuzzy logic controller for an intelligent tires system. <https://doi.org/10.1109/ivs.2005.1505216>

Anexo 2 – Guía de Observación N° 1

Guía de Observación				
Nombres y Apellidos:	Hector Frans Espinal Gutierrez			
Empresa:	Relino S.A.			
Dirección:	Av. Sepúlveda 125 - Miraflores			
Cargo:	Jefe de Planta.			
Módulo:	Inspección.			
Fecha:	21/10/2021			
1 = Regular	2 = Buena	3 = Muy Buena	4 = Excelente	
Aspectos a tener en cuenta para la inspección de los neumáticos antes de pasar al proceso de reencauche	Valoración			
	1	2	3	4
El operario entendió las necesidades sobre el software			X	
El operario estuvo siempre dispuesto a ayudar		X		
El tiempo para la inspección por parte del operario fue adecuada		X		
Los datos entregados se basaron en la experiencia por parte del operario		X		
El ambiente del área de inspección es óptima		X		
Los neumáticos desechados se encuentran en otra área			X	
Los clientes esperan un tiempo prolongado antes de saber el estado de su neumático		X		
El operario mantiene el orden cuando realiza la inspección del neumático		X		
Observaciones generales				
FIRMA	 Ing. CIP HÉCTOR FRANS ESPINAL GUTIERREZ Registro 136500 - MECANICO			
	 20411583521 Av. Sepúlveda 125 Miraflores - Telf.: 225865 Arequipa			

Anexo 3 – Guía de Observación N° 2

Guía de Observación				
Nombres y Apellidos:	Javier Rodrigo Valencia Galdo			
Empresa:	Relino S.A			
Dirección:	Av. Sepúlveda 125 Miraflores			
Cargo:	Supervisor			
Módulo:	Inspección			
Fecha:	2/10/2021			
1 = Regular	2 = Buena	3 = Muy Buena	4 = Excelente	
Aspectos a tener en cuenta para la inspección de los neumáticos antes de pasar al proceso de reencache	Valoración			
	1	2	3	4
El operario entendió las necesidades sobre el software		X		
El operario estuvo siempre dispuesto a ayudar			X	
El tiempo para la inspección por parte del operario fue adecuada	X			
Los datos entregados se basaron en la experiencia por parte del operario			X	
El ambiente del área de inspección es óptima		X		
Los neumáticos desechados se encuentran en otra área			X	
Los clientes esperan un tiempo prolongado antes de saber el estado de su neumático		X		
El operario mantiene el orden cuando realiza la inspección del neumático		X		
Observaciones generales				
FIRMA	 DNI 40524350 Javier Valencia Galdo			
	 20411583521 Av. Sepúlveda 125 Miraflores - Telf.: 229865 Arequipa			

Anexo 4 – Cuestionario sobre Inspección de Neumáticos

Cuestionario sobre inspección de neumáticos	
Nombre de la Empresa	Pellino S.A.
Dirección	Av. Sepúlveda 125- Miraflores
Área:	Inspección
Evaluador:	Gran Carla Angles Medina
Entrevistado:	Hector Espinal Gutierrez.
Cargo:	Sofo, Planta
Fecha:	21/10/2021
<p>Nota: El presente cuestionario permite la recolección de datos a través de preguntas semiestructuradas para medir la gestión en la evaluación de los neumáticos antes de pasar al proceso de reencauche.</p>	
¿Qué factores determinan el mal uso a los neumáticos?	
¿Qué otros equipos tecnológicos que determinan las fallas en los neumáticos?	
¿Cuál es la primera falla que evalúa el operario al neumático?	
¿Qué factor determina la garantía que un neumático reencauchable prolongue su tiempo de vida?	
¿El cliente tiene alguna manera de saber cuántas veces un neumático ha sido reencauchado?	
¿La sopladura del neumático determina el descarte completo para un reencauche?	
¿Qué herramientas tecnológicas posee la empresa para la detección de las fallas en los neumáticos?	
¿Cuál es el margen de error del operario al momento de realizar la inspección de los neumáticos?	
¿Qué hacen con los neumáticos que se desechan?	
¿Qué daños frecuentes ocasionan a los neumáticos los tipos de asfaltos, calles, carreteras, o vías?	
¿Qué tipos de neumáticos reciben para su reencauche?	
¿Cómo puede afectar el rendimiento de un neumático la cantidad de parches?	
¿Cuáles son los elementos externos que pueden dañar la banda de rodamiento de un neumático?	
¿Cómo es la evaluación de los neumáticos de lona?	
¿Qué tipos de neumáticos reciben para el sector minero?	
Observaciones generales	
FIRMA	 Ing. CIP HÉCTOR FRANS ESPINAL GUTIERREZ Registro 136500 - MECANICO
	 20411583521 Av. Sepúlveda 125 Miraflores - Telf :225865 Arequipa