



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA SOFTWARE

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA
GRAFICACIÓN DE ATRACTORES CAÓTICOS UTILIZANDO LA
METODOLOGÍA SCRUM

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA DE SOFTWARE

AUTORA:

THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA SOFTWARE

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA
GRAFICACIÓN DE ATRACTORES CAÓTICOS UTILIZANDO LA
METODOLOGÍA SCRUM

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA DE SOFTWARE

AUTORA: THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA

DIRECTOR: ING. OMAR SALVADOR GOMEZ GOMEZ

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Thalía Fernanda Zárate Mora

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Thalía Fernanda Zárate Mora, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de diciembre de 2023

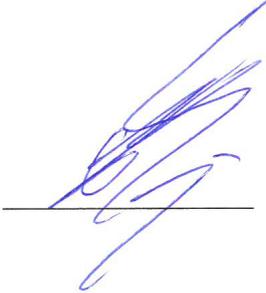
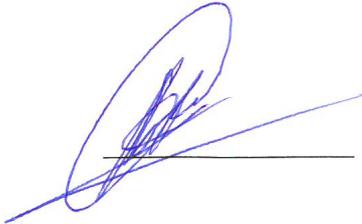


.....
Thalía Fernanda Zárate Mora

0605847813

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA SOFTWARE

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA GRAFICACIÓN DE ATRACTORES CAÓTICOS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCRUM**, realizado por la señorita: **THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Gloria De Lourdes Arcos Medina PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-12-08
Ing. Omar Salvador Gómez Gómez DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-08
Ing. Raúl Hernán Rosero Miranda ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-08

DEDICATORIA

El presente trabajado de integración curricular lo dedico, principalmente a mis padres, Raúl Zárate y Lourdes Mora, cuya dedicación y sacrificio han sido la base de mi educación y el pilar de mis logros. A ustedes les dedico es trabajo como un humilde homenaje a su amor incondicional y agradecimiento eterno.

A mis hermanos, Milton, Edwin y Katheryn, por su constante aliento, comprensión y por ser mi sostén en cada etapa de este desafiante pero enriquecedor camino académico.

A Néstor, su apoyo incondicional en los momentos desafiantes y sobre todo su fe en mis capacidades han sido mis mayores motivaciones, y cada logro en este camino lo comparto contigo.

Este trabajo está dedicado a cada persona que ha dejado una huella en mi vida académica y personal. Su influencia ha moldeado mi trayectoria e incluso ha sido luz en los momentos de dificultad. Gracias por ser mi inspiración y por formar parte de este logro.

Thalía

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo. En primer lugar, agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente, con excelentes docentes que aportaron todo su conocimiento como base de mi crecimiento académico.

Mi gratitud se extiende especialmente hacia mi director, Omar Gómez, cuya guía experta y dedicación fueron fundamentales para la culminación de este Trabajo. También agradezco a mi asesor, Raúl Rosero, por sus valiosos aportes y orientación a lo largo de esta investigación.

No puedo dejar de reconocer el apoyo brindado por mis padres, Raúl Zárate y Lourdes Mora, cuyo amor, sacrificio y aliento constante han sido mi mayor inspiración. A mis hermanos Milton, Edwin y Katheryn, les agradezco por su apoyo incondicional y comprensión a lo largo de este desafiante pero gratificante trayecto académico.

A Néstor, por su paciencia, comprensión y apoyo constante. Su presencia ha sido mi fuente de fortaleza y motivación en este viaje. Agradezco profundamente todo lo que has significado para mí en esta etapa de mi vida.

A la comunidad académica, a mis compañeros y a cada persona que ha contribuido directa o indirectamente en este proceso, mi más profundo agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin el respaldo y la colaboración de cada uno de ustedes. ¡Gracias por ser parte de este importante capítulo en mi vida académica!

Thalía

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Antecedentes.....	2
1.2.	Formulación del problema	4
1.3.	Sistematización del Problema	4
1.4.	Justificación	4
1.4.1.	<i>Justificación teórica</i>	4
1.4.2.	<i>Justificación aplicada</i>	5
1.5.	Objetivos	6
1.5.1.	<i>Objetivo general</i>	6
1.5.2.	<i>Objetivos específicos</i>	6

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	7
2.1.	Caos	7
2.2.	Sistemas dinámicos	7
2.2.1.	<i>Sistema caótico</i>	8
2.2.2.	<i>Ventajas y desventajas de sistema caótico</i>	9
2.2.3.	<i>Atractor caótico</i>	10
2.2.3.1.	<i>Atractor extraño</i>	11
2.2.4.	<i>Atractor de Lorenz</i>	11
2.2.5.	<i>Atractor de Rössler</i>	12
2.2.6.	<i>Atractor de Sprott</i>	13
2.2.7.	<i>Atractor de Chen</i>	14

2.3.	Aplicaciones web	14
2.4.	Aplicación web de graficación	15
2.5.	Arquitectura de software.....	15
2.5.1.	<i>Patrón de diseño MVC</i>	15
2.5.1.1.	<i>Ventajas y desventajas del patrón de diseño MVC</i>	16
2.6.	Modelo 4+1 de Kruchten	17
2.7.	Herramientas de desarrollo de la aplicación web para graficar atractores.....	19
2.7.1.	<i>Frameworks utilizados en el desarrollo de la aplicación web de graficación</i>	19
2.7.1.1.	<i>Framework Vue.js para el FrontEnd</i>	20
2.7.1.2.	<i>Framework Laravel para el BackEnd</i>	20
2.7.2.	<i>Sistema de gestión de base de datos</i>	21
2.7.3.	<i>Herramientas para la automatización de pruebas de software</i>	21
2.8.	Metodología ágil de desarrollo de software: SCRUM	22
2.8.1.	<i>Roles en la metodología SCRUM</i>	23
2.8.2.	<i>Proceso para el desarrollo del software en SCRUM</i>	23
2.9.	Estándar ISO/IEC 25000.....	24
2.9.1.	<i>Estándar ISO/IEC 25010</i>	25
2.10.	Eficiencia de desempeño según el estándar ISO/IEC 25010.....	26
2.11.	Trabajos relacionados.....	26

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	28
3.1.	Diseño de la investigación.....	28
3.1.1.	<i>Tipo de investigación</i>	28
3.1.2.	<i>Métodos de investigación</i>	28
3.1.3.	<i>Técnicas de investigación</i>	29
3.2.	Análisis preliminar de la aplicación web de graficación de atractores caóticos	31
3.2.1.	<i>Determinar el proceso actual de graficación de atractores caóticos que utiliza GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH</i>	31
3.2.2.	<i>Estudio de los atractores caóticos utilizados por GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH</i>	33
3.2.2.1.	<i>Características del atractor de Lorenz</i>	33
3.2.2.2.	<i>Características del atractor de Rössler</i>	34
3.2.2.3.	<i>Características del atractor de Chen</i>	35
3.2.2.4.	<i>Características del atractor de Sprott</i>	36

3.2.3.	<i>Estudio de factibilidad</i>	39
3.2.3.1.	<i>Factibilidad técnica</i>	39
3.2.3.2.	<i>Factibilidad económica para la aplicación web</i>	40
3.3.	Fase de planificación	40
3.3.1.	<i>Personas involucradas</i>	40
3.3.2.	<i>Tipos y roles de usuario en la aplicación web</i>	41
3.3.3.	<i>Actividades realizadas en el desarrollo de la aplicación web</i>	42
3.3.4.	<i>Product backlog</i>	43
3.3.5.	<i>Sprint backlog</i>	45
3.3.6.	<i>Reuniones en SCRUM</i>	47
3.4.	Fase de desarrollo	47
3.4.1.	<i>Arquitectura modelo vista controlador en el contexto del modelo “4+1” de Kruchten</i>	47
3.4.1.1.	<i>Vista lógica</i>	48
3.4.1.2.	<i>Vista de desarrollo</i>	50
3.4.1.3.	<i>Vista de procesos</i>	50
3.4.1.4.	<i>Vista física</i>	51
3.4.1.5.	<i>Vista +1 de escenarios</i>	52
3.4.2.	<i>Convención de codificación</i>	53
3.4.3.	<i>Modelo físico de la base de datos</i>	54
3.4.4.	<i>Diccionario de datos</i>	55
3.4.5.	<i>Diseño de interfaz de la aplicación web</i>	56
3.4.6.	<i>Documentación</i>	57
3.4.6.1.	<i>Historias técnicas</i>	57
3.4.6.2.	<i>Historias de usuario</i>	58
3.4.6.3.	<i>Pruebas Automatizadas</i>	59
3.4.6.4.	<i>Fase de cierre</i>	60
3.4.7.	<i>Método utilizado para la evaluación de la eficiencia en función a la norma la ISO/IEC 25010</i>	61
3.4.7.1.	<i>Población</i>	61
3.4.7.2.	<i>Recopilación de datos</i>	61

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	63
4.1.	Evaluación de la eficiencia de desempeño según la norma ISO/IEC 25010	63

4.1.1.	<i>Evaluación de la subcaracterística comportamiento temporal</i>	63
4.1.1.1.	<i>Tiempo de respuesta</i>	64
4.1.2.	<i>Evaluación de la subcaracterística utilización de recursos</i>	67
4.1.2.1.	<i>Uso de memoria RAM</i>	67
4.1.2.2.	<i>Uso de CPU</i>	69
4.1.2.3.	<i>Uso de GPU</i>	70
4.1.3.	<i>Evaluación de la subcaracterística Capacidad</i>	72
4.2.	Evaluación comparativa de tiempos de respuesta mediante un test estadístico	76
4.2.1.	<i>Planteamiento de la hipótesis</i>	76
4.2.2.	<i>Recopilación de datos</i>	76
4.2.3.	<i>Selección del test estadístico</i>	78
4.2.4.	<i>Aplicación del test estadístico</i>	78
4.2.5.	<i>Interpretación de resultados del test estadístico</i>	80
4.2.6.	<i>Conclusión del test estadístico</i>	81

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Ventajas y desventajas del sistema caótico.....	9
Tabla 2-2: Ventajas y desventajas del patrón arquitectónico modelo vista controlador	17
Tabla 3-1: Características principales de los atractores caóticos por GrIISoft.....	38
Tabla 3-2: Recursos hardware.....	39
Tabla 3-3: Recursos software.....	39
Tabla 3-4: Recursos humanos	40
Tabla 3-5: Costos de desarrollo de la aplicación.....	40
Tabla 3-6: Personas involucradas	40
Tabla 3-7: Tipos y roles de usuario.....	41
Tabla 3-8: Actividades realizadas en el desarrollo de la aplicación web	42
Tabla 3-9: Método de estimación de trabajo T-Shirt	43
Tabla 3-10: Product backlog: Historias de usuario	44
Tabla 3-11: Product backlog: Historias técnicas.....	45
Tabla 3-12: Sprint backlog.....	46
Tabla 3-13: Convención de codificación del modelo.....	53
Tabla 3-14: Diccionario de datos	55
Tabla 3-15: Documentación de las historias técnicas	58
Tabla 3-16: Documentación de las historias de usuarios	58
Tabla 4-1: Tiempos de respuesta del proceso actual de GRISOFT.....	65
Tabla 4-2: Tiempos de respuesta de la aplicación web	66
Tabla 4-3: Comparación resultados de tiempos promedios de GRIISOFT y aplicación web .	66
Tabla 4-4: Resultado del uso de memoria RAM.....	68
Tabla 4-5: Resultado del uso de CPU	70
Tabla 4-6: Resultado del uso de GPU	72
Tabla 4-7: Resultados de las tres primeras pruebas en JMeter.....	74
Tabla 4-8: Resultado de la prueba con 204 usuarios en JMeter.....	75
Tabla 4-9: Resultado de prueba en JMeter que contiene el límite de usuarios sin errores	75
Tabla 4-10: Tiempos de respuesta agrupados	76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Atractor de Lorenz	12
Ilustración 2-2: Atractor Rössler	13
Ilustración 2-3: Atractor de Sprott.....	13
Ilustración 2-4: Atractor de Chen.....	14
Ilustración 2-5: Capas del patrón arquitectónico MVC.....	16
Ilustración 2-6: Modelo 4+1 de Kruchten	17
Ilustración 2-7: Modelo Divisiones Norma ISO/IEC 25000	25
Ilustración 2-8: Características de la norma ISO/IEC 25010	25
Ilustración 3-1: Proceso actual de Graficación de GrIISoft	32
Ilustración 3-2: Modelo matemático del atractor de Lorenz	34
Ilustración 3-3: Modelo matemático del atractor de Rossler.....	35
Ilustración 3-4: Modelo matemático del atractor de Chen	36
Ilustración 3-5: Modelo matemático del atractor de Sprott.....	37
Ilustración 3-6: Vista lógica de la aplicación web de Graficación de atractores caóticos	49
Ilustración 3-7: Vista de desarrollo de la aplicación web de Graficación	50
Ilustración 3-8: Vista de procesos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. 51	
Ilustración 3-9: Vista física de la aplicación web de.....	52
Ilustración 3-10: Vista de escenarios de aplicación web de graficación de atractores caóticos 53	
Ilustración 3-11: Modelo físico de la base de datos de graficación de atractores caóticos	54
Ilustración 3-12: Pantalla principal de aplicación web de graficación de atractores caóticos ...	56
Ilustración 3-13: Pantalla de graficación del atractor de Chen.....	57
Ilustración 3-14: Reporte final de la ejecución de la suite de pruebas en Katalon	59
Ilustración 3-15: GrIISoft Burndown Chart	60
Ilustración 4-1: Salida de la ejecución de Python	64
Ilustración 4-2: Salida de tiempos respuesta de aplicación de graficación atractores caóticos. 65	
Ilustración 4-3: Comparación de tiempos de respuesta entre el proceso actual	67
Ilustración 4-4: Captura de Memoria RAM que arroja el administrador de tareas	68
Ilustración 4-5: Grafica de barras de la comparación de consumos de Memoria.....	69
Ilustración 4-6: Captura de CPU que arroja el administrador de tareas	69
Ilustración 4-7: Gráfica comparativa de la utilización de recursos CPU de los	70
Ilustración 4-8: Captura del consumo de GPU que arroja el Administrador.....	71
Ilustración 4-9: Comparativa de la utilización de recursos GPU de los	72
Ilustración 4-10: Configuración de la petición HTTP al módulo de graficación	73

Ilustración 4-11: Configuración de la petición HTTP en JMeter hacía módulo de graficación	73
Ilustración 4-12: Configuración del escenario de carga en JMeter con 100 usuarios	74
Ilustración 4-13: Código en lenguaje R del test estadístico a ejecutar usando R Studio	79
Ilustración 4-14: Resultado descriptivo por grupo de la ejecución	79
Ilustración 4-15: Diagrama de caja con la distribución de los tiempos de respuesta.....	79
Ilustración 4-16: Resultados de la ejecución del modelo ANOVA	80

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ACTA DE REUNIONES CON EL CLIENTE

ANEXO B: MANUAL TÉCNICO

ANEXO C: MANUAL DE USUARIO

ANEXO D: ACTA DE ENTREGA DEL PRODUCTO SOFTWARE

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular aborda el desarrollo de una aplicación web orientada a la graficación de atractores caóticos, utilizando la metodología Scrum, con el objetivo de mejorar y automatizar el proceso de generación de estos atractores en el Grupo de Investigación en Ingeniería de Software (GrIISoft), perteneciente a la Facultad de Informática y Electrónica (FIE) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Se enfocó en la implementación de módulos esenciales como la gestión de usuarios, autenticación, creación y consulta de gráficos usando Scrum, teniendo 17 historias de usuarios y 8 historias técnicas, las cuales se repartieron en 4 sprints. Los atractores caóticos considerados fueron Lorenz, Rossler, Sprott y Chen. Para evaluar la eficiencia de la aplicación, se comparó su desempeño temporal y el uso de recursos con el proceso actual de GrIISoft. Los resultados mostraron una mejora significativa en eficiencia, con una reducción promedio del tiempo de respuesta de 10501,67 ms a 116,57 ms, lo que representa un incremento de aproximadamente 98.9%. En términos de recursos, la aplicación mostró un uso eficiente de memoria y CPU en diferentes navegadores, destacando Edge y Opera con consumos inferiores. La capacidad de la aplicación web para manejar usuarios concurrentes también se verificó, demostrando su capacidad para atender a hasta 207 usuarios simultáneamente. El análisis estadístico ANOVA respalda la mejora en los tiempos de respuesta a lo largo del tiempo. En conjunto, este estudio muestra la utilidad y eficiencia de la aplicación web desarrollada para la graficación de atractores caóticos.

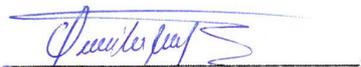
Palabras clave: <DESARROLLO DE APLICACIONES WEB>, <METODOLOGÍA DE DESARROLLO ÁGIL (SCRUM)>, <ATRACTORES CAÓTICOS>, <MODELO VISTA CONTROLADOR (MVC)>, <NORMA ISO/IEC 25010>, <EFICIENCIA>.



ABSTRACT

The present curricular integration work addresses the development of a web application targeted to the graphing of chaotic attractors, using the Scrum methodology, with the aim of improving and automating the process of generating these attractors in the Software Engineering Research Group (GrllSoft), belonging to the Faculty of Informatics and Electronics (FIE) of the Higher Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH). It focused on the implementation of essential modules such as user management, authentication, creation and query of graphs using Scrum, having 17 user stories and 8 technical stories, which were divided into 4 sprints. The chaotic attractors considered were Lorenz, Rossler, Sprott and Chen. To evaluate the efficiency of the application, its temporal performance and resource usage were compared with the current GrllSoft process. The results showed a significant improvement in efficiency, with an average reduction in response time from 10501.67 ms to 116.57 ms, which represents an increase of approximately 98.9%. In terms of resources, the application showed efficient use of memory and CPU in different browsers, highlighting Edge and Opera with lower consumption. The web application's ability to handle concurrent users was also verified, demonstrating its ability to serve up to 207 users simultaneously. ANOVA statistical analysis supports the improvement in response times over time. Largely, this study shows the usefulness and efficiency of the web application developed for graphing chaotic attractors.

Keywords: <WEB APPLICATION DEVELOPMENT>, <AGILE DEVELOPMENT METHODOLOGY (SCRUM)>, <CHAOTIC ATTRACTORS>, <MODEL VIEW CONTROLLER (MVC)>, <ISO/IEC 25010 STANDARD>, <EFFICIENCY>


Lic. Nelly Padilla P. Mgs
0603818717
DOCENTE FIE

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la visualización y representación gráfica de sistemas caóticos, el desarrollo de aplicaciones web modernas ha ganado relevancia como medio para mejorar la accesibilidad y eficiencia en la generación de atractores caóticos. El presente trabajo se centra en la creación de una aplicación web destinada a tal fin, específicamente dirigida al Grupo de Investigación en Ingeniería de Software (GrIISoft), perteneciente a la FIE-ESPOCH. Este grupo se encuentra desarrollando el proyecto titulado: Enfoque de cifrado de objetos JSON utilizando sincronización caótica a partir de análisis de un conjunto de atractores (IDIPI-283), en donde uno de los procesos necesarios es la graficación de atractores caóticos. El propósito principal de este proyecto es abordar la necesidad de optimizar y agilizar el proceso actual de generación de atractores, incorporando la metodología ágil Scrum para su desarrollo.

La aplicación web desarrollada se estructura en módulos clave que abarcan desde la gestión de usuarios hasta la visualización y consulta de gráficos. Para asegurar su viabilidad y eficiencia, se realizó un estudio de los atractores caóticos utilizados por GrIISoft, enfocándose en los atractores Lorenz, Rossler, Sprott y Chen. A lo largo de este trabajo de integración curricular, se describe el proceso de desarrollo, destacando la metodología Scrum como enfoque de gestión que permite iteraciones regulares y una comunicación eficiente entre el equipo de desarrollo y los interesados.

Para evaluar el rendimiento de la aplicación web, se compararon los tiempos de respuesta con el proceso previo de GrIISoft. Los resultados revelan una mejora significativa en términos de velocidad de respuesta, lo que se traduce en una experiencia de usuario más fluida y efectiva. Además, se analizó el uso de recursos en diferentes navegadores, demostrando la eficiencia de la aplicación en términos de consumo de memoria RAM, CPU y GPU. Se evalúa también la capacidad de la aplicación para manejar múltiples usuarios concurrentes, lo que demuestra su escalabilidad y adaptabilidad.

El análisis estadístico ANOVA aplicado a los tiempos de respuesta respalda las mejoras observadas, validando la significativa diferencia entre los períodos pretest y posttest. En conjunto, este trabajo presenta una solución efectiva para la generación de atractores caóticos a través de una aplicación web, incorporando los principios ágiles de Scrum para su desarrollo y garantizando mejoras notables en términos de rendimiento y eficiencia en comparación con el proceso previo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Los sistemas caóticos están generando un gran interés en el campo de la criptografía gracias a la teoría del caos, la cual describe un "orden dentro del desorden". Se trata de sistemas dinámicos no lineales que pueden generar resultados aparentemente impredecibles a partir de ciertas condiciones iniciales extremadamente sensibles, lo que los convierte en herramientas útiles para abordar problemas como la volatilidad en la bolsa de valores, la meteorología y la dinámica poblacional. Sin embargo, si conocemos las condiciones iniciales, podemos intentar determinar la trayectoria del sistema (Cisneros, Escamilla y Plascencia 2010). Existen varios modelos que describen un comportamiento caótico, (Lorenz 1963) describió tres ecuaciones diferenciales bien definidas al intentar predecir los fenómenos meteorológicos, estas ecuaciones dan lugar al ya muy conocido atractor de Lorenz, por otra parte, (Chua 1992) desarrolló un circuito eléctrico no lineal que demostró por primera vez el comportamiento caótico en sistemas dinámicos que formulaba un atractor extraño.

Según (El-Basha, El-Shahat y Fayed 2016) el control del caos es un área de investigación en la que se busca manipular y aprovechar los patrones de comportamiento caótico en sistemas dinámicos no lineales. Sin embargo, hay dos desafíos importantes que dificultan la aplicación práctica del control del caos: la supresión del caos y la sincronización del caos.

La supresión del caos implica la eliminación o reducción de la variabilidad caótica en un sistema, lo que puede ser difícil de lograr debido a la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales en los sistemas caóticos. Por otro lado, la sincronización del caos busca generar patrones de comportamiento caótico idénticos en dos sistemas diferentes, lo que también es difícil de lograr debido a la sensibilidad a las condiciones iniciales.

Estos desafíos hacen que sea difícil aplicar sistemas dinámicos no lineales en situaciones prácticas, ya que la reproducibilidad de las condiciones iniciales es complicada en sistemas similares. A pesar de estos desafíos, el control del caos sigue siendo un área de gran interés debido a su potencial para abordar problemas complejos en una amplia variedad de campos.

En el trabajo, (Rodríguez Cruz, Chacón Rendón y Rodríguez-Liñan 2022) la realización electrónica de algunos sistemas caóticos más conocidos con no linealidades cuadráticas se efectúa mediante circuitos con multiplicadores y amplificadores operacionales. Además, demuestran la equivalencia de sus variables y componentes electrónicos con las variables y parámetros normalizados de los modelos matemáticos caóticos. También, comparan el comportamiento de cada circuito con simulaciones de sus modelos matemáticos establecidos.

Los sistemas de graficación han sido tema de investigación dentro de la ESPOCH, tal es el caso de (Logroño 2022) que lograron graficar ecuaciones en su trabajo de desarrollo de ecuaciones diferenciales de segundo orden, y pudieron realizarlo mediante el método Runge- Kutta de cuarto orden, el mismo que es ideal para resolver ecuaciones diferenciales de segundo orden y orden N, desarrollando el sistema en el lenguaje Python apoyándose de las librerías “numpy” y “matplotlib”. La librería “numpy” realiza ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden, la cual permitió realizar los cálculos de las EDO al aplicar el método de RungeKutta, y “matplotlib” permite graficar de forma idónea los resultados obtenidos.

GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH inicia un nuevo proyecto el año 2023, aprobado según resolución 638. CP.2022 y titulado: Enfoque de cifrado de objetos JSON utilizando sincronización caótica a partir de análisis de un conjunto de atractores (IDIPI-283), en donde uno de los procesos conlleva realizar experimentaciones de cifrado de datos, para lo cual, se necesita conocer las regiones caóticas de los atractores. Para encontrar las regiones caóticas se requieren graficar los atractores que las contienen, lo cual actualmente es un proceso que el grupo de investigación lo realiza de manera individual y mecánica, es decir, para cada gráfico caótico deben construir un algoritmo distinto que se adapte a las condiciones ingresadas, calcule los valores finales utilizando modelos matemáticos y logre el resultado deseado, conllevando la probabilidad de existir errores humanos debido a la necesidad de personal capacitado, y además de que el tiempo utilizado es poco eficiente para el avance de la investigación.

Tomando en cuenta todo lo previamente mencionado, se propone desarrollar un Sistema Web para la graficación de atractores caóticos, el cual consiga una mayor eficiencia al momento de que GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH realice experimentos con gráficos de atractores caóticos y la obtención de regiones caóticas.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo desarrollar una aplicación web para la graficación de atractores caóticos que mejore la eficiencia en su generación?

1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es el proceso que está utilizando actualmente GrIISoft adscrito a la FIE- ESPOCH para la graficación de atractores caóticos?
- ¿Cuáles son los atractores caóticos que utilizará en sus experimentos GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH?
- ¿Qué módulos deben ser desarrollados para automatizar el proceso de graficación de atractores caóticos?
- ¿Cómo determinar la eficiencia del proceso automatizado de la graficación de atractores caóticos?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

La motivación principal y que incitó a la realización de este trabajo de integración curricular es la creciente investigación en el campo de sistemas caóticos y su continuo desarrollo y aplicación en los diferentes campos de estudio (Rodríguez Rodríguez et al., 2017).

Actualmente todos tenemos necesidad de utilizar el caos en las comunicaciones en menor o mayor medida, tales como en transacciones seguras en Internet, privacidad en telefonía, televisión de paga, etc.; dentro de la milicia la seguridad y la confiabilidad en la información ha determinado su desarrollo, porque el que tiene la información tiene el poder, por consecuencia brindar una mejor seguridad a esta es de suma importancia. En los últimos años se ha demostrado que dos comportamientos caóticos aparentemente con conductas aleatorias pueden lograr empatar en una sola trayectoria, buscando de esta forma una sincronización en un sistema (Amaya Barrera et al., 2016).

El uso de la idea de sincronización de sistemas caóticos en la encriptación y/o envío codificado de señales se debe al trabajo, (Cuomo & Oppenheim, 1993) quienes mostraron como un emisor puede enmascarar una señal arbitraria con una señal transmitida caótica y transmitirla públicamente sin necesidad de ningún proceso de codificación, porque al ser la señal transmitida caótica esta es

invulnerable a esquemas clásicos de decodificación ya que todas las herramientas lineales dan resultado nulo; por ejemplo, una señal caótica tiene un ancho espectral que no permite diferenciarla del ruido. El proceso de decodificación de la señal viene dado justamente por la sincronización adecuada del decodificador caótico con el codificador

(Conde González & Vacca González, 2018).

No haciendo a un lado a las tecnologías actuales, la intención de este trabajo es ofrecer un apoyo a la seguridad en telecomunicaciones utilizando como base la teoría del caos y encriptación; unidas, estas herramientas pretenden establecer una sincronización potencial. Además de los resultados obtenidos se pretende dejar como base esta investigación para su futuro estudio en el campo de comunicaciones, ya que es información compleja al interpretar y difícil de obtener, aunado a que estos temas son tratados solo a nivel posgrado debido a que es un campo aun fértil en el área de comunicaciones.

1.4.2. Justificación aplicativa

GrIISoft adscrito a la FIE- ESPOCH, solucionará el problema previamente descrito, con la implementación del aplicativo web para la graficación de atractores caóticos propuesto, pues gracias al mismo será posible hacer un análisis numérico, que permita apreciar el comportamiento de dicho sistema y así obtener las regiones caóticas en las que el atractor entra en caos, y luego implementarlo en el enfoque de cifrado de objetos JSON utilizando sincronización caótica a partir del análisis de dichos atractores. Esto permitirá abaratar costos, optimizar recursos, además de obtener datos más precisos al momento de automatizar la graficación de los atractores y sus regiones caóticas.

El sistema web de graficación de atractores caóticos está compuesto de 4 módulos importantes, los cuales están destinados a cumplir con los requerimientos de GrIISoft adscrito a la FIE- ESPOCH, y que se describen a continuación:

- Módulo de gestión de usuarios controlará la jerarquía que tienen los usuarios registrados dentro del sistema.
- Módulo de autenticación, que permitirá el acceso a las funcionalidades del sistema mediante un proceso de autenticación previo.
- Módulo de información, en donde los usuarios podrán conocer detalles del proyecto, el grupo de investigación y las funcionalidades principales del sistema.

- Módulo de creación de gráficos de atractores caóticos, el cual permitirá a los usuarios crear y editar los gráficos de atractores caóticos según sus requerimientos.
- Módulo de consultas de gráficos, en donde se puede acceder a la información de gráficos previamente generados.

Es necesario mencionar que el sistema web de graficación de atractores caóticos se encuentra acorde a las líneas de investigación de la ESPOCH las cuales son: línea transversal, tecnología de la información y la comunicación, sujeta al programa, ingeniería de software y seguridad de sistemas de información. Con respecto al plan nacional de desarrollo 2021-2025 “Creación de oportunidades”, el proyecto se ve en marcada bajo el eje social, además se ajusta al objetivo 7 el cual afirma “Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles”. Y a la política 7.4. el cual afirma” Fortalecer el sistema de educación superior bajo los principios de libertad, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, calidad y pertinencia; promoviendo la investigación de alto impacto. El trabajo de integración curricular del sistema web de graficación de atractores caóticos forma parte del proyecto de Investigación titulado: Enfoque de cifrado de objetos JSON utilizando sincronización caótica a partir de análisis de un conjunto de atractores (IDIPI- 283), aprobado según resolución 638.CP.2022 de la ESPOCH.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Desarrollar e implementar una aplicación web para la graficación de atractores caóticos para GrIISoft adscrito a la FIE- ESPOCH, utilizando la metodología Scrum.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar el proceso actual de graficación de atractores caóticos que utiliza GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH.
- Estudiar los atractores caóticos utilizados por GrIISoft adscrito a la FIE- ESPOCH.
- Desarrollar los módulos de gestión de usuarios, autenticación, información, creación de gráficos y consulta de gráficos, utilizando la metodología Scrum.
- Determinar la eficiencia del proceso automatizado de la graficación de atractores caóticos de la aplicación web desarrollada

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo describe brevemente la conceptualización del caos, sistemas dinámicos, seguidamente una conceptualización a cerca de los sistemas caóticos, atractores caóticos como: atractor de Lorenz, atractor de Sprott, atractor de Chen y el atractor de Rössler. Adicionalmente, se proporciona una descripción detallada de la arquitectura de software conocida como modelo vista controlador (MVC) y se exploran las herramientas utilizadas en el desarrollo de software. Finalmente se presenta una visión global acerca la norma ISO/IEC 25010.

2.1. Caos

El caos es un estado de desorden absoluto donde resulta imposible predecir con precisión cómo se comportarán los sistemas dinámicos más allá de cierto punto temporal, puesto que cualquier tipo de alteraciones en sus causas pueden dar lugar a diferencias significativas en los efectos. Este fenómeno se conoce como el "efecto mariposa", en el que una pequeña perturbación inicial puede tener consecuencias significativas y no lineales en el comportamiento del sistema a largo plazo.

A pesar de esto, los sistemas dinámicos bajo estas condiciones exhiben patrones de regularidad colectiva a corto plazo, lo que implica que su comportamiento es predecible en un horizonte de tiempo limitado. No obstante, a medida que avanza el tiempo, las predicciones se vuelven cada vez más inciertas debido a la amplificación de pequeños errores iniciales. Esto ha dado lugar al surgimiento de la teoría del caos. Es importante destacar que, aunque se utilicen características estadísticas para pronosticar comportamientos, las leyes fundamentales de la física siguen siendo aplicables (Sametband 1999).

2.2. Sistemas dinámicos

Un sistema dinámico es una descripción o representación matemática de un sistema físico que busca predecir su comportamiento a lo largo del tiempo. Esta descripción matemática utiliza ecuaciones diferenciales o ecuaciones en diferencias finitas, dependiendo de si el sistema es continuo o discreto, respectivamente. Cuando el sistema no cumple con el principio de superposición, se considera un sistema no lineal. En este caso, se realiza un estudio cualitativo para entender la dinámica del sistema a lo largo del tiempo. La presencia de no linealidad abre la posibilidad de que el sistema exhiba un comportamiento caótico (Amaya Barrera et al. 2016). Desde

una perspectiva matemática, podemos clasificar los sistemas dinámicos en discretos y continuos. Los sistemas dinámicos discretos se caracterizan por describir cambios en el tiempo mediante saltos o pasos discretos. Por otro lado, los sistemas dinámicos continuos son aquellos que evolucionan de manera continua en el tiempo.

Dentro de los sistemas dinámicos continuos, podemos distinguir entre sistemas lineales, no lineales y caóticos. En un sistema lineal, pequeñas variaciones en las condiciones iniciales del sistema conducen a cambios igualmente pequeños en la evolución de este. En contraste, en un sistema no lineal, incluso un pequeño cambio en las condiciones iniciales puede llevar a diferencias significativas en la evolución del sistema. La incertidumbre o error entre dos estados iniciales del sistema se mantiene constante en sistemas lineales, mientras que en sistemas no lineales puede aumentar, disminuir o permanecer constante a lo largo del tiempo.

Para que una función f sea considerada lineal en relación con las variables x y y , debe cumplirse la propiedad de superposición:

$$f(ax + Qy) = af(x) + Qf(y), a, Q \in \mathbf{R}$$

De esta manera, podemos afirmar que el sistema descrito por la función lineal f cumple el principio de superposición, lo que resulta en una solución analítica que expresa la variable x en función del tiempo t .

Por otro lado, los sistemas no lineales no poseen una solución analítica y pueden exhibir una propiedad conocida como "mezclado topográfico". Esto implica que los puntos cercanos en el espacio de estados pueden divergir significativamente a medida que evoluciona el sistema, lo cual dificulta la predicción precisa de su comportamiento a largo plazo

(Santos Burguete, Simarro Grande y Fuertes Marrón, 2018).

2.2.1. Sistema caótico

El sistema caótico es una variación especial de sistema dinámico que muestra una gran sensibilidad a las condiciones iniciales. Pequeñas variaciones en estas condiciones pueden resultar en resultados completamente diferentes a lo largo del tiempo, lo que dificulta predecir su comportamiento a largo plazo. Estos sistemas exhiben una propiedad conocida como sensibilidad exponencial a las condiciones iniciales, lo que implica que los cambios pequeños se amplifican de manera exponencial a medida que el sistema evoluciona.

El concepto de sistema caótico surgió en la década de 1960 gracias al trabajo pionero de Edward Lorenz, un matemático y meteorólogo estadounidense. Lorenz descubrió que incluso en modelos matemáticos simples de la atmósfera, como el sistema de ecuaciones que describe la convección térmica, los resultados eran altamente sensibles a las condiciones iniciales. La sensibilidad era tan pronunciada que pequeñas variaciones en los datos iniciales podían llevar a resultados drásticamente distintos (Lorenz 1963).

Un sistema caótico se caracteriza por la presencia de atractores extraños, que son conjuntos de puntos que el sistema tiende a visitar repetidamente a medida que evoluciona en el tiempo, pero sin repetirse exactamente en el mismo orden. Estos atractores tienen una estructura fractal, lo que significa que muestran una complejidad infinita a cualquier escala de observación.

La teoría del caos y el estudio de los sistemas caóticos tienen aplicaciones en diversos campos como la física, biología, economía y meteorología, entre otros. Estos sistemas nos ayudan a comprender fenómenos complejos y no lineales que no pueden ser explicados por modelos deterministas tradicionales. Además, el caos puede ser utilizado en áreas como la criptografía y la generación de números aleatorios.

2.2.2. *Ventajas y desventajas de sistema caótico*

En la Tabla 2-1 se detallan las ventajas y desventajas más considerables del *Sistema Caótico*.

Tabla 2-1: Ventajas y desventajas del sistema caótico

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Capacidad para generar patrones complejos.	1. Falta de predicción precisa del comportamiento futuro.
2. Comportamiento no lineal y no predecible.	2. Dificultad para encontrar soluciones analíticas.
3. Adaptabilidad y capacidad de respuesta al cambio.	3. Dificultad para reproducir resultados.
4. Potencial para la exploración de nuevas soluciones.	4. Sensibilidad a pequeñas perturbaciones.

Fuente: Administración del caos, 2016

Realizado por: Zárate T., 2023

2.2.3. *Atractor caótico*

Dentro del ámbito matemático de los sistemas dinámicos según (AcademiaLab 2023) , un atractor se define como un conjunto de estados hacia los cuales un sistema tiende a evolucionar, abarcando diversas condiciones iniciales del sistema. Los valores del sistema que se acercan lo suficiente a los valores del atractor permanecen cercanos incluso si se someten a pequeñas alteraciones.

En sistemas de dimensiones limitadas, la variable en evolución puede ser representada algebraicamente como un vector de n dimensiones. Por lo que se puede decir que el atractor constituye una región en el espacio n -dimensional, los cuales, en contextos físicos, las n dimensiones podrían, por ejemplo, ser dos o tres coordenadas de posición para una o más entidades. En sistemas económicos, las dimensiones podrían ser variables separadas, como la tasa de inflación y la tasa de desempleo.

Si la variable en evolución es bidimensional o tridimensional, la representación geométrica del atractor del proceso dinámico puede realizarse en dos o tres dimensiones, respectivamente. Un atractor puede tomar la forma de un punto, un conjunto finito de puntos, una curva, una variedad, o incluso un conjunto complejo con una estructura fractal denominada atractor extraño. Cuando la variable es un escalar, el atractor se convierte en un subconjunto de la línea numérica real. La descripción de los atractores en sistemas dinámicos caóticos ha sido uno de los logros fundamentales de la teoría del caos.

Según (Fuentes 2020) No es necesario que una trayectoria en el atractor de un sistema dinámico cumpla restricciones particulares, aparte de mantenerse dentro del atractor a medida que este avanza en el tiempo. Esa trayectoria puede tener una naturaleza periódica o caótica. Si un grupo de puntos muestra una pauta periódica o caótica, pero el flujo cercano a ellos se aleja con el tiempo, dicho grupo no se considera un atractor; en su lugar, se lo denomina repelente.

El atractor según (Andreu, Echave y Buela 1998) se refiere a la representación geométrica de cómo un sistema evoluciona con el tiempo. Los atractores son identificables por su número de dimensiones.

Un atractor que posee dimensión 0 indica que es sistema estático, es decir sin cambios temporales.

Un atractor de dimensión 1 denota un sistema periódico, en el que un conjunto limitado de estados se repite infinitamente. Un atractor de dimensión 2 o superior sugiere que es un sistema cuasi-periódico. Tomando como ejemplo un péndulo oscilante, su atractor sería el punto central de

equilibrio. Este tipo de atractor puede guiar al péndulo en oscilaciones regulares, pero el movimiento puede variar debido a otros factores, resultando en trayectorias irregulares en torno a esas oscilaciones (factor 1). Por lo tanto, un atractor es la manera en que un sistema reacciona ante un estímulo específico.

La cuenca de un atractor es el conjunto de condiciones iniciales a partir de las cuales el sistema sigue un determinado comportamiento. La trayectoria es una descripción matemática de la secuencia de valores que toma la variable desde la condición inicial. Los atractores pueden ser periódicos, cuasi periódicos y caóticos (o atractores extraños) (Bondarenko, 2006).

2.2.3.1. Atractor extraño

Un atractor extraño es una región en el espacio de fases hacia la cual convergen las dinámicas de sistemas que experimentan comportamiento caótico. Estos atractores extraños son trayectorias curvas en el espacio de fases que describen la evolución de un sistema sometido a movimiento caótico. Estos atractores tienen una importancia significativa en los sistemas dinámicos no lineales y caóticos.

El atractor de Lorenz, que se presenta como un ejemplo de atractor extraño, es frecuentemente utilizado para ilustrar sistemas dinámicos caóticos no sólo porque fue uno de los primeros, sino también su excepcional complejidad y singularidad. Se trata de un atractor extraño tridimensional, cuya descripción se basa en un conjunto de ecuaciones diferenciales no lineales que se desenvuelve una forma muy peculiar más bien parecida a las alas de una mariposa (Durán Ruiz 2009).

Los atractores extraños encapsulan dos características fundamentales de los sistemas caóticos: determinismo e impredecibilidad. En términos geométricos los atractores extraños son objetos con dimensión fractal (Medina Torres 2007).

2.2.4. Atractor de Lorenz

En *Deterministic Nonperiodic Flow* (Lorenz 1963) puso de manifiesto que los métodos lineales de predicción a su atmósfera en miniatura no eran periódicos ni asintóticamente periódicos que, para ciertos valores de los parámetros, el sistema muestra un comportamiento “caótico” dando lugar a un patrón de complejidad muy elevada que hoy se denomina atractor de Lorenz.

El atractor de Lorenz es un conjunto de puntos en el espacio de estado que se mueven de manera caótica en un sistema dinámico descrito por las ecuaciones de Lorenz. Es un sistema no lineal y caótico, lo que significa que los pequeños cambios en las condiciones iniciales pueden dar lugar a grandes cambios en el comportamiento a largo plazo del sistema. Tiene una estructura en forma de "mariposa" que se repite a diferentes escalas tal como se puede observar en la Ilustración 2-1.

Es sensible a las condiciones iniciales, es decir, cambios infinitesimales en las condiciones iniciales pueden resultar en comportamientos completamente diferentes

(Llorente Jorge y Ferrera Cuesta 2016).

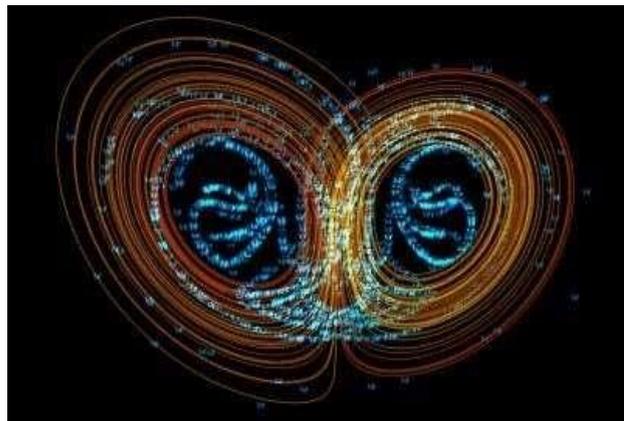


Ilustración 2-1: Atractor de Lorenz

Fuente: Christersson, 2015

2.2.5. *Atractor de Rössler*

En el artículo titulado An Equation for Continuous Chaos (Rössler, 1976) establece que el atractor de Rössler estaba destinado a comportarse de manera similar al atractor de Lorenz, pero es más simple y solo tiene una variedad, también es un sistema no lineal de tres ecuaciones diferenciales ordinarias. Estas ecuaciones diferenciales definen un sistema dinámico de tiempo continuo que exhibe una dinámica caótica asociada con las propiedades fractales del atractor.

Tiene una estructura en forma de toro, es decir una estructura topológica de un toro, tal como se observa en la Ilustración 2-2. Es sensible a las condiciones iniciales, es decir, cambios infinitesimales en las condiciones iniciales pueden resultar en comportamientos completamente diferentes (Aguilar Ibáñez et al. 2005; Alwan, Al-Mahdi y Odhah 2020).

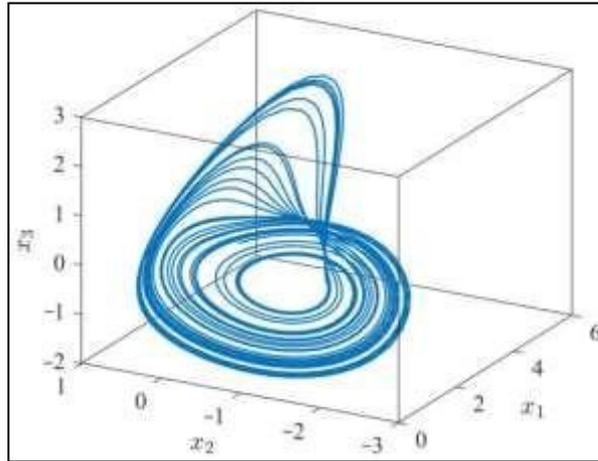


Ilustración 2-2: Atractor Rössler

Fuente: Zambrano-Serrano et al., 2022

2.2.6. *Atractor de Sprott*

El atractor caótico Sprott no posee puntos de equilibrio y sin embargo el comportamiento es caótico. Además, están descritos por una sola ecuación diferencial ordinaria (EDO) de tercer orden, no posee parámetros propios y no se proporcionan las condiciones iniciales, en vez de eso se dan los exponentes de Lyapunov que a partir de los mismos se puede tener la obtención de las condiciones iniciales (León Gamaliel et al., n.d.) Se puede ver una representación gráfica del atractor de Sprott en la Ilustración 2-3.

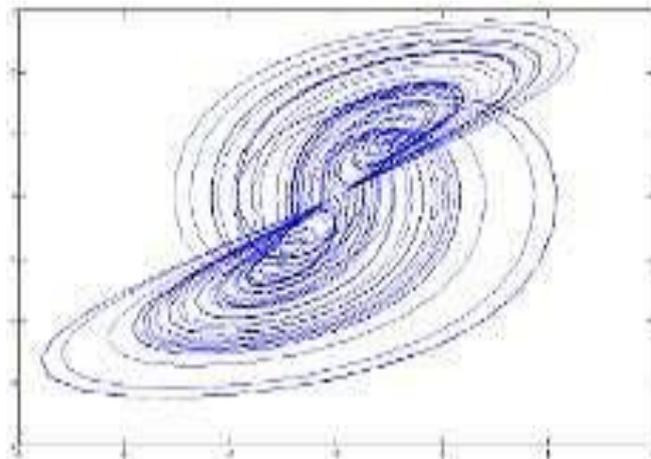


Ilustración 2-3: Atractor de Sprott

Fuente: Gunay y Altun, 2017

2.2.7. Atractor de Chen

En 1999, Guanrong Chen encontró un atractor caótico que es similar pero no equivalente topológicamente al Atractor de Lorenz., lo que significa que tienen propiedades y comportamientos caóticos diferentes. Se encuentra en un sistema tridimensional autónomo de naturaleza simple.

La estructura geométrica del atractor de doble desplazamiento, que es el atractor Chen, se caracteriza por la presencia de un número infinito de capas fractales. Cada sección transversal del atractor parece exhibir propiedades fractales en todas las escalas, lo que significa que su complejidad se repite a diferentes niveles de magnificación (Chen 1999).

Se puede ver una representación gráfica del atractor de Chen en la Ilustración 2-4.

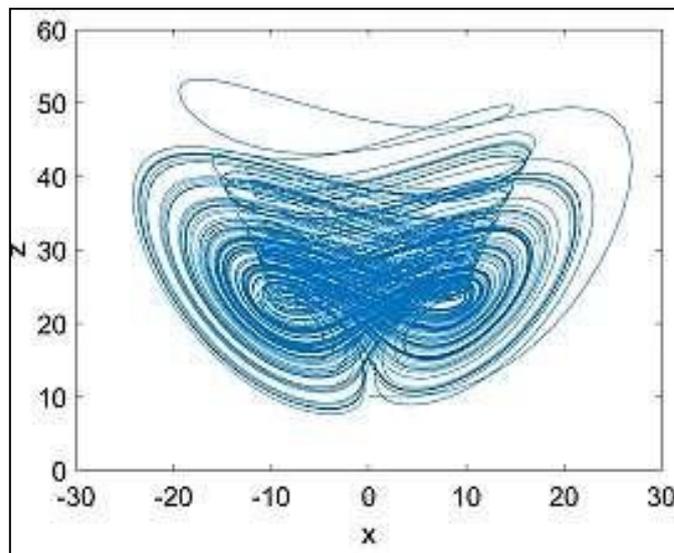


Ilustración 2-4: Atractor de Chen

Fuente: Delgado Aranda, 2021

2.3. Aplicaciones web

Una página web se componen de diversos elementos que incluyen textos, imágenes, videos, sonidos y animaciones, con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario y fomentar su interacción con la página. Una de las características más destacadas es su capacidad de hipertexto, lo que permite a los usuarios interactuar no solo con la página en sí, sino también con otros elementos o páginas web a través de enlaces, referencias y vínculos.

Generalmente se utilizan lenguajes de marcas para desarrollar páginas web, los cuales les permiten crear y estructurar los contenidos de manera adecuada para que sean interpretados por los navegadores web (Paredes y Millanes 2020).

2.4. Aplicación web de graficación

Es una aplicación basada en la web que permite a los usuarios crear, visualizar y manipular gráficos y visualizaciones de datos en línea. Estos sistemas suelen utilizar tecnologías web como HTML, CSS, JavaScript y bibliotecas gráficas como D3.js, Chart.js o Highcharts para crear y mostrar gráficos interactivos en un navegador web (Lopez 2019).

2.5. Arquitectura de software

A continuación, se detalla una descripción breve el patrón de arquitectura de software que se utilizará en el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

2.5.1. Patrón de diseño MVC

El patrón de arquitectura conocido como MVC es una técnica empleada en el desarrollo de software para estructurar el código en distintos componentes o capas, cada una con tareas específicas. Los archivos de código se redactan en lenguajes de programación como Java, PHP, Python, entre otros.

El patrón MVC se compone de tres capas principales: la capa vista, encargada de la interfaz de usuario; la capa modelo, responsable de la gestión y persistencia de los datos; y la capa Controlador, actuando como intermediario entre la vista y el modelo.

La capa vista se enfoca en presentar información al usuario y recibir su interacción. La capa modelo se encarga de la gestión de datos y su almacenamiento en una base de datos. Por su parte, la capa controlador se ocupa de manejar las solicitudes del usuario, procesar los datos y actualizar tanto la vista como el modelo en consecuencia.

La implementación del patrón MVC proporciona una estructura clara y organizada al código, facilitando la identificación y resolución de errores. Asimismo, permite la reutilización de código y un mantenimiento eficiente del software.

De acuerdo con la investigación realizada por (Fernández y Díaz 2012), el patrón MVC está constituido por tres capas fundamentales: el modelo, la vista y el controlador. El modelo representa los datos del sistema, accede a la capa de almacenamiento y define las reglas de negocio. La vista se encarga de la presentación visual de los datos representados por el modelo, mostrándolos al usuario a través de interfaces gráficas. Por último, el controlador interpreta las acciones del usuario, actuando como mediador entre la vista y el modelo, y gestionando los eventos de entrada.

En la Ilustración 2-5 muestra de forma gráfica el flujo de información y las interacciones entre las diversas partes del patrón MVC.

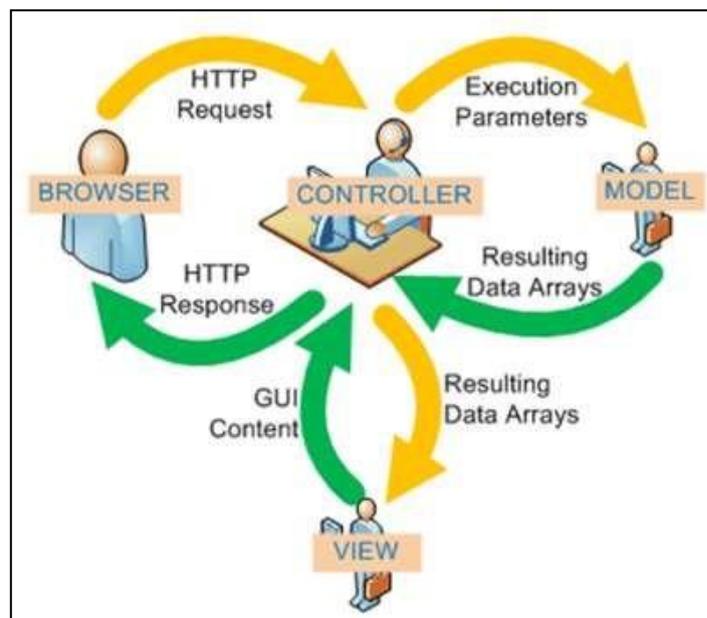


Ilustración 2-5: Capas del patrón arquitectónico MVC

Fuente: Alicante, 2018

2.5.1.1. Ventajas y desventajas del patrón de diseño MVC

En el patrón de diseño arquitectónico MVC se han apreciado ventajas y desventajas, las cuales se presenta en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Ventajas y desventajas del patrón arquitectónico modelo vista controlador

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Las aplicaciones se caracterizan por su mayor mantenibilidad y robustez, ya que los componentes de la aplicación están separados de forma obligatoria.	En cierta medida, limita al desarrollador a cumplir con las condiciones que son impuestas por el patrón MVC.
Facilita el desarrollo del producto software en equipo, al separar los componentes, lo que permite a los programadores trabajar simultáneamente en diferentes módulos.	La curva de aprendizaje puede ser complicada, ya que adoptar este patrón en un proyecto sin experiencia previa en el equipo de desarrollo puede conllevar costos extras.
La capacidad de reutilizar código posibilita utilizar el mismo modelo en varias vistas.	
Las pruebas unitarias se vuelven más sencillas de realizar.	

Fuente: Aguilar, 2020

Realizado por: Zárate T., 2023

2.6. Modelo 4+1 de Kruchten

El modelo de vistas de arquitectura 4+1 es una metodología para representar la arquitectura de sistemas de software que se basa en el uso de múltiples vistas simultáneas. Esta estructura incluye cuatro vistas principales y una quinta vista adicional de escenarios que sirve para conectarlas entre sí (Shahin, Liang y Babar 2014).

En la Ilustración 2-6 se observa las vistas que conforman este modelo:



Ilustración 2-6: Modelo 4+1 de Kruchten

Fuente: Moya, 2012

Según (Moya 2012; Navarro y Mora 2014) las vistas del modelo 4+1 de Kruchten son las siguientes:

- **Vista lógica**

Se enfoca principalmente en los requisitos funcionales de la aplicación, es decir, en los servicios que la aplicación debe proporcionar a sus usuarios. Para lograr esto, el sistema se divide en una serie de abstracciones clave, que generalmente se toman del dominio del problema y se representan como objetos o clases de objetos. En este proceso, se aplican principios de abstracción, el encapsulamiento y la herencia.

Esta descomposición no solo tiene como objetivo mejorar el análisis funcional, sino también permite la identificación de mecanismos y elementos de diseño que pueden ser comunes a diferentes partes del sistema. Es decir, se busca reutilizar funciones o soluciones ya desarrolladas para optimizar el diseño en distintas áreas del proyecto.

- **Vista física**

Se enfoca inicialmente en los requisitos no funcionales de la aplicación, como la disponibilidad, confiabilidad (tolerancia a fallas), rendimiento (throughput) y escalabilidad. El software se ejecuta en una red de computadoras o nodos de procesamiento, también conocidos simplemente como nodos. Diferentes elementos como redes, procesos, tareas y objetos deben ser asignados a los distintos nodos. Se espera que se utilicen diversas configuraciones, algunas para el desarrollo y pruebas, y otras para implementar la aplicación en múltiples ubicaciones para diferentes usuarios.

- **Vistas de procesos**

Su enfoque se centra en cuestiones que están relacionadas con la concurrencia y la distribución, así como en la integridad del sistema y la tolerancia a fallos. La vista de procesos también se define por la forma en que se ejecuta efectivamente una operación específica de una clase identificada en la vista lógica.

- **Vista de desarrollo**

Se enfoca en cómo se organiza realmente el software en el entorno de desarrollo. Es importante destacar que el software se divide en pequeñas partes, como bibliotecas de programas o

subsistemas, que pueden ser desarrollados por individuos o grupos reducidos de desarrolladores. Estos subsistemas se organizan en una jerarquía de capas, y cada capa proporciona una interfaz estrecha y claramente definida hacia las capas superiores (Reyes Salas 2016).

- **Vista de escenarios**

Los escenarios son representaciones de secuencias de interacciones tanto entre objetos como entre procesos. Su propósito es identificar y validar el diseño de una arquitectura, además, son utilizados como punto de partida para llevar a cabo pruebas en un prototipo de dicha arquitectura (Navarro y Mora 2014).

2.7. Herramientas de desarrollo de la aplicación web para graficar atractores

Para el desarrollo de la aplicación web se planteó la utilización de las siguientes herramientas tanto para FrontEnd, BackEnd y para la Gestión de Base de Datos.

- **Visual studio code**

Según la información proporcionada en el sitio oficial de Visual studio code (Visual Studio Code [sin fecha]), se describe como una potente herramienta de escritura de código. Se trata de un editor de código que ofrece la capacidad de programar en diversos lenguajes como JavaScript, TypeScript y Node.js. Además, su versatilidad se extiende a otros lenguajes como HTML, CSS, PHP, entre otros, gracias a su amplio ecosistema de extensiones.

- **XAMPP**

Se trata de una plataforma gratuita que posibilita la configuración de un servidor que incluye APACHE, PHP, Perl, MYSQL y phpMyadmin. Es importante destacar que esta plataforma está disponible para sistemas operativos como Windows, GNU/Linux y MacOS. La distribución de Apache proporciona una solución conveniente para que los desarrolladores creen un servidor web local con el propósito de realizar pruebas y llevar a cabo implementaciones (Dvorski 2007).

2.7.1. Frameworks utilizados en el desarrollo de la aplicación web de graficación

Según el ámbito en el que se aplique, el término "framework" puede tener diversos conceptos asociados. Según (Gutiérrez 2014) en el ámbito del software, un framework se define como un conjunto de elementos personalizables e intercambiables que permite la creación de una

aplicación. También se puede entender como una aplicación genérica en la que el desarrollador puede complementar con sus propios componentes según las necesidades de su proyecto. El objetivo principal de un framework es reducir el tiempo de desarrollo por medio de reutilización de código previamente existente, el cual ha sido escrito siguiendo las mejores prácticas de desarrollo de software.

2.7.1.1. Framework Vue.js para el FrontEnd

Un *framework* que se complementa bien con Laravel, es Vue.js, el cual según (Vue.js) es un marco de JavaScript permite a los desarrolladores crear de manera eficiente interfaces web utilizando los lenguajes HTML, CSS y JavaScript, es importante mencionar está diseñado para ser flexible y gradualmente adoptable.

- **Hoja de estilo en cascada**

Según (Bustos 2022), las hojas de estilo en cascada o también conocidas como CSS son el componente crucial que complementa a HTML. De acuerdo con el autor, CSS ejerce la función de otorgar estilo a las páginas web creadas en HTML, admitiendo la separación entre el contenido visual y la presentación del sitio web.

- **JavaScript**

La interacción con el cliente es un aspecto crucial en el desarrollo de aplicaciones web dinámicos. (Pérez Valdés 2007) en su blog señala que, JavaScript es un lenguaje de programación orientado a objetos y acciones, en el cual el desarrollador puede crear pequeñas aplicaciones que se incluye en el aplicativo web y se ejecutan en la parte del cliente, es decir se ejecuta en el navegador que utiliza el cliente para ingresar al sitio web, posibilitando una interacción más elevada con los visitantes de la página.

2.7.1.2. Framework Laravel para el BackEnd

Laravel, es un framework de PHP, que destaca como uno de los más accesibles en el ámbito de código abierto. Su origen se remonta al año 2011 y posee una fuerte influencia de frameworks como Ruby on Rails, Sinatra y ASP.NET MVC (García de Zuñiga 2015).

- **Lenguaje PHP**

Según (de Souza 2020) es un lenguaje de programación actualmente muy popular utilizado para crear aplicaciones web. Su característica más destacada es su capacidad de facilitar la comunicación entre los servidores y la interfaz del usuario, dado que se enfoca en el lado del servidor. Además, es un lenguaje de código abierto, lo que significa que está disponible para que cualquier desarrollador lo utilice. Por consiguiente, posee una comunidad activa que siempre realiza actualizaciones para mejorarlo.

2.7.2. Sistema de gestión de base de datos

Según (Darias Pérez 2021) los sistemas de gestión de bases de datos son programas que están ocultos para el cliente, es decir, no son perceptibles por el usuario final. Este tipo de programas permiten administrar y controlar los datos que circulan en una base de datos por medio de una interfaz. Es importante destacar que los datos que se manejan están organizados y tienen relaciones entre sí, y se pueden almacenar, modificar o eliminar según sea necesario. Además, se pueden realizar consultas para llevar a cabo análisis exhaustivos.

- **MySQL Workbench**

MySQL Workbench es una aplicación visual que de acuerdo con (ORACLE 2022) pone a disposición a arquitectos, desarrolladores y administradores de bases de datos las herramientas necesarias para el modelado y desarrollo en SQL, además para la administración de servidores. Disponible en Windows, Linux, Mac Os.

- **Lenguaje de consulta estructurada**

El lenguaje de consultas estructuradas (SQL por sus siglas en inglés) es un lenguaje de programación estandarizado que se utiliza para administrar bases de datos relacionales y realizar diversas operaciones con los datos que contienen (Sirkin 2021).

2.7.3. Herramientas para la automatización de pruebas de software

Las pruebas de software forman parte de la validación y verificación de un producto software y permiten encontrar errores y corregir a bajo costo mejorando sustancialmente el rendimiento. Para agilizar este proceso surgió la automatización de pruebas, siendo un proceso en el cual se utiliza

un software especial para ejecutar casos de prueba a través de comandos preparados por lo tanto se tiene un control en la ejecución de pruebas y en el análisis de resultados (Edgar Serna, Raquel Martínez y Paula Tamayo 2019).

- **Katalon studio**

Katalon studio es una plataforma para la automatización de pruebas de aplicaciones web, Api, móviles y de escritorio, por lo tanto, permite generar pruebas sin esfuerzo a razón de que captura y almacena de forma automática todos los elementos de la interfaz de usuario permitiendo manipular los datos, personalizar la lógica de las pruebas y el registro de información y depuración (Katalon).

- **JMETER**

Apache JMeter™ es un software de código abierto que opera como una aplicación Java completamente íntegra es ampliamente utilizada para simular el comportamiento funcional de pruebas y medir el rendimiento tanto en estático como en dinámico. Es factible emplearlo con el propósito de simular una carga considerable en un servidor, conjunto de servidores, infraestructura de red o elemento específico, con el fin de evaluar su resistencia o analizar el desempeño global ante diversos escenarios de carga. Aunque su enfoque inicial radicaba en la evaluación de aplicaciones web, con el tiempo ha ampliado su alcance para englobar otras funciones de pruebas (Apache JMeter).

2.8. Metodología Ágil de Desarrollo de Software: SCRUM

Según los autores (Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012) la metodología de desarrollo de software ágil SCRUM nace de la necesidad de construir productos de excelente calidad en el menor de los tiempos, por lo que se aplicó el trabajo en equipo como practica principal de trabajo para conseguir dicho objetivo. SCRUM es adecuado para equipos de trabajo autoorganizados, que tengan incertidumbre por el objetivo a cumplir, sean capaces de controlarse con moderación y transmitan sus conocimientos entre sí. Esta metodología al ser ágil sigue la filosofía de iteraciones breves, que en SCRUM se conocen como sprints, los cuales sirven para marcarse objetivos e ir progresando en base a tiempos establecidos, y el resultado de cada sprint es un entregable.

2.8.1. Roles en la metodología SCRUM

La metodología SCRUM de acuerdo con (Deemer et al. 2009) se caracteriza por tener tres roles principales para el desempeño del proyecto:

- **El dueño del producto (DP):** Es una persona que tiene la valiosa responsabilidad del retorno de inversión, mediante la identificación y priorización de las funcionalidades del producto, decidiendo que funciones son más importantes y deberían de tratarse primero en cada sprint. Esta persona conoce el negocio y sus necesidades, por lo que sus decisiones influyen en pérdidas o ganancias del producto, y además está en constante contacto con el resto del equipo.
- **El equipo:** Básicamente son quienes desarrollan el producto software, y tienen las competencias y habilidades necesarias para cumplir con cada sprint y presentar entregables que muestren el progreso del proyecto. El Equipo está compuesto por hasta 7 personas, especializados en distintas áreas, sin un jefe definido, por lo que deberán autoorganizarse, además tienen la responsabilidad de retroalimentar sus ideas al DP con la finalidad de construir un producto de excelente calidad.
- **El Scrummaster:** Es la persona encargada de guiar al equipo y al dueño del producto en el correcto uso de la metodología SCRUM, haciendo aplicar sus reglas y también protegiéndolos de cualquier distracción externa que influya en el progreso del desarrollo del producto. Siempre los equipos deberán tener un *Scrummaster*, y si es un equipo reducido, algún miembro deberá tomar ese rol.

2.8.2. Proceso para el desarrollo del software en SCRUM

Para desarrollar un producto software de calidad SCRUM proponer realizarlo en iteraciones de 2 a 4 semanas por iteración, a estos ciclos cortos se los conoce como sprints y tienen como resultado un entregable que indica el avance que está teniendo el proyecto

(Trigas Gallego y Domingo Troncho 2012b).

- **Product backlog**

Es la fase en donde se planifican las necesidades que tiene el producto para mejorar, esta es realizada por el equipo SCRUM y se presenta en forma de una lista ordenada de mayor a menor

importancia y por sprints. Es necesario tener el producto backlog definido para iniciar con el primer sprint, es decir dar pie al comienzo del proyecto (Scrum.org).

- ***Sprint***

La ejecución del proyecto se divide en iteraciones o ciclos de tiempo corto, conocidos como sprints, en donde se produce el desarrollo del producto y tiene como resultado un producto entregable que valide el incremento del proyecto. Permite trabajar en un ritmo constante, debido a los tiempos previamente establecidos (Requena Mesa 2018).

- ***Burndown chart***

Un gráfico de desgaste es una herramienta visual por medio de la cual se representa el progreso de un proyecto de software a lo largo del tiempo. Permite mostrar la correlación entre la cantidad de trabajo pendiente en un momento determinado y el progreso realizado por el equipo o los equipos del proyecto para completar dicho trabajo. Esta representación gráfica ayuda a "visualizar" el proyecto al agregar o eliminar características del spring para lograr una fecha de finalización más realista, o bien, al extender la fecha para incluir más funciones. El gráfico es el punto de encuentro entre la realidad, es decir, el trabajo efectivamente realizado y el ritmo de ejecución, y lo que se había planificado o esperado originalmente (Asana 2022).

2.9. Estándar ISO/IEC 25000

La familia de normas ISO/IEC 25000 conocidas como SQuare (Requisitos y evaluación de productos software) nacen por la necesidad de tener modelos, métricas, herramientas y procesos que sirvan para evaluar la calidad de productos software.

En la Ilustración 2-7 se muestra brevemente las normas que posee el estándar ISO/IEC 25000.



Ilustración 2-7: Modelo Divisiones Norma ISO/IEC 25000

Fuente: ISO, 25000

2.9.1. Estándar ISO/IEC 25010

Dentro de la familia ISO 2501n se presenta el modelo de sistema y calidad del software ISO/IEC 25010, el cual de acuerdo con (Roa Molina, Morales & Gutierrez, 2015) ayuda a definir la calidad de un producto software en base a una evaluación según características de calidad, tanto interna como externa y calidad en uso.

En la Ilustración 2-8 se nombran las características de la norma ISO/IEC 25010.



Ilustración 2-8: Características de la norma ISO/IEC 25010

Fuente: ISO, 25000

2.10. Eficiencia de desempeño según el estándar ISO/IEC 25010

Dentro de las 8 características que posee el estándar ISO/IEC 25010 la eficiencia de desempeño es una de ellas, y según Pressman en la 5ta Edición de su libro “Ingeniería de Software: Un enfoque práctico” define a la eficiencia como la cantidad de recursos informáticos y de códigos necesarios para que un programa realice su función, mientras que el término eficiencia de ejecución es para el rendimiento del funcionamiento de un programa, teniendo en consideración los requisitos de tiempo de respuesta y de procesamiento (Pressman, 2002). Las subcaracterísticas son:

- **Comportamiento temporal.** Los tiempos de respuesta y procesamiento y los ratios de *throughput* de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (*benchmark*) establecido.
- **Utilización de recursos.** Las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.
- **Capacidad.** Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

2.11. Trabajos relacionados

Se han encontrado varios trabajos relacionados a la graficación de atractores caótico, de los cuales se destacan:

El trabajo de (Sharafi et al., 2019) se realiza un estudio de la deducción y propiedades del sistema de ecuaciones diferenciales caóticas de Lorenz se abordan conceptos de sistemas complejos, y se realiza una discusión multidisciplinaria de los conceptos matemáticos involucrados. Además, se revisan conceptos de sistemas dinámicos útiles para el entendimiento de los capítulos posteriores.

En el trabajo de (Briggs & Peat, 1999) se estudian aspectos fenomenológicos en las deducciones, sin entrar en mayor detalle de la física involucrada. Un análisis de los fenómenos de la rueda de agua caótica conlleva a una deducción del sistema mencionado, utilizando principalmente cambios de variable, traslaciones, expresiones de funciones en series de Fourier y los truncamientos correspondientes. Se estudian propiedades de estabilidad del sistema de Lorenz, concretamente como el parámetro del número de Rayleigh r proporciona distintos comportamientos en las soluciones del sistema. Se realiza un estudio no formal, de la geometría involucrada en el atractor, así como también un análisis general de las bifurcaciones de las soluciones para dicho sistema.

Finalmente, en el trabajo de (Barragan & Colcha, 2019) podemos observar la representación de los modelos matemáticos de ondas, mediante gráficos de las fórmulas D’Alambert y Fourier en 2D y 3D, apoyándose en la computación gráfica y los métodos numéricos. El sistema fue plasmado utilizando las herramientas: JAVA, el framework Bootstrap y siguiendo la metodología ágil SCRUM.

Los sistemas de graficación han sido tema de investigación dentro de la ESPOCH, tal es el caso de (Logroño & Cortez, 2022) que lograron graficar ecuaciones en su trabajo de desarrollo de ecuaciones diferenciales de segundo orden, y pudieron realizarlo mediante el método Runge-Kutta de cuarto orden, el mismo que es ideal para resolver ecuaciones diferenciales de segundo orden y orden N, desarrollando el sistema en el lenguaje Python apoyándose de las librerías “numpy” y “matplotlib”. La librería “numpy” realiza ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden, la cual permitió realizar los cálculos de las EDO al aplicar el método de RungeKutta, y “matplotlib” permite graficar de forma idónea los resultados obtenidos.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo detalla los métodos y técnicas utilizados para el proceso de investigación. Además, se mencionan las fases de desarrollo de la aplicación web para la graficación de atractores caóticos utilizando la metodología ágil SCRUM y la metodología de evaluación de la eficiencia de acuerdo con la norma ISO/IEC 25010.

3.1. Diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Para la ejecución del trabajo de integración curricular se apeló a la investigación aplicada, debido a que el objetivo principal es desarrollar una aplicación web para la graficación de atractores caóticos que luego será utilizada por el grupo de investigación GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH.

3.1.2. Métodos de investigación

Para el desarrollo de la aplicación web para la graficación de atractores caóticos se ha utilizado los siguientes métodos.

Método analítico

El método de investigación descompone en partes un objeto de estudio general, por lo cual nos ayudará a conocer los atractores caóticos que necesita GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH.

Método de observación

Permite evaluar la eficiencia del sistema web en el proceso de graficación de atractores caóticos.

Método sintético

Permite detallar los puntos más importantes de un proceso, por lo que nos permite conocer el actual método de graficación de atractores caóticos que utiliza GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH.

3.1.3. Técnicas de investigación

En la abstracción información para el desarrollo de la aplicación web para la graficación de atractores caóticos, se han seleccionado cuidadosamente las técnicas de investigación que mejor se ajustan a los objetivos del estudio. Las técnicas utilizadas incluyen la revisión de documentación, la entrevista y la observación, cada una de las cuales desempeña un papel único en la abstracción de información necesaria para el desarrollo del proyecto. A continuación, se detallarán estas técnicas, su aplicación y su contribución a la obtención de datos relevantes y significativos. Técnicas de estudio para la investigación de la graficación de atractores caóticos:

1. Estudiar el proceso actual de graficación de atractores caóticos que utiliza GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH:
 - **Objetivos:** Realizar un análisis y síntesis del proceso actual de graficación de atractores caóticos utilizado por GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH.
 - **Método:** Observación, revisión de documentación y entrevista.
 - **Técnicas:**
 - **Observación:** Observar y registrar el proceso de graficación en la aplicación GrIISoft.
 - **Revisión de documentación:** Analizar manuales, informes técnicos y otros documentos relacionados con el proceso de graficación.
 - **Entrevista:** Realizar entrevistas con el equipo de desarrollo de GrIISoft para obtener información detallada sobre el proceso.
2. Estudiar los atractores y sus regiones caóticas utilizados por GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH:
 - **Objetivos:** Realizar un análisis y síntesis de los atractores y sus regiones caóticas utilizados por GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH.

- Método: Observación, revisión de documentación.
- **Técnicas:**
 - Observación: Observar y analizar los atractores y sus regiones caóticas generadas por GrIISoft.
 - Revisión de documentación: Consultar sistemas caóticos, revistas y libros de actas de congresos relacionados con el tema.
- 3. Desarrollar los módulos necesarios de la aplicación web para solucionar el problema:
 - Objetivos: Desarrollar los módulos requeridos en la aplicación web para abordar el problema planteado.
 - Método: SCRUM (entrevistas, reuniones JAD, sprint), UML.
 - **Técnicas:**
 - Entrevistas: Realizar entrevistas con los investigadores y usuarios para recopilar requisitos y definir funcionalidades clave.
 - Reuniones JAD: Realizar reuniones conjuntas con el equipo de desarrollo y los usuarios para establecer prioridades y planificar el desarrollo.
 - Sprint: Utilizar ciclos de desarrollo ágiles para implementar y probar los módulos de la aplicación.
 - UML: Utilizar diagramas UML para diseñar y visualizar la estructura y el flujo de la aplicación.
- 4. Determinar la eficiencia del proceso automatizado de la graficación de atractores caóticos:
 - **Objetivos:** Evaluar la eficiencia del proceso automatizado de graficación de atractores caóticos.
 - **Método:** Observación, experimentación, análisis.

- **Técnicas:**

- Pruebas: Realizar pruebas exhaustivas del proceso automatizado de graficación para evaluar su rendimiento y precisión.
- Observación: Observar y registrar el funcionamiento del proceso automatizado.
- Entrevista: Realizar entrevistas con los usuarios y el equipo de desarrollo para recopilar comentarios y opiniones sobre la eficiencia del proceso.
- Revisión de documentación: Analizar informes y documentación relacionada con el proceso automatizado.
- Estándar ISO/25010: Utilizar el estándar ISO/25010 para evaluar la eficiencia del proceso automatizado de acuerdo con los criterios establecidos.

3.2. Análisis preliminar de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Con el propósito de establecer la disponibilidad de los recursos para la ejecución de los objetivos del proyecto, se ha efectuado un análisis preliminar enfocado al estudio de factibilidad, la determinación del proceso actual de graficación que utiliza GrIISoft y el estudio de los atractores caóticos utilizados por GrIISoft.

3.2.1. Determinar el proceso actual de graficación de atractores caóticos que utiliza GrIISoft adscrito a la FIE-ESPOCH

En esta sección se busca analizar y determinar el proceso actual de graficación de atractores caóticos empleado por GrIISoft. A través de este análisis, se pretende obtener una comprensión detallada de las etapas y procedimientos involucrados en el proceso de generación de imágenes de atractores caóticos, que se realiza mediante el desarrollo de scripts en Python. El conocimiento adquirido a partir de este estudio permitirá identificar posibles mejoras o simplificaciones en el proceso actual y, en última instancia, facilitar el trabajo de GrIISoft en la visualización de estos sistemas dinámicos complejos.

Para conocer y entender el proceso de graficación de atractores caóticos se visitó a un miembro de GriiSoft quien realiza esta tarea, en dicha visita se recopilaron los siguientes pasos:

1. El investigador escoge el atractor caótico a graficar de entre los cuatro que se utilizan (Rossler, Lorenz, Sprott y Chen).
2. Obtiene el modelo matemático revisando documentación del atractor.

3. Cada modelo matemático tiene sus propias variables y parámetros, las cuales el investigador debe determinar según las necesidades de la investigación.
4. Codifica un script en lenguaje Python, el cual contiene en el código las variables, parámetros y las ecuaciones matemáticas indicadas en el modelo.
5. Ejecuta el script en su computador.
6. En caso de no existir errores, el computador mostrará el gráfico del atractor escogido previamente por el investigador

A continuación, se presenta el diagrama de procesos en el Ilustración 3-1 que representa la secuencia de pasos que sigue el investigador de GrIISoft para llevar a cabo la graficación de atractores caóticos:

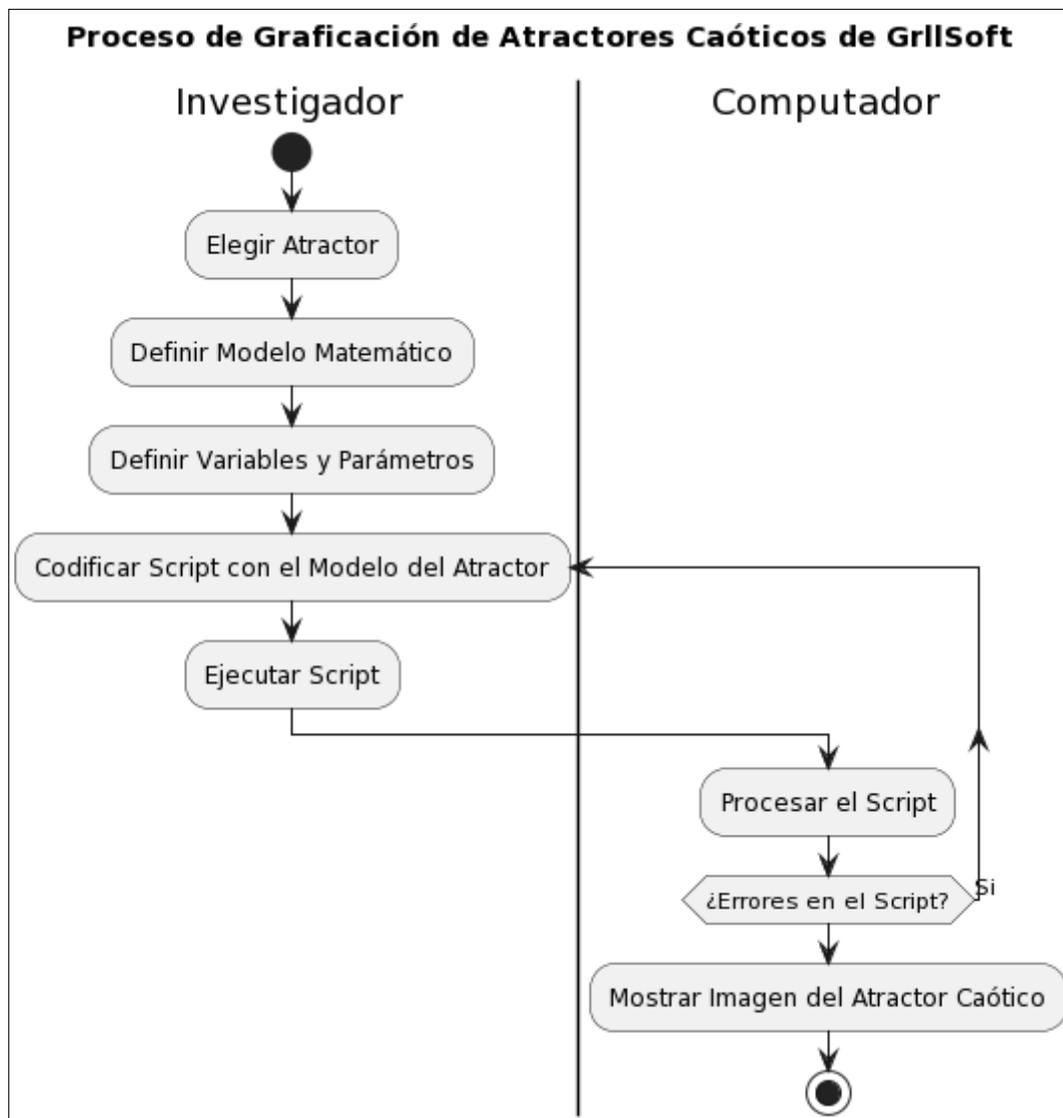


Ilustración 3-1: Proceso actual de graficación de GrIISoft

Realizado por: Zárate T., 2023

El diagrama de procesos presenta una secuencia clara y ordenada de las etapas involucradas en el proceso de graficación de atractores caóticos que usa GrIISoft. El investigador define el modelo matemático, se establecen las variables y parámetros necesarios, se crea y ejecuta un script en Python y finalmente se obtiene la imagen del atractor caótico. Este diagrama proporciona una visión general del flujo de trabajo que se sigue actualmente, presentando de manera concisa y visual la secuencia de acciones involucradas en el proceso de graficación de atractores caóticos que utiliza GrIISoft.

3.2.2. Estudio de los atractores caóticos utilizados por GrIISoft adscrito a la FIE- ESPOCH

En esta sección se van a estudiar los cuatro atractores caóticos que utiliza GrIISoft los cuales son: Lorenz, Roosler, Chen, Sprott con el fin de seleccionar las características más importantes, sus parámetros, variables y modelos matemáticos de cada uno, lo cual servirá al momento de desarrollar el módulo de graficación de atractores caóticos.

3.2.2.1. Características del atractor de Lorenz

Las características del atractor de Lorenz según (Lorenz 1963) son:

- Es un atractor tridimensional que tiene como propósito modelar sistemas dinámicos no lineales.
- Es extremadamente sensible a las condiciones iniciales.
- Su comportamiento a largo plazo es impredecible.
- Exhibe una forma distintiva de mariposa.
- Surge a partir de un conjunto de ecuaciones diferenciales no lineales la cuales describen la dinámica del sistema.

Modelo matemático

El modelo matemático de Lorenz se compone de un conjunto de tres ecuaciones diferenciales no lineales que describen la dinámica de un sistema tridimensional. Estas ecuaciones son:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \sigma(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= -xz + \rho x - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - \beta z\end{aligned}$$

Ilustración 3-2: Modelo matemático del atractor de Lorenz

Fuente: Lorenz, 1963

En la Ilustración 3-2 se presentan el modelo matemático del atractor Lorenz, en donde x , y , y z , son las variables de estado del sistema, y σ , ρ y β son parámetros que determinan las características del atractor de Lorenz.

Generalmente se utiliza los valores clásicos para los parámetros del modelo de Lorenz los cuales son: $\sigma = 10$, $\rho = 28$ y $\beta = 8/3$, dado que, bajo estas configuraciones, el sistema exhibe un comportamiento caótico y un atractor extraño.

3.2.2.2. Características del atractor de Rössler

Las características del atractor de Rössler según (Rossler 1976) son:

- Es un atractor tridimensional con una naturaleza inusual.
- Su estructura tiene forma de una hélice.
- Se le considera un atractor caótico por su comportamiento altamente impredecible.
- Este atractor específico se encuentra dentro del contexto del sistema dinámico descrito por la ecuación de Rossler.
- La ecuación de Rossler es un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales de tercer orden.
- Exhibe estabilidad estructural en su forma.

- Posee una interesante sección transversal de Cantor bidimensional.
- Todas las trayectorias en el atractor de Rossler son inestables.
- El atractor en sí mismo es estable en su conjunto.

Modelo matemático

El modelo matemático de Rossler está definido por un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales de tercer orden que se utiliza como una alternativa más sencilla al modelo de Lorenz para describir la turbulencia

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -(y + z) \\ \frac{dy}{dt} &= x + ay \\ \frac{dz}{dt} &= b + z(x - c)\end{aligned}$$

Ilustración 3-3: Modelo matemático del atractor de Rossler

Fuente: Rossler, 1976

En la Ilustración 3-3 se presentan el modelo matemático del atractor de Rossler, donde hay tres variables: x , y , y z , cuyo propósito es describir el desarrollo temporal del sistema, también tres parámetros, denominados a , b y c , que ejerce un papel crucial para definir el comportamiento del sistema.

Generalmente se utiliza los siguientes valores clásicos para los parámetros $a = 0.2$, $b = 0.2$ y $c = 5.7$, estos parámetros específicos producen un comportamiento caótico en el sistema, conduciendo a una dinámica compleja e impredecible.

3.2.2.3. Características del atractor de Chen

Las características del atractor de Chen según (Chen 1999; Augustová y Beran 2013) son:

- Es un sistema caótico tridimensional que exhibe comportamiento dinámico, referido por un grupo de tres ecuaciones diferenciales no lineales.
- Chen posee un atractor extraño con características topológicas distintas al de Lorenz, aunque ambos sistemas son equivalentes desde el punto de vista de la homotopía.
- La forma del atractor de Chen es compleja y fractal.
- Se puede realizar predicciones sobre el comportamiento futuro del sistema en base a la forma del atractor.
- Se han obtenido integrales de movimiento para ciertos parámetros del sistema de Chen.

Modelo matemático

El sistema caótico tridimensional está basado en un modelo matemático que se caracteriza por un conjunto de tres ecuaciones diferenciales no lineales, que se expresan como sigue:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= a(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= (c - a)x - xz + cy \\ \frac{dz}{dt} &= b + z(x - c)\end{aligned}$$

Ilustración 3-4: Modelo matemático del atractor de Chen

Fuente: Chen, 1999

En la Ilustración 3-4 se presentan el modelo matemático del atractor Lorenz, en donde x , y , y z , son las variables y a , b y c son los parámetros del sistema.

3.2.2.4. Características del atractor de Sprott

Las características del atractor de Sprott según (Lai y Chen 2016) son:

- El atractor de Sprott B es caótico.
- Se genera a partir de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.
- Su estructura es fractal

- Se caracteriza por la presencia de múltiples focos de silla de índice-2 conectados por órbitas heteroclínicas, formando así una silueta semejante a la de mariposa.
- La naturaleza caótica del sistema manifiesta a través del espectro de exponentes de Lyapunov del atractor de Sprott B, que es negativo.
- Es altamente sensible a las condiciones iniciales, lo que acentúa su comportamiento caótico.

Modelo matemático

El modelo matemático de Sprott B se define por medio de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden las cuales son:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= a(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= bxz \\ \frac{dz}{dt} &= c - xy\end{aligned}$$

Ilustración 3-5: Modelo matemático del atractor de Sprott

Fuente: Lai y Chen, 2016

En Ilustración 3-5 se observa que en las ecuaciones se tiene las constantes a, b, c las mismas que definen el sistema dinámico tridimensional, es importante destacar que este modelo matemático se destaca por su capacidad para generar múltiples atractores caóticos de forma independiente y simultánea, lo cual constituye un fenómeno no lineal inusual y cautivador.

Con la información previamente descrita en la Tabla 3-1 se ha identificado las principales características, estructuras, modelos matemáticos, parámetros y variables de cada uno de los atractores caóticos que utiliza GrIISoft por lo tanto, se podrá utilizar esta información más adelante en el desarrollo de la aplicación principalmente en el módulo de graficación.

Tabla 3-1: Características principales de los atractores caóticos por GrIISoft

NOMBRE DEL ATRACTOR	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	MODELO MATEMÁTICO	PARÁMETROS	VARIABLES
Atractor de Lorenz	<ul style="list-style-type: none"> • Es un atractor tridimensional utilizado para modelar sistemas dinámicos no lineales. • Forma distintiva de mariposa. • Surge a partir de ecuaciones diferenciales ordinarias. 	$\frac{dx}{dt} = \sigma(y - x)$ $\frac{dy}{dt} = -xz + \rho x - y$ $\frac{dz}{dt} = xy - \beta z$	σ, ρ, β	x, y, z
Atractor de Rössler	<ul style="list-style-type: none"> • Es un atractor tridimensional. • Su estructura tiene forma de una hélice. • Surge a partir de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales de tercer orden. 	$\frac{dx}{dt} = -(y + z)$ $\frac{dy}{dt} = x + ay$ $\frac{dz}{dt} = b + z(x - c)$	a, b, c	x, y, z
Atractor de Chen	<ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema caótico tridimensional. • La forma del atractor de Chen es compleja y fractal. • Surge a partir de ecuaciones diferenciales ordinarias. 	$\frac{dx}{dt} = a(y - x)$ $\frac{dy}{dt} = (c - a)x - xz + cy$ $\frac{dz}{dt} = b + z(x - c)$	a, b, c	x, y, z
Atractor de Sprott	<ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema caótico tridimensional. • Su estructura es fractal • Se genera a partir de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden. 	$\frac{dx}{dt} = a(y - x)$ $\frac{dy}{dt} = bxz$ $\frac{dz}{dt} = c - xy$	a, b, c	x, y, z

Realizado por: Zárate T., 2023

3.2.3. Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad permite determinar la viabilidad del desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos, analizando los recursos necesarios para desarrollar el proyecto.

Por lo tanto, se realizan dos tipos de estudio: la factibilidad técnica y factibilidad económica.

3.2.3.1. Factibilidad técnica

En la Tabla 3-2, se describe los recursos hardware que serán utilizados para el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

Tabla 3-2: Recursos hardware

CANTIDAD	RECURSO	DESCRIPCIÓN
1	Laptop para desarrollo	Intel(R) Core (TM) i5-8250U CPU @1.80 GHz y 8 GB de Memoria RAM

Realizado por: Zárate T., 2023

En la Tabla 3-3, se describe los recursos software que serán utilizados para el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

Tabla 3-3: Recursos software

RECURSO	TIPO	USO
VISUAL STUDIO CODE	Editor de código fuente	Desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos
MYSQL WORKBENCH	Sistema gestor de base de datos	Administración de la Base de Datos
XAMPP	Herramienta de desarrollo y pruebas	Servidor Web Apache Servidor de Base de Datos
OFFICE	Gestor de documentos	Editor de Texto Hoja de Cálculo
JMETER	Herramienta de pruebas	Pruebas de carga a la aplicación web de graficación de atractores caóticos
KATALON	Herramienta de pruebas	Pruebas funcionales y de interfaz de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

En la Tabla 3-4, se describe los recursos Humanos que intervienen para el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Tabla 3-4: Recursos humanos

NOMBRE	FUNCIÓN	FORMACIÓN	EXPERIENCIA
Thalía Zárate	Desarrolladora	Estudiante de ingeniería de software	Desarrollo de aplicaciones web Diseño y modelado de Base de Datos

Realizado por: Zárate T., 2023

3.2.3.2. Factibilidad económica para la aplicación web

El costo requerido para la realización del presente proyecto es de 4108 dólares de los Estados Unidos Americanos, el monto será cubierto totalmente por el equipo de desarrollo. Los costos de desarrollo se detallan en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5: Costos de desarrollo de la aplicación

CANTIDAD	RECURSOS	TIPO	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Laptop	Hardware	Personal	850	850
1	Suministros de Oficina	Materiales	Personal	8	8
1	Viáticos	Servicios	Personal	1000	1000
1	Otros		Personal	200	200
TOTAL					2058

Realizado por: Zárate T., 2023

3.3. Fase de planificación

3.3.1. Personas involucradas

En la Tabla 3-6 se presentan las personas involucradas en el desarrollo del proyecto, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 3-6: Personas involucradas

PERSONA	ROL	CONTACTO
Ing. Omar Gómez	SCRUM Master	ogomez@epoch.edu.ec
GrIISoft	Dueño del producto	
Thalía Zárate	Equipo de Desarrollo	talia.zarate@epoch.edu.ec

Realizado por: Zárate T., 2023

3.3.2. Tipos y Roles de Usuario en la aplicación web

En la Tabla 3-7 se muestra las responsabilidades de los usuarios en la aplicación web, por lo tanto, se da el tipo, el rol y una descripción general.

Tabla 3-7: Tipos y Roles de Usuario

TIPO DE USUARIO	ROL	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
Usuario registrado	Generar y gestionar gráficos de atractores caóticos.	Accede a la aplicación y puede graficar y gestionar los gráficos que ha generado.	Usuario registrado
Visitante	Generar gráficos de atractores caóticos.	Accede a la aplicación y genera gráficos de atractores.	Visitante
Administrador	Administración de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.	Gestionar las funcionalidades de la aplicación de graficación de atractores caóticos.	Ing. Omar Gómez

Realizado por: Zárate T., 2023

3.3.3. Actividades realizadas en el desarrollo de la aplicación web

Para el desarrollo de la aplicación web de graficación se realizaron las actividades mostradas en la Tabla 3-8, la cual se presenta a continuación.

Tabla 3-8: Actividades realizadas en el desarrollo de la aplicación web

INSTITUCIÓN	ACTIVIDAD	PERSONAL
GrIISoft adscrito a La FIE-ESPOCH	Obtención de requisitos necesarios para el proceso de desarrollo, a través de reuniones periódicas mantenidas con el Dueño del Producto.	Equipo de desarrollo
	Diseñar los diagramas de casos de uso que demuestren la operabilidad de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.	Equipo de desarrollo
	Diseñar la arquitectura de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.	Equipo de desarrollo
	Diseñar la base de datos que almacenará toda la información de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.	Equipo de desarrollo
	Diseñar las interfaces para el panel de administrador como para el del cliente.	Equipo de desarrollo
	Desarrollar los módulos de gestión de usuarios, autenticación, información, creación de gráficos y consulta de gráficos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.	Equipo de desarrollo
	Elaborar la documentación del manual técnico y del manual de usuario.	Equipo de desarrollo

Realizado por: Zárate T., 2023

3.3.4. *Product backlog*

En la aplicación de graficación de atractores caóticos, el product backlog es el registro central de todos los requisitos recopilados a través de reuniones con el Ing. Omar Gómez, quien actúa como el dueño del producto. Estas reuniones permiten recopilar información detallada sobre las necesidades y expectativas del proyecto.

Una vez recopilados los requisitos, se procede a desglosarlos en historias de usuario y técnicas específicas que son necesarias para el desarrollo de la aplicación de graficación de atractores caóticos. Cada historia de usuario representa una funcionalidad o característica particular del sistema y se le asigna un grado de prioridad en función de su importancia para los usuarios finales.

Para estimar el esfuerzo necesario para implementar cada requerimiento, se utiliza el método conocido como T-Shirt (Talla de camiseta), el cual ha sido popularizado por SCRUM. Este método asigna una talla a cada historia de usuario, utilizando tallas como S, M, L, XL. Cada talla representa una estimación del esfuerzo o complejidad requerida para completar el requerimiento.

Esta técnica ayuda a medir los puntos de historia y proporciona una guía para la planificación y asignación de recursos durante el desarrollo de la aplicación web de atractores caóticos (Martins 2021). En la Tabla 3-9 se presenta detalladamente las estimaciones definidas para las historias de usuario e historias técnicas.

Tabla 3-9: Método de estimación de trabajo T-Shirt

TALLA	PUNTOS ESTIMADOS	HORAS DE TRABAJO
S	4	4
M	8	8
L	12	12
XL	20	20

Fuente: Martins, 2021

Realizado por: Zárate T., 2023

El producto backlog se muestra en la Tabla 3-10 y Tabla 3-11, a continuación:

Tabla 3-10: Product backlog: Historias de usuario

HISTORIAS DE USUARIO			
ADMINISTRADOR			
ID	ENUNCIADO	PRIORIDAD	ESTIMACIÓN
HU-01	Ingresar información de administrador	Alta	4
HU-02	Modificar información de administrador	Media	4
HU-03	Eliminar información de administrador	Baja	4
HU-04	Listar información de usuarios	Alta	4
HU-05	Listar gráficos por usuarios	Media	4
HU-06	Listar estadísticas por usuario	Baja	4
USUARIO			
HU-07	Registrar cuenta		4
HU-08	Iniciar sesión	Alta	8
HU-09	Confirmar cuenta	Media	4
HU-10	Recuperar contraseña	Alta	4
HU-11	Graficar atractores	Alta	4
HU-12	Guardar gráficos de atractores		4
HU-13	Listar gráficos de atractores	Media	4
HU-14	Modificar gráficos de atractores	Media	4
HU-15	Eliminar gráficos de atractores	Media	4
VISITANTE			
HU-16	Graficar atractores		4
Total			68
			17

Realizado por: Zárate T., 2023

Tabla 3-11: Product backlog: Historias técnicas

HISTORIAS TÉCNICAS			
ID	ENUNCIADO	PRIORIDAD	ESTIMACIÓN
HT-01	Entrevista y especificación de requerimientos para la aplicación web de graficación de atractores	Alta	20
HT-02	Definir la convención de codificación	Media	4
HT-03	Diseño de la arquitectura de la aplicación	Media	4
HT-04	Diseño e implementación de la Base de Datos	Alta	12
HT-05	Diseño de las interfaces de la aplicación web de graficación de atractores caóticos	Alta	8
HT-06	Desarrollo de documentación del Manual Técnico	Media	4
HT-07	Desarrollo de documentación del Manual de Usuario	Alta	4
Total			56
			14

Realizado por: Zárate T., 2023

3.3.5. *Sprint backlog*

Adopta el enfoque ágil e iterativo del Sprint backlog, el cual se utiliza para planificar, ejecutar y revisar de manera eficiente el avance del desarrollo de software. El principal propósito de esta metodología es asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Con respecto al desarrollo de esta aplicación en particular, se han identificado cuatro Sprint con una duración de dos semanas cada uno. A continuación, se proporciona un desglose detallado de las historias de usuario y las historias técnicas que se han completado hasta la fecha.

El sprint backlog se muestra en la Tabla 3-12, a continuación:

Tabla 3-12: Sprint backlog

NOMBRE TAREA	DURACIÓN (Días)	FECHAS		ESTIMACIÓN
		INICIO	FINAL	
Fase de Desarrollo	40	15/05/2023	07/07/2023	
Sprint 1	10	15/05/2023	26/05/2023	
Entrevista y especificación de requerimientos para la aplicación web de graficación de atractores	5	15/05/2023	19/05/2023	40
Diseño e implementación de la Base de Datos	2	22/05/2023	23/05/2023	
Diseño de la arquitectura de la aplicación	2	24/05/2023	25/05/2023	
Definir la convención de codificación	1	26/05/2023	26/05/2023	
Sprint 2	10	29/05/2023	09/06/2023	
Diseño de las interfaces de la aplicación web de graficación de atractores caóticos	2	29/05/2023	30/05/2023	40
Listar información de todos los usuarios	2	31/05/2023	01/06/2023	
Buscar usuarios	1	02/06/2023	02/06/2023	
Graficar atractores	2	05/06/2023	06/06/2023	
Listar gráficos de todos los usuarios	2	07/06/2023	08/06/2023	
Listar estadísticas de gráficos de todos los usuarios	1	09/06/2023	09/06/2023	
Sprint 3	10	12/06/2023	23/06/2023	
Registrar cuenta	1	12/06/2023	12/06/2023	40
Iniciar sesión	2	13/06/2023	14/06/2023	
Modificar perfil	1	15/06/2023	15/06/2023	
Recuperar contraseña	1	16/06/2023	16/06/2023	
Guardar gráficos de atractores	2	19/06/2023	20/06/2023	
Buscar gráficos de atractores	1	21/06/2023	21/06/2023	
Listar gráficos de atractores	1	22/06/2023	22/06/2023	
Modificar gráficos de atractores	1	23/06/2023	23/06/2023	
Sprint 4	10	26/06/2023	07/07/2023	
Eliminar gráficos de atractores	1	26/06/2023	26/06/2023	40
Desarrollo de la documentación del API	1	27/06/2023	27/06/2023	
Ver página de inicio	1	28/06/2023	28/06/2023	
Ver información de GriiSoft	1	29/06/2023	29/06/2023	
Ver documentación del API	2	30/06/2023	03/07/2023	
Desarrollo de documentación del Manual Técnico	2	04/07/2023	05/07/2023	
Desarrollo de documentación del Manual de Usuario	2	06/07/2023	07/07/2023	

Realizado por: Zárate T., 2023

3.3.6. Reuniones en SCRUM

Para la especificación de requerimientos necesarios para el funcionamiento de la aplicación de graficación de atractores caóticos que se desarrolló, se llevaron a cabo múltiples reuniones entre el propietario del producto y el equipo de desarrollo, con el propósito de mostrar el progreso en el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos en cada sprint y así poder identificar los ajustes necesarios para lograr una exitosa finalización del proyecto.

Las reuniones se llevaron a cabo al comienzo de cada sprint, donde el equipo encargado del desarrollo presentó las funcionalidades a desarrollar de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. Estas funcionalidades se basaron en los requisitos proporcionados por el dueño del producto. Además, se presentaron los progresos alcanzados en el sprint anterior, presentados como entregables al dueño del producto para su revisión y, en caso necesario, para solicitar modificaciones.

Las reuniones mantenidas con el Ing. Omar Gómez están detalladas en el ANEXO A: Acta de reuniones con el dueño del producto.

3.4. Fase de desarrollo

Durante las reuniones llevadas a cabo, se examinaron los requerimientos y funcionalidades de la aplicación. Para lo cual se empleó la arquitectura basada en el Patrón de diseño MVC en el marco del modelo 4+1 de Kruchten para el desarrollo de esta. Es importante destacar que la combinación de la arquitectura 4+1 y el patrón de diseño MVC ha sido fundamental para el desarrollo exitoso de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. Puesto que proporciona una estructura clara y modular que facilita el desarrollo, garantizando una interacción fluida y amigable para el usuario.

3.4.1. Arquitectura modelo vista controlador en el contexto del modelo “4+1” de Kruchten

En el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos, se ha adoptado una arquitectura basada en el patrón MVC. Esta elección ha permitido organizar el código de forma eficiente y separar las responsabilidades de la aplicación, lo que facilita la implementación, mantenimiento, pruebas y escalabilidad de la aplicación. A continuación, se describe cómo cada componente del patrón MVC se alinea con las vistas definidas en el modelo “4+1” de Kruchten.

3.4.1.1. Vista lógica

Esta vista representa la estructura lógica del sistema. Aquí es donde se organizan los componentes de la aplicación web, esto implica la descripción de los modelos, vistas y controladores. Los modelos son los encargados de representar los datos y operaciones asociadas con los atractores caóticos, mientras que las vistas se encargan de la presentación de la información y de proporcionar las interfaces de usuario. Los controladores actúan como intermediarios entre los modelos y las vistas, gestionando las interacciones y actualizando las vistas en función de los cambios que se producen en los modelos.

En la Ilustración 3-6 se puede observar la vista lógica de la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

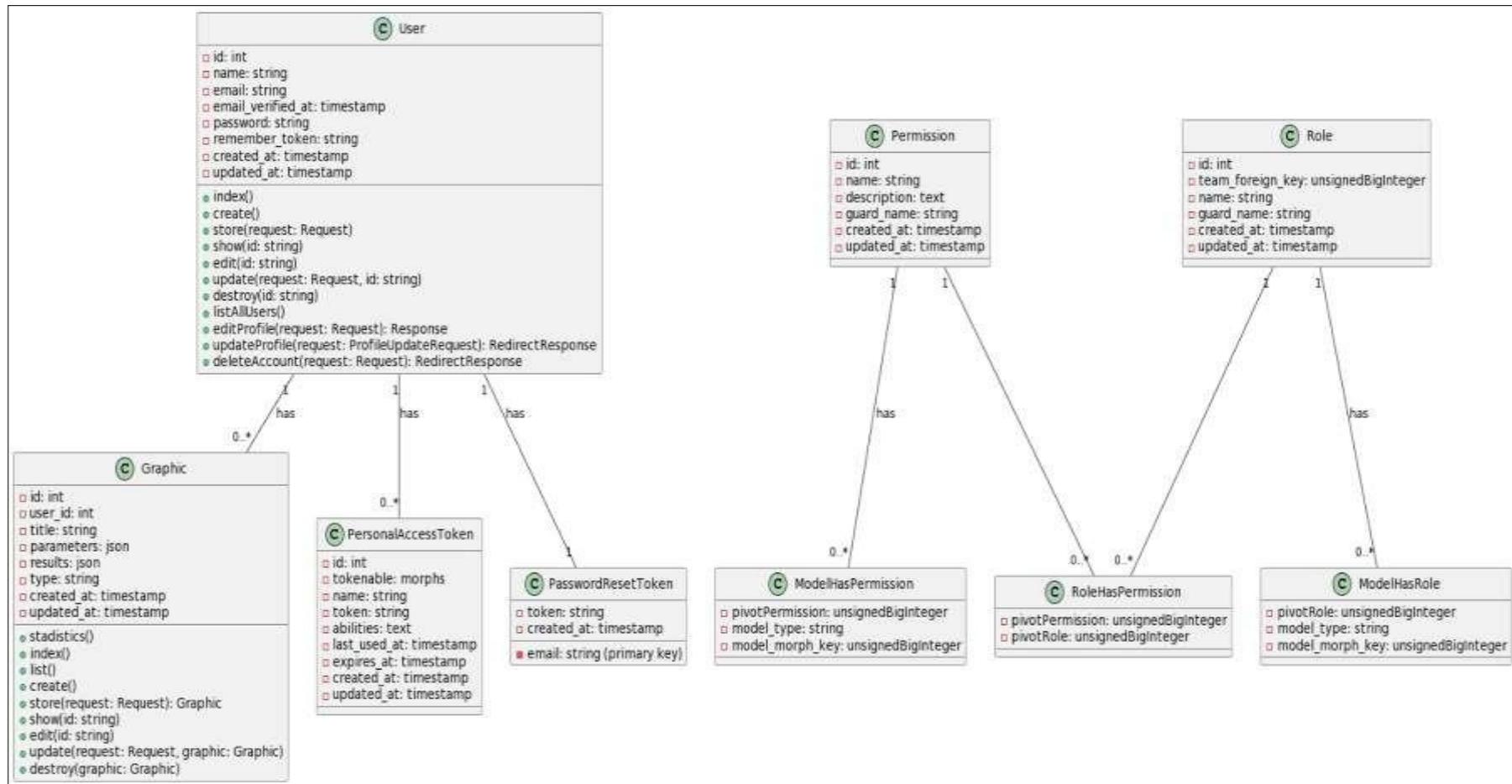


Ilustración 3-6: Vista lógica de la aplicación web de Graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

3.4.1.2. Vista de desarrollo

En esta vista, se enfoca en la perspectiva del desarrollador centrándose en la administración de los artefactos de software, permitiendo gestionar y organizar los componentes y módulos del sistema durante el proceso de desarrollo. Además, mantienen los diversos componentes del MVC para lograr una separación eficiente de las responsabilidades y una arquitectura coherente.

En la Ilustración 3-7: podemos observar.

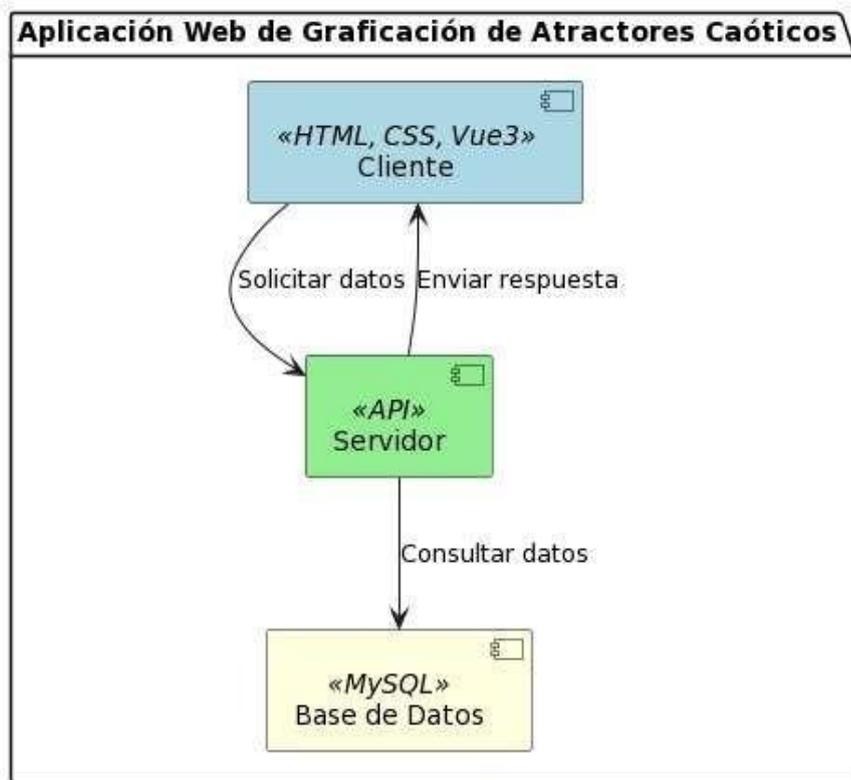


Ilustración 3-7: Vista de desarrollo de la aplicación web de Graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

3.4.1.3. Vista de procesos

La vista de procesos se enfoca sobre todo en los aspectos dinámicos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos, detallando los procesos internos y las interacciones entre cada uno de los componentes. Además, aborda cuestiones clave como concurrencia, distribución, rendimiento y escalabilidad, lo que contribuye a una comprensión más profunda del comportamiento del sistema en tiempo de ejecución y facilita su mantenimiento a largo plazo.

En la Ilustración 3-8 podemos observar la vista de procesos de la aplicación de graficación de atractores caóticos.

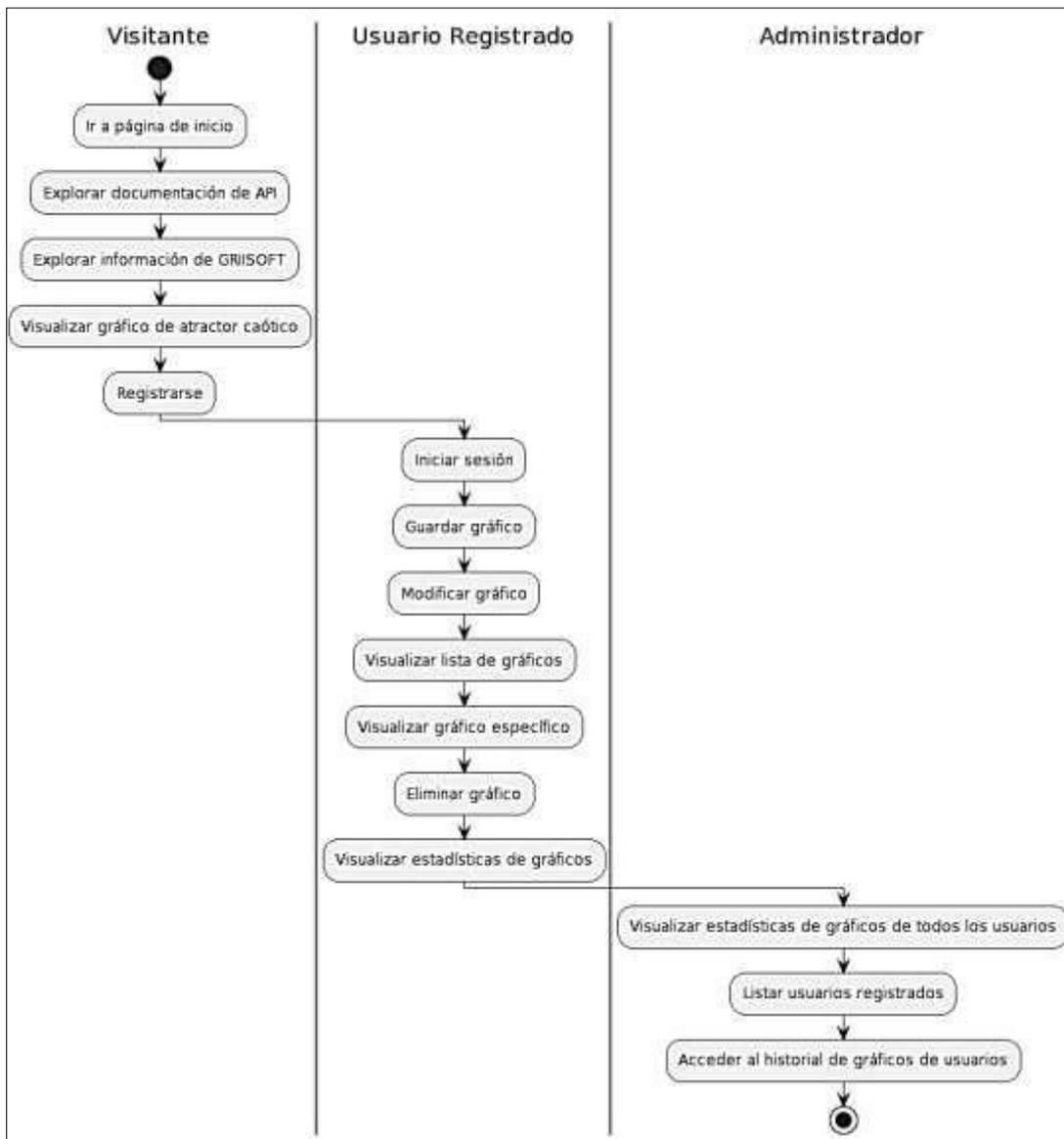


Ilustración 3-8: Vista de procesos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

3.4.1.4. Vista física

Describe la manera en que la aplicación web se despliega y estructura en el servidor, así como a cómo se gestionan los recursos físicos. Siguiendo una arquitectura basada en el patrón MVC, la aplicación web se organiza en capas, en donde el cliente interactúa con las vistas mediante el navegador, mientras que las solicitudes son procesadas por el servidor, que contiene tanto los controladores como los modelos.

En la Ilustración 3-9 podemos observar la vista física de la aplicación de graficación de atractores caóticos.

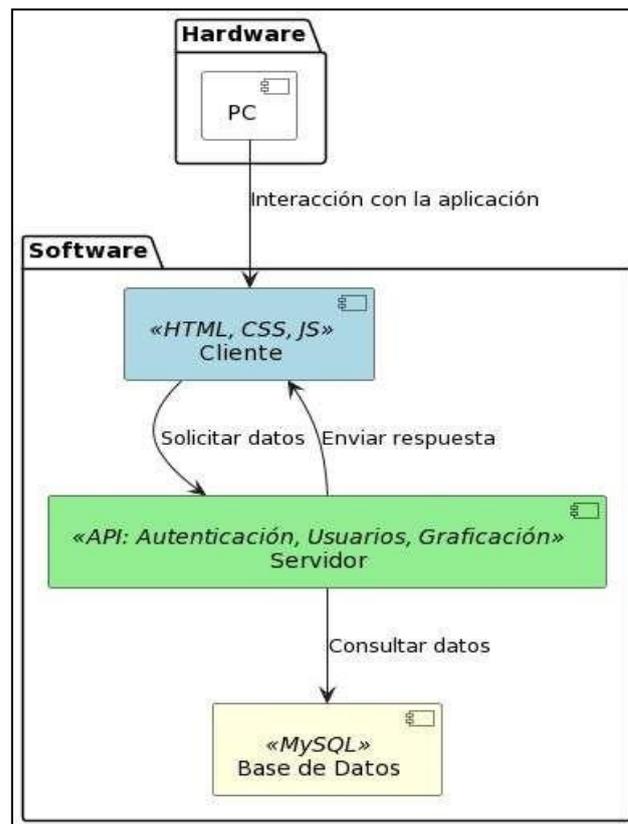


Ilustración 3-9: Vista física de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

3.4.1.5. Vista +1 de escenarios

En esta vista se presenta los actores y una descripción detallada de los casos de uso asociados, estos casos de uso engloban los requisitos previamente desarrollados en las otras vistas. De igual forma describe los escenarios de calidad más relevantes para la arquitectura. Además, los escenarios describen secuencias de interacciones entre objetos, y entre procesos como se puede observar en la Ilustración 3-10.

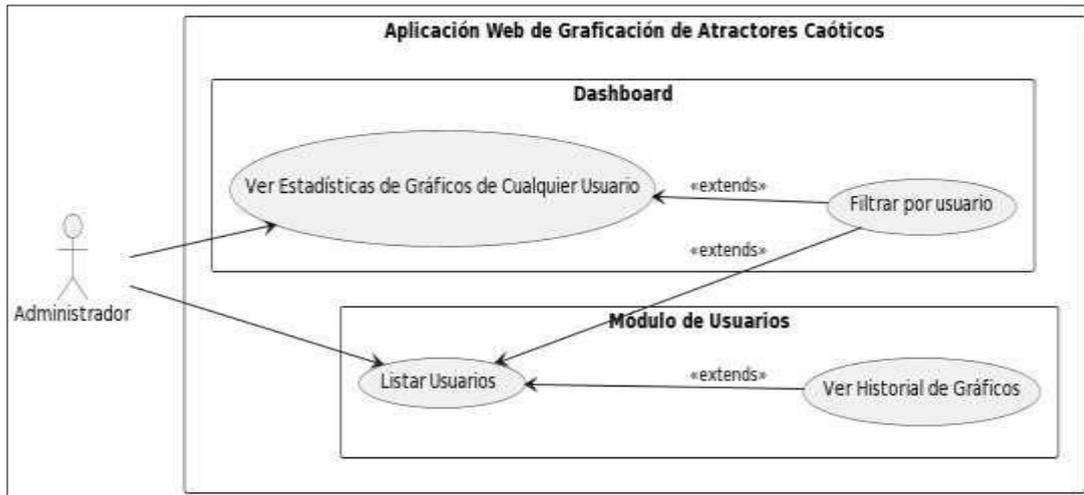


Ilustración 3-10: Vista de escenarios de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

El caso de uso completo se puede ver detallado en el ANEXO B Manual técnico: Casos de usos.

3.4.2. Convención de codificación

La convención de codificación es un conjunto de normas que facilita la escritura de código para sistemas de software de manera clara y legible. Esta práctica asegura que los algoritmos de la aplicación sean comprensibles y, además, permite detectar errores y revisar el código de manera eficiente. Las convenciones de codificación utilizadas para el desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos se detalla en la Tabla 3-13 podemos observar la convención de codificación del modelo.

Tabla 3-13: Convención de codificación del modelo

Tipo	Convención de Codificación	Ejemplo
Clase de modelo	PascalCase	User, Graphic
Nombres de tablas	Plural, snake_case	users, graphics
Nombres de columnas	snake_case	name, created_at
Claves primarias	id, snake_case sin plural	Id
Claves foráneas	tabla_id, snake_case	usuario_id, role_id
Relaciones Eloquent	camelCase, singular	user, graphic

Realizado por: Zárate T., 2023

Las convenciones de codificación completas por capas se pueden ver detalladas en el ANEXO B Manual técnico: Convención de codificación.

3.4.3. Modelo físico de la base de datos

Para el modelado físico de la base de datos, se realizó un proceso que constó de varias etapas. Primero, se creó un diseño conceptual para entender la lógica del negocio. Luego, se elaboró un modelo entidad-relación basado en los requerimientos funcionales de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. Finalmente, se concluyó con el modelado físico definitivo de la base de datos, listo para su implementación en la aplicación.

La Ilustración 3-11 se puede observar el modelo físico de la base de datos para la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

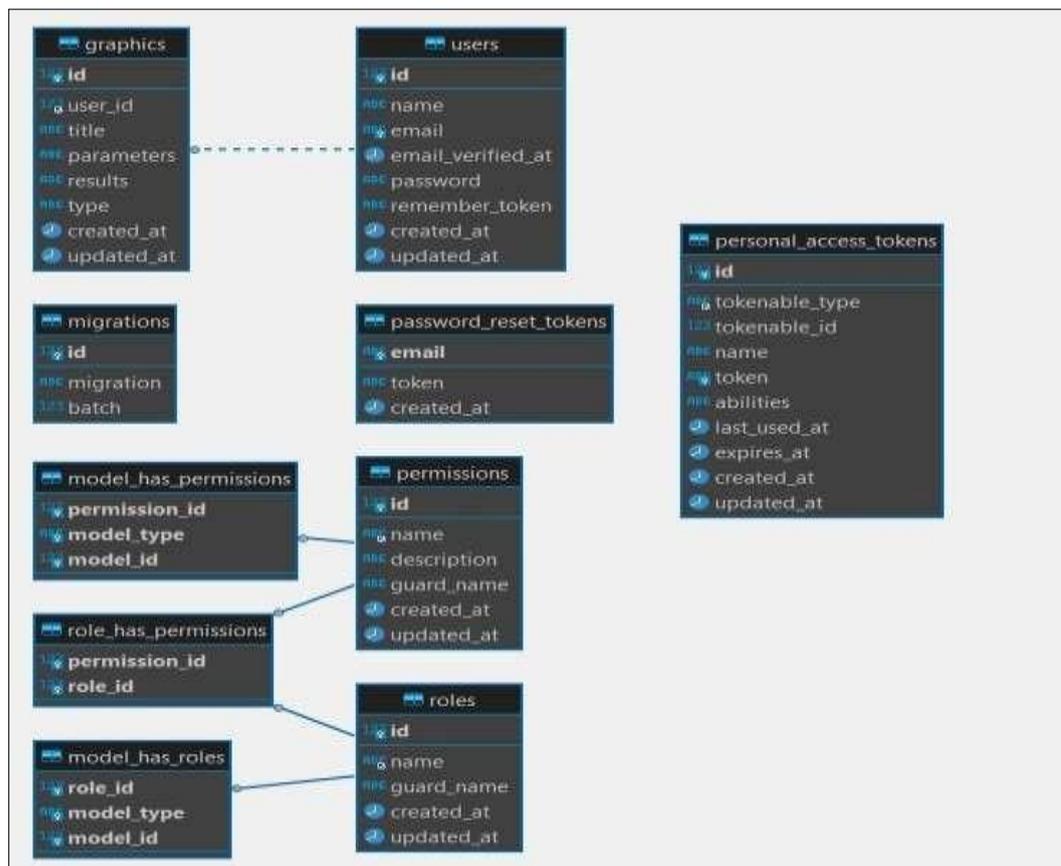


Ilustración 3-11: Modelo físico de la base de datos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

3.4.4. Diccionario de datos

Una vez que la base de datos ha sido definida, se avanza hacia la documentación y creación del diccionario de datos. El cual contiene información sobre los aspectos clave de cada campo, como su nombre, tipo de dato, si es obligatorio (mandatorio), restricción y descripción. En la Tabla 3-14 se puede observar el diccionario de datos de users.

Tabla 3-14: Diccionario de datos

Columna	Tipo	Nulo	Valor predeterminado	Restricciones	Descripción
Id	Incremental	No	-		Clave primaria auto incremental para identificar cada registro.
Name	String	No	-		Almacena el nombre del usuario.
Email	String	No	-	Único	Almacena la dirección de correo electrónico del usuario.
email_verified_at	Timestamp	Sí	NULL	Nullable	Fecha y hora de verificación del correo electrónico.
password	String	No	-		Almacena la contraseña del usuario.
rememberToken	String	Sí	NULL		Token de autenticación "recordar sesión".
created_at	Timestamp	No	CURRENT_TIMESTAMP		Fecha y hora de creación del registro (automático).
updated_at	Timestamp	No	CURRENT_TIMESTAMP		Fecha y hora de última actualización del registro (automático).

Realizado por: Zárate T., 2023

El diccionario de variables completo se puede ver detallado en el ANEXO B Manual Técnico: Diccionario de datos.

3.4.5. *Diseño de interfaz de la aplicación web*

La interacción entre el usuario y las funciones de la aplicación se produce a través de las interfaces de la aplicación. Por lo tanto, es importante garantizar que la aplicación disponga una interfaz amigable, intuitiva y fácil de utilizar. Para lograr este objetivo, hemos trabajado en el diseño de las interfaces de usuario para la aplicación web de graficación de atractores caóticos, en colaboración con el dueño del producto mediante reuniones.

La Ilustración 3-12 se muestra la página inicial de la aplicación, mediante la cual, los usuarios tendrán acceso a todas las funcionalidades mencionadas en los requerimientos, entre las más importantes están, acceso a la graficación de atractores, información del grupo Griisoft y a la documentación del api.



Ilustración 3-12: Pantalla principal de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

De manera similar, en la Ilustración 3-13 se muestra la página de graficación de atractores destinada para los usuarios visitantes. Desde esta interfaz, los visitantes tendrán la capacidad de llevar a cabo la graficación de atractores caóticos.

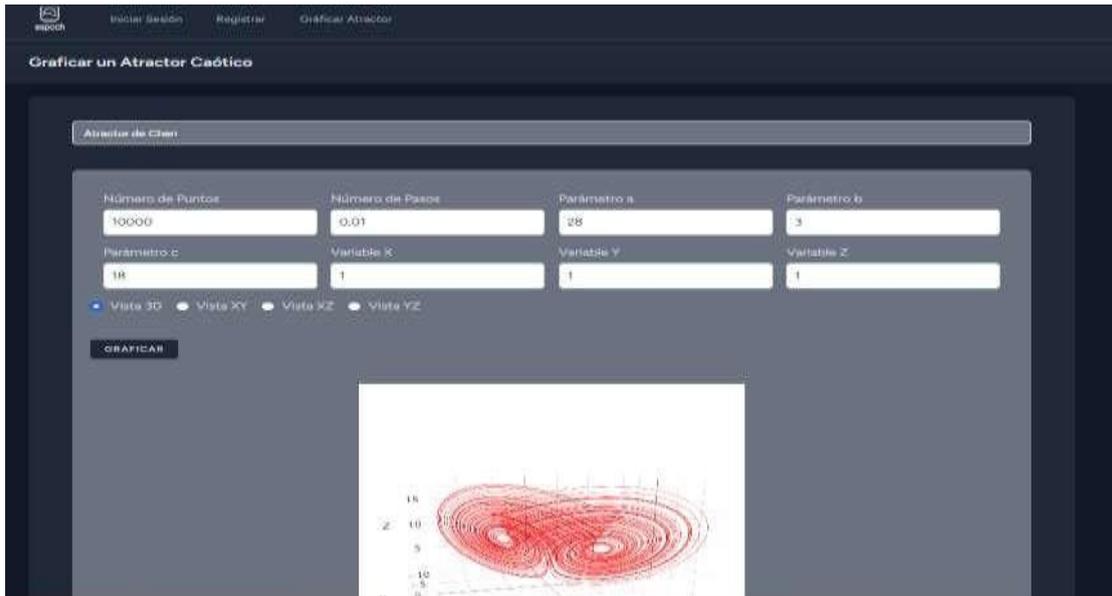


Ilustración 3-13: Pantalla de graficación del atractor de Chen

Realizado por: Zárate T., 2023

Todos los diseños de interfaz se pueden ver detallados en el ANEXO B Manual técnico: Diseño de interfaces.

3.4.6. Documentación

La documentación de los requisitos del sistema es una parte esencial en el desarrollo de software, dado que ofrece una comprensión clara y detallada de los procesos necesarios para que un producto software cumpla con las expectativas del usuario. En consecuencia, en el contexto del enfoque de la metodología ágil SCRUM, se han identificado dos tipos de documentos clave: las "historias de usuario" y las "historias técnicas". Estos documentos juegan un papel fundamental para garantizar un desarrollo eficiente y orientado a satisfacer las necesidades del cliente.

3.4.6.1. Historias técnicas

La Tabla 3-15 presenta la documentación de las historias técnicas, las cuales contienen información relevante sobre cómo se implementarán los requisitos de la aplicación y describen los desafíos que los desarrolladores de software deben abordar.

Tabla 3-15: Documentación de las historias técnicas

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-01	Nombre de la historia: Elicitación de requisitos para el sistema web de graficación de atractores
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 1
Puntos estimados: 20	Puntos reales: 20
Descripción: Como desarrolladora, quiero reunirme con el dueño del producto todos los días de una semana para recolectar las historias de usuarios que se convertirán en requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación web de graficación de atractores.	

Realizado por: Zárate T., 2023

Las historias técnicas se pueden ver detallados en el ANEXO B Manual Técnico: Historias Técnicas.

3.4.6.2. Historias de usuario

La Tabla 3-16 exhibe la documentación de las historias de usuario, resaltando aquellos elementos importantes para asegurar el correcto rendimiento del sistema. Es crucial tener en cuenta que prescindir de las historias de usuario puede afectar negativamente el proceso de desarrollo, funcionamiento y documentación del sistema.

Tabla 3-16: Documentación de las historias de usuarios

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-01	Nombre de la historia: Listar información de todos los usuarios
Usuario: Administrador	Sprint asignado: 2
Puntos estimados: 20	Puntos reales: 20
Descripción: Como administrador de la aplicación, quiero poder ver una lista con la información de todos los usuarios registrados en el sistema.	
Pruebas de aceptación: <ul style="list-style-type: none">• Verificar que en la lista se muestren todos los usuarios registrados.	

Realizado por: Zárate T., 2023

Las historias de usuario se pueden ver detallados en el ANEXO B Manual Técnico: Historias de Usuario.

3.4.6.3. Pruebas Automatizadas

El propósito principal de las pruebas de software es asegurar el funcionamiento adecuado del sistema y satisfacer las demandas del cliente. Asimismo, a través de las pruebas, se pueden identificar y corregir errores en los procesos del sistema antes de su lanzamiento a producción. En este contexto, se ha empleado la herramienta Katalon Studio para llevar a cabo pruebas automatizadas del sistema, asegurando así la verificación del correcto funcionamiento de un proceso específico.

El Ilustración 3-14 presenta la documentación relacionada con la ejecución de una suite de casos de prueba en la que incluye cada uno de los casos de prueba necesarios para llevar a cabo el proceso de autenticación de un usuario en la aplicación.

GRIISOFT v01			
Execution Environment			
Host name	MSI 2022 - host.docker.internal		
Local OS	Windows 10 64bit		
Katalon version	8.5.5.208		
Browser	Chrome 114.0.0.0		
Summary			
ID	Test Suites/GRIISOFT v01		
Description			
Total	24		
Passed	24	Failed	0
Error	0	Incomplete	0
Skipped	0		
Start	2023-07-25 00:58:04	End	2023-07-25 01:02:18
Elapsed	4m - 13,141s		
#	ID	Description	Status
1	Test Cases/Autenticación/Registrar	Registrar un usuario dentro del sistema	PASSED
2	Test Cases/Autenticación/Iniciar Sesión	El usuario inicia sesión dentro del sistema, con una cuenta previamente registrada.	PASSED
3	Test Cases/Autenticación/Recuperar Contraseña	El usuario puede recuperar su contraseña, despues de verificar que es el dueño de la cuenta.	PASSED

Ilustración 3-14: Reporte final de la ejecución de la suite de pruebas en Katalon

Realizado por: Zárate T., 2023

El informe completo de las pruebas automatizadas se puede ver detallado en el ANEXO B Manual Técnico: Pruebas Automatizadas.

3.4.6.4. Fase de cierre

Para desarrollar el proyecto se determinaron 4 sprints de dos semanas cada uno, con 20 puntos de esfuerzo en cada uno. Al finalizar cada sprint el equipo de desarrollo evaluó el cumplimiento de tareas de cada sprint, tomando en cuenta los puntos de estimación designados inicialmente para cada sprint.

La metodología ágil SCRUM recomienda el burndown chart como una herramienta gráfica para la gestión del proyecto, en la cual se muestra el progreso del proyecto a lo largo de los sprints, revelando la velocidad con la que se cumplieron. En la Ilustración 3-15 se observa el burndown chart resultante del presente proyecto, en el eje X se muestran los 4 sprints, y en el eje Y se muestran los puntos estimados de esfuerzo. Los puntos estimados de esfuerzo se representan en la línea azul y los puntos reales de esfuerzo se representan en la línea naranja.

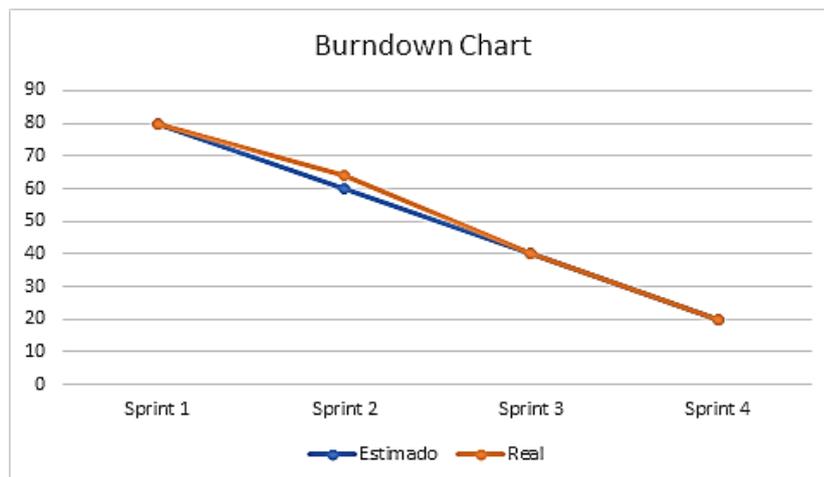


Ilustración 3-15: GrIISoft Burndown Chart

Realizado por: Zárate T., 2023

Los sprints 1, 3 y 4 se desarrollaron a la par de los puntos estimados, sin embargo, en el sprint 2 existe un desfase respectivamente de los puntos estimados, esto debido a que en este sprint se desarrolló la funcionalidad de graficación de atractores caóticos, considerado por el equipo de desarrollo como una funcionalidad de dificultad alta.

El manual de usuario de la aplicación web de graficación de atractores caóticos se muestra en el ANEXO C: Manual de usuario.

Los detalles de la entrega del producto a GRIISOFT se muestran en el ANEXO D: Acta de entrega del producto software.

3.4.7. Método utilizado para la evaluación de la eficiencia en función a la norma la ISO/IEC 25010

Para poder evaluar la eficiencia de desempeño según la norma ISO/IEC 25010 se utilizó el método de observación, esto debido a que se observa el comportamiento, las acciones y eventos, en entornos naturales y controlados, de la aplicación web de graficación de atractores caóticos y el proceso actual de graficación de atractores caóticos, para poder registrar los datos arrojados y analizarlos posteriormente.

3.4.7.1. Población

Para determinar la población hay que tener en cuenta que se emplearon enfoques específicos para medir las tres subcaracterísticas de la norma ISO/IEC 25010, por lo tanto, cada subcaracterística tiene una población propia descrita a continuación.

- Cinco participantes con experiencia en sistemas de visualización web y ejecución de scripts Python, quienes interactuaron con la aplicación web de graficación de atractores caóticos y el script de Python de graficación de atractores caóticos de GRIISOFT para evaluar sus Comportamiento Temporales.
- Cuatro navegadores webs comunes (Chrome, Firefox, Edge y Opera) que fueron sometidos a pruebas de rendimiento para evaluar la Utilización de Recursos.
- Trescientos usuarios simulados en una prueba de estrés para evaluar la Capacidad del sistema bajo condiciones de alta demanda.

3.4.7.2. Recopilación de datos

Para la recopilación de datos se utilizaron enfoques específicos para capturar información sobre las subcaracterísticas de Comportamiento Temporal, Utilización de Recursos y Capacidad de la norma ISO/IEC 25010. La recopilación de datos por cada subcaracterística se describe a continuación.

Comportamiento temporal

Las 5 personas seleccionadas realizaron interacciones con la aplicación y ejecutaron el script de Python tomado del proceso actual de GRIISOFT, generando gráficos del atractor caótico de

Rosler. Cada individuo contribuyó con 6 tiempos de respuesta registrados durante estas interacciones, totalizando 60 registros en total.

Utilización de recursos

Los navegadores Chrome, Firefox, Edge y Opera fueron sometidos a pruebas de rendimiento en las cuales se midió el consumo de CPU, RAM y GPU mientras se generaban los gráficos de atractores caóticos. Se realizaron 3 repeticiones de las pruebas para cada navegador, obteniendo un total de 12 registros de utilización de recursos.

Capacidad

La evaluación de la capacidad del sistema se llevó a cabo mediante una prueba de estrés diseñada en la herramienta JMeter para medir su rendimiento bajo cargas extremas. En esta prueba, se simuló 300 usuarios interactuando con la graficación de atractores caóticos, con un intervalo de 1 segundo entre cada interacción. Esta prueba permitió determinar la capacidad máxima del sistema para manejar usuarios simultáneos sin comprometer significativamente el rendimiento.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados de la evaluación realizada a la aplicación web de atractores caóticos, de la eficiencia de desempeño según el marco ISO/IEC 25010, que define tres subcaracterísticas que son: Comportamiento temporal, utilización de recursos y capacidad. Además, los resultados de la evaluación aplicada al proceso actual de graficación de atractores caóticos utilizada por GRIISOFT de la subcaracterística Comportamiento temporal.

Finalmente se aplica un test estadístico para determinar si la aplicación web de graficación de atractores caóticos es más eficiente que el proceso actual de graficación de atractores caóticos utilizada por GRIISOFT.

4.1. Evaluación de la eficiencia de desempeño según la norma ISO/IEC 25010

Para evaluar la eficiencia de desempeño se la lleva a cabo con el análisis de sus tres subcaracterísticas: Comportamiento temporal, utilización de recursos y capacidad. Para el Comportamiento temporal se evaluó el proceso actual de graficación de atractores caóticos usado por GRIISOFT y el módulo de graficación de atractores caóticos de la aplicación web con el objetivo de posteriormente, mediante un test estadístico, comparar los resultados de la evaluación entre la aplicación web y el proceso actual de GRIISOFT. La evaluación de la utilización de recursos nos permite conocer el comportamiento de la aplicación web en distintos navegadores, y la capacidad nos permite conocer los límites del servidor en cuanto a la recurrencia de peticiones.

4.1.1. *Evaluación de la subcaracterística comportamiento temporal*

Para conocer el comportamiento temporal del proceso actual de graficación de atractores caóticos de GRIISOFT y del módulo de graficación de atractores caóticos de la aplicación web se tomaron los tiempos de respuesta que perciben los usuarios al ejecutar manualmente el script Python del proceso actual y utilizar la funcionalidad automatizada de la aplicación web, y una vez obtenidos estos resultados se pudo comparar ambos tiempos promedio y conocer si existe diferencia en los procesos de graficación de atractores caóticos.

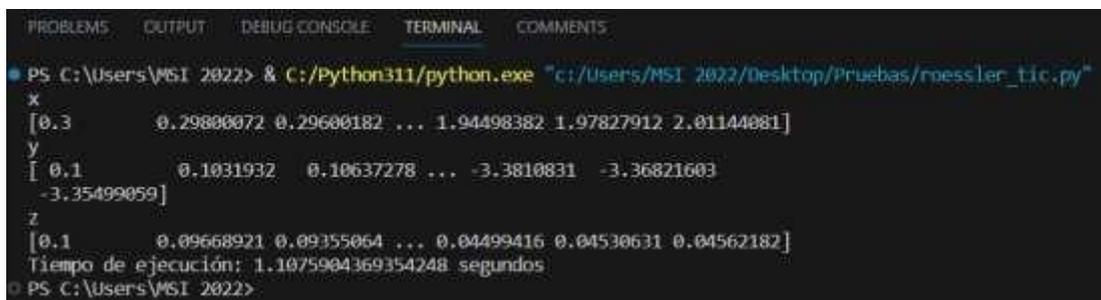
4.1.1.1. Tiempo de respuesta

Para conocer los tiempos de respuesta de los procesos de graficación de atractores caóticos del proceso actual de GRIISOFT y de la aplicación web se agregaron líneas de código al inicio y fin de las funciones que grafican el atractor caótico en ambos procesos, estas líneas de código nos permiten contar el tiempo exacto que demoran en ejecutarse las funciones y como resultado mostrar el gráfico del atractor caótico. Cabe mencionar que con el fin de obtener el mismo resultado (gráfico) se evaluó en base a la graficación del atractor caótico de Rossler con los siguientes datos.

- Número de puntos: 10000
- Número de pasos: 0,01
- Parámetro a: 0,2
- Parámetro b: 0,2
- Parámetro c: 5,7
- Variable x: 1
- Variable y: 1
- Variable z: 1

Tiempos de respuesta del proceso actual de graficación de atractores caóticos de GRIISOFT

Para tomar los tiempos de respuesta de este proceso se añadió un contador de tiempo que cubre la función de graficación de un atractor caótico dentro del script de Python que utiliza GRIISOFT, este tiempo de ejecución se muestra en el terminal al finalizar la ejecución de la función, así como se muestra en la Ilustración 4-1.



```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL COMMENTS
PS C:\Users\MSI 2022> & C:/Python311/python.exe "c:/Users/MSI 2022/Desktop/Pruebas/rossler_tic.py"
x
[0.3      0.29800072 0.29600182 ... 1.94498382 1.97827912 2.01144081]
y
[ 0.1      0.1031932  0.10637278 ... -3.3810831 -3.36821603
 -3.35499059]
z
[0.1      0.09668921 0.09355064 ... 0.04499416 0.04530631 0.04562182]
Tiempo de ejecución: 1.1075904369354248 segundos
PS C:\Users\MSI 2022>
```

Ilustración 4-1: Salida de la ejecución de Python

Realizado por: Zárate T., 2023

La recopilación de los datos dio como resultado 30 tiempos, 6 por cada persona. Cabe recalcar que los tiempos fueron transformados a milisegundos con el objetivo de manejar una sola unidad de medida de tiempo. Los datos se pueden observar en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Tiempos de respuesta del proceso actual de GRISOFT

Tiempos (ms)	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Persona 5
T1	2600	4750	1700	590	870
T2	2570	4520	1660	540	830
T3	4120	2300	1560	590	860
T4	2100	4150	1800	550	890
T5	3390	5120	1780	550	2860
T6	2150	3320	1690	540	2060
Total	16930	24160	10190	3360	8370
Promedio	2821,67	4026,67	1698,33	560	1395

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede observar que existen diferencias notables entre los tiempos promedios de ejecución de cada persona, esto es debido a los entornos de ejecución, más específicamente a las características técnicas de los computadores en donde las personas evaluadoras ejecutaron el script de Python. El promedio de tiempos de respuesta total es de 10501,67 ms.

Tiempos de respuesta de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Para tomar los tiempos de respuesta de este proceso se añadió un contador de tiempo que cubre la función de graficación de un atractor caótico dentro de la aplicación web, este tiempo de ejecución se muestra en la consola del navegador al finalizar la ejecución de la función, así como se muestra en la Ilustración 4-2.



Ilustración 4-2: Salida de los tiempos de respuesta de la aplicación web de graficación de atractores caóticos

Realizado por: Zárate T., 2023

La recopilación de los datos dio como resultado 30 tiempos, 6 por cada persona los cuales se pueden observar en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Tiempos de respuesta de la aplicación web

Tiempos (ms)	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Persona 5
T1	51,69	163,89	227,73	102,8	78,34
T2	52,29	160,19	205,68	89,77	59,74
T3	56,34	138,94	234,71	64,01	95,83
T4	58,33	156,61	211,58	70,49	54,49
T5	52,92	162,07	227,1	66,04	53,21
T6	52,08	187,89	220,6	68,09	73,62
Total	323,65	969,59	1327,4	461,2	415,23
Promedios	53,94	161,60	221,23	76,87	69,21

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede observar que existen diferencias mínimas entre los tiempos promedios de ejecución de cada persona, esto es debido a los entornos de ejecución, más específicamente a las características técnicas de los navegadores en donde las personas evaluadoras utilizaron la aplicación web. El promedio de tiempos de respuesta total es de 116,57 ms.

Comparación de resultados

En la Tabla 4-3 se presentan y analizan los promedios de los datos obtenidos y descritos previamente de los procesos realizados actualmente por GRIISOFT y realizados por la aplicación web.

Tabla 4-3: Comparación resultados de los tiempos promedios de GRIISOFT y la aplicación web

	Promedio del proceso Actual	Promedio de la aplicación web	Reducción en el tiempo
Tiempos (ms)	10501,67	116,57	10385,10

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede notar una disminución de los tiempos de respuesta entre el proceso actual de GRIISOFT y la aplicación web, pues el proceso actual de GRIISOFT tiene un tiempo promedio de 10501,67 ms y el tiempo promedio de la aplicación web es del 116,57 ms, por lo que los investigadores de

GRIISOFT al usar la aplicación web estarían ahorrando hasta 10385,10 ms en la graficación de atractores caóticos, lo que convertido a minutos es 0,17.

En la Ilustración 4-3 se muestra de manera gráfica la comparación de tiempos de respuesta entre el proceso actual de GRIISOFT versus la aplicación web.

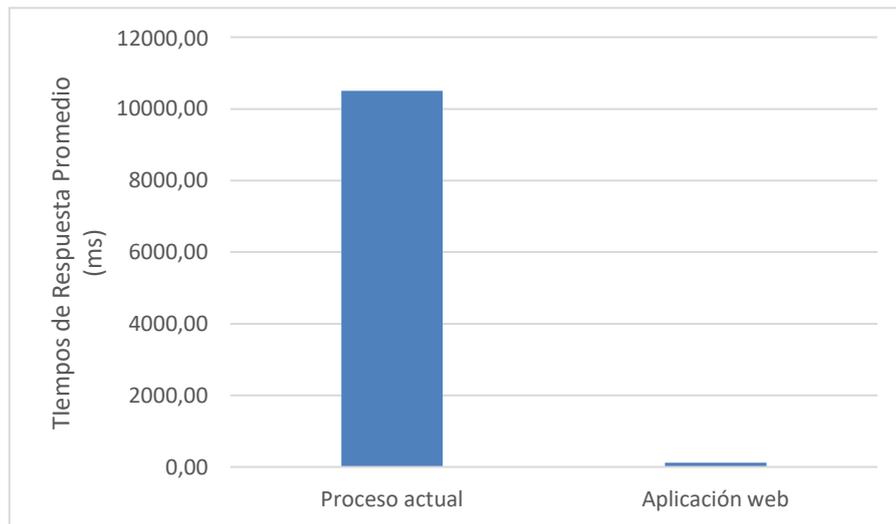


Ilustración 4-3: Comparación de tiempos de respuesta entre el proceso actual de GRIISOFT y la aplicación web

Realizado por: Zárate T., 2023

Finalmente, se puede determinar cuánto es el porcentaje de tiempo reducido tomando el tiempo promedio del proceso actual de GRIISOFT que es 10501,67 ms como el 100% y el tiempo promedio de la aplicación web que es 116,57 ms sería el 1.11%. Por lo tanto, podemos inferir que se ha disminuido un 98.89% de tiempo en graficar un atractor caótico.

4.1.2. Evaluación de la subcaracterística utilización de recursos

Para evaluar la Utilización de Recursos se monitoreó el uso de memoria RAM, el uso de CPU y el uso de GPU observando los datos que arroja el Administrador de Tareas del computador, esos datos fueron tabulados y con esos resultados se obtuvieron promedios del uso de cada uno de los recursos mencionados.

4.1.2.1. Uso de memoria RAM

El análisis del uso de memoria RAM es esencial para comprender cómo la aplicación web de graficación de atractores caóticos maneja los recursos disponibles. Se llevó a cabo una evaluación

del uso de memoria RAM, planteando como escenario, la graficación del atractor caótico de Rossler, el mismo que se lo realizó 3 veces en los navegadores: Chrome, Firefox, Edge y Opera, capturando los datos que arroja el administrador de tareas como se observa en la Ilustración 4-4.

Nombre	Estado	8% CPU	66% Memoria	0% Disco	0% Red
Aplicaciones (7)					
Microsoft Edge (20)		0%	1.463,9 MB	0,1 MB/s	0,1 Mbps
Pestaña: Graficación - GRIISOFT	Modo de ...	0%	109,4 MB	0 MB/s	0 Mbps

Ilustración 4-4: Captura de Memoria RAM que arroja el administrador de tareas

Realizado por: Zárate T., 2023

Una vez monitoreado el uso de memoria RAM en Chrome, Firefox, Edge y Opera, se procedió a sintetizar los resultados en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Resultado del uso de memoria RAM

RAM (MB)	Chrome	Firefox	Edge	Opera
Prueba 1	342,6	384,6	121,8	96,2
Prueba 2	331,2	457,1	123	97,4
Prueba 3	398,1	467,9	121,3	76,6
Total	1071,9	1309,6	366,1	270,2
Promedio	357,3	436,5	122,03	90,1

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede observar que cada navegador tiene un consumo promedio de memoria RAM distinto, siendo Firefox el de consumo más alto con 436,5 MB y Opera el de consumo más bajo con 90,1 MB. En la Ilustración 4-5 se consigue observar de manera gráfica una comparación de los consumos de memoria RAM de los navegadores evaluados.

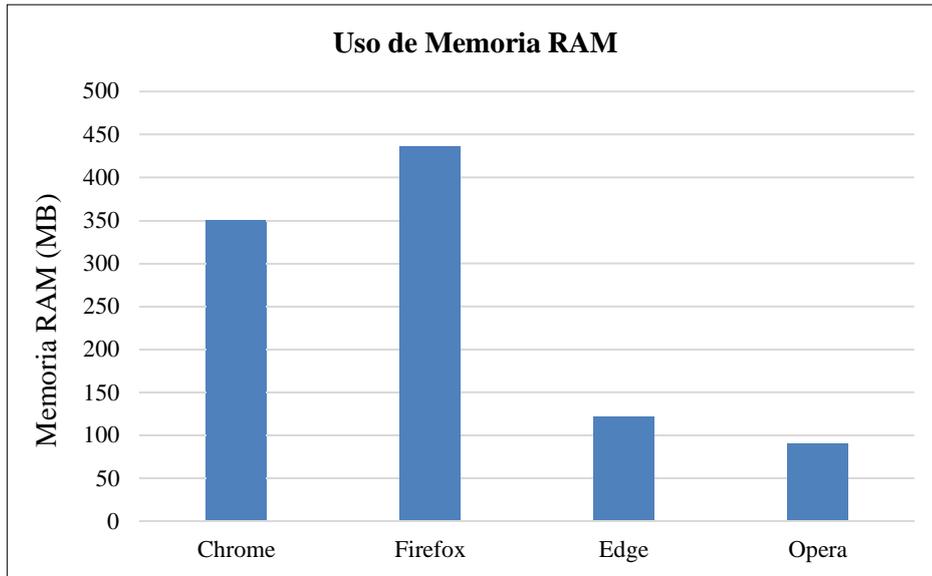


Ilustración 4-5: Grafica de barras de la comparación de consumos de memoria RAM según los navegadores seleccionados

Realizado por: Zárate T., 2023

4.1.2.2. Uso de CPU

El análisis de la utilización de CPU permite identificar patrones de comportamiento durante la ejecución de la aplicación web de graficación de atractores, para comprender cómo cada navegador administra los recursos de la CPU. Se llevó a cabo una evaluación del uso de CPU planteando como escenario, la graficación del atractor caótico de Rossler, el mismo que se lo realizó 3 veces en los navegadores: Chrome, Firefox, Edge y Opera, capturando los datos que arroja el administrador de tareas de cada navegador, lo que proporciona una visión detallada de la utilización de recursos de la CPU en tiempo real como se observa en la Ilustración 4-6.

Procesos		11%	63%	0%	0%
Nombre	Estado	CPU	Memoria	Disco	Red
Microsoft Edge (16)		4,0%	1.121,7 MB	0,2 MB/s	0 Mbps
Pestaña: Graficación - GRIISOFT	Modo de ...	3,0%	149,8 MB	0 MB/s	0 Mbps

Ilustración 4-6: Captura de CPU que arroja el administrador de tareas

Realizado por: Zárate T., 2023

Una vez monitoreado el uso de CPU en Chrome, Firefox, Edge y Opera, se procedió a sintetizar los resultados en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Resultado del uso de CPU

CPU (%)	Chrome	Firefox	Edge	Opera
Prueba 1	1,7	3,5	2,2	1,6
Prueba 2	1,1	3,9	2,3	2,5
Prueba 3	1,1	3,4	2,1	2,1
Total	3,9	10,8	6,6	6,2
Promedio	1,3	3,6	2,20	2,1

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede observar que cada navegador tiene un consumo promedio de uso de CPU distinto durante las pruebas de generación del atractor caótico de Roosler, siendo Firefox el de consumo más alto con 3.6 de recursos de CPU y Chrome el consumo más bajo con 1.3 de recursos de CPU.

En la Ilustración 4-7 se consigue observar de manera gráfica una comparación de los consumos de recursos de CPU de los navegadores evaluados.

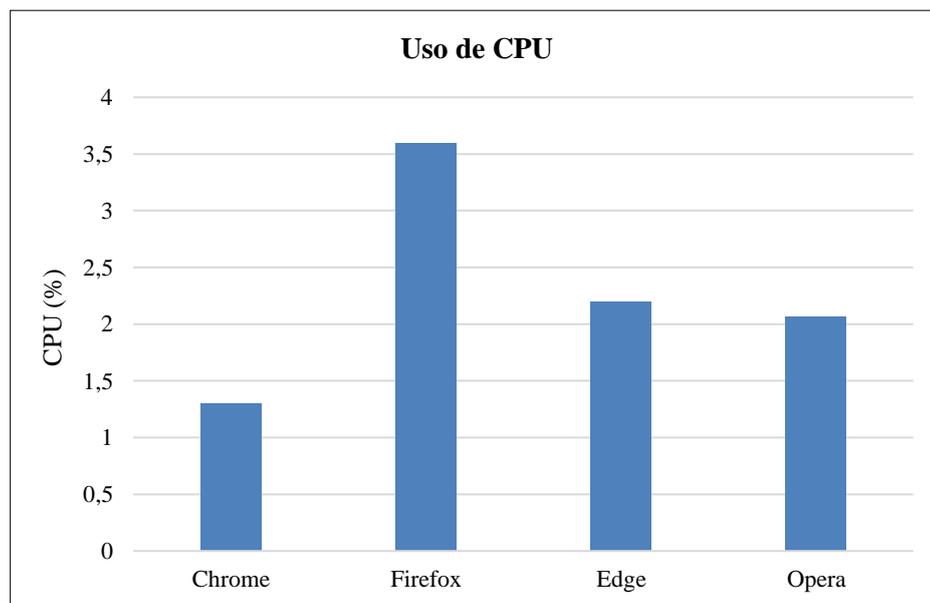


Ilustración 4-7: Gráfica comparativa de la utilización de recursos CPU de los navegadores seleccionados

Realizado por: Zárate T., 2023

4.1.2.3. Uso de GPU

El análisis de la utilización de GPU permite tener una visión profunda de cómo se gestionan los recursos disponibles para la renderización gráfica durante la ejecución de la aplicación web de

graficación de atractores, para comprender cómo cada navegador distribuye y gestionan los recursos de GPU. Se llevó a cabo una evaluación del uso de GPU planteando como escenario, la graficación del atractor caótico de Rossler, el mismo que se lo realizó 3 veces en los navegadores: Chrome, Firefox, Edge y Opera, capturando los datos que arroja el administrador de tareas de cada navegador, lo que proporciona una visión detallada de cómo se gestiona la carga gráfica intensiva como se observa en la Ilustración 4-8.

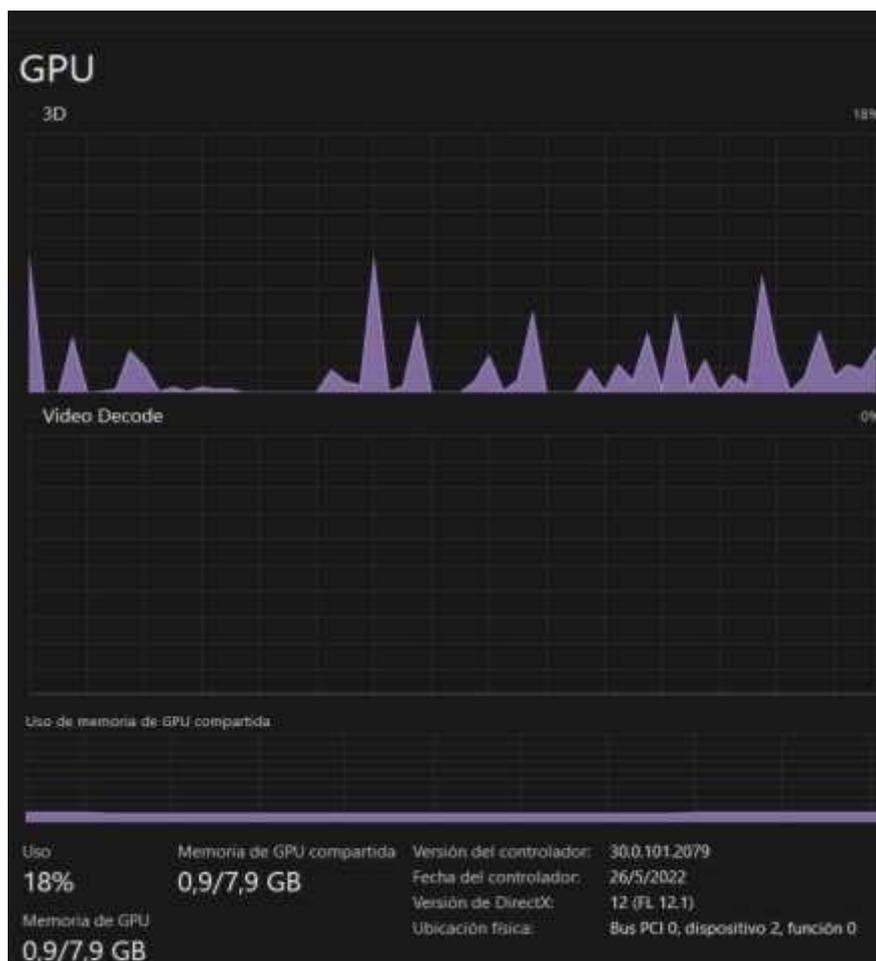


Ilustración 4-8: Captura del consumo de GPU que arroja el Administrador de tareas

Realizado por: Zárate T., 2023

Una vez monitoreado el uso de GPU en Chrome, Firefox, Edge y Opera, se procedió a sintetizar los resultados en la Tabla 4-6.

Tabla 4-6: Resultado del uso de GPU

GPU (%)	Chrome	Firefox	Edge	Opera
Prueba 1	12	25	29	13
Prueba 2	13	24	27	12
Prueba 3	14	18	31	13
Total	39	67	87	38
Promedio	13	22,3	29	12,7

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede observar que cada navegador tiene un consumo promedio de uso de GPU distinto durante las pruebas de generación del atractor caótico de Roosler, siendo Edge el de consumo más alto con 29 de recursos de GPU y Chrome el consumo más bajo con 12.7 de recursos de CPU. En la Ilustración 4-9 se consigue observar de manera gráfica una comparación de los consumos de recursos de GPU de los navegadores evaluados.

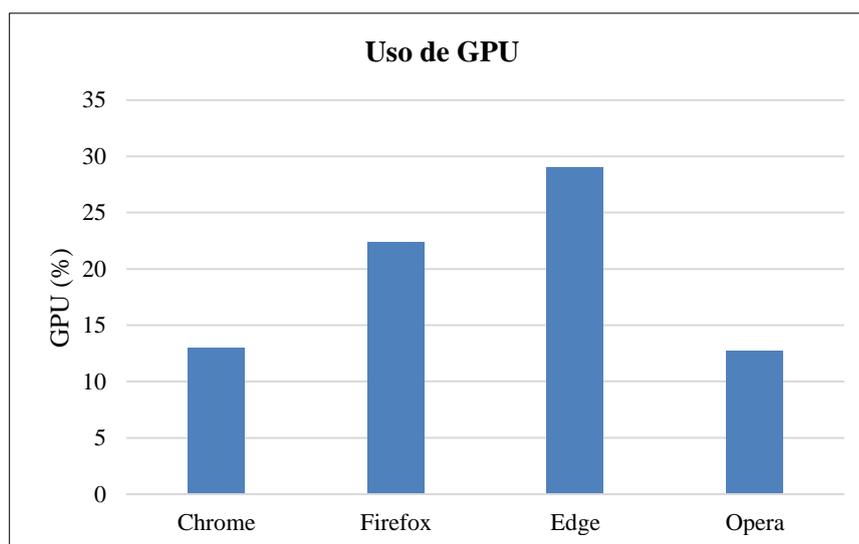


Ilustración 4-9: Comparativa de la utilización de recursos GPU de los navegadores seleccionados

Realizado por: Zárate T., 2023

4.1.3. Evaluación de la subcaracterística Capacidad

La evaluación de la capacidad es esencial para comprender los límites operativos del sistema y asegurarse de que esté preparado para afrontar cargas máximas y situaciones de demanda intensa. En esta evaluación se llegó a determinar el límite de usuarios concurrentes que la aplicación web de graficación de atractores caóticos, específicamente del módulo de graficación, puede manejar

antes de que se alcancen umbrales críticos de rendimiento, en un ambiente controlado, en un servidor local.

Escenarios de carga

Se crearon tres escenarios de carga en JMeter, cada uno representando una cantidad de 100 usuarios concurrentes. Estos escenarios abarcaron desde cargas bajas hasta cargas muy altas, con incrementos de 100 usuarios en cada escenario de carga, hasta encontrar en que cantidad de usuarios empieza a dar errores en la carga del módulo de graficación. En la Ilustración 4-10 se puede observar la configuración de la petición HTTP que se va a probar, y en la Ilustración 4-11 se observa la configuración de un escenario de carga, con 100 usuarios, un periodo de un segundo de espera entre cada usuario. Los demás escenarios de carga tuvieron la misma configuración, solo variando la cantidad de usuarios.



Ilustración 4-10: Configuración de la petición HTTP al módulo de graficación

Realizado por: Zárate T., 2023

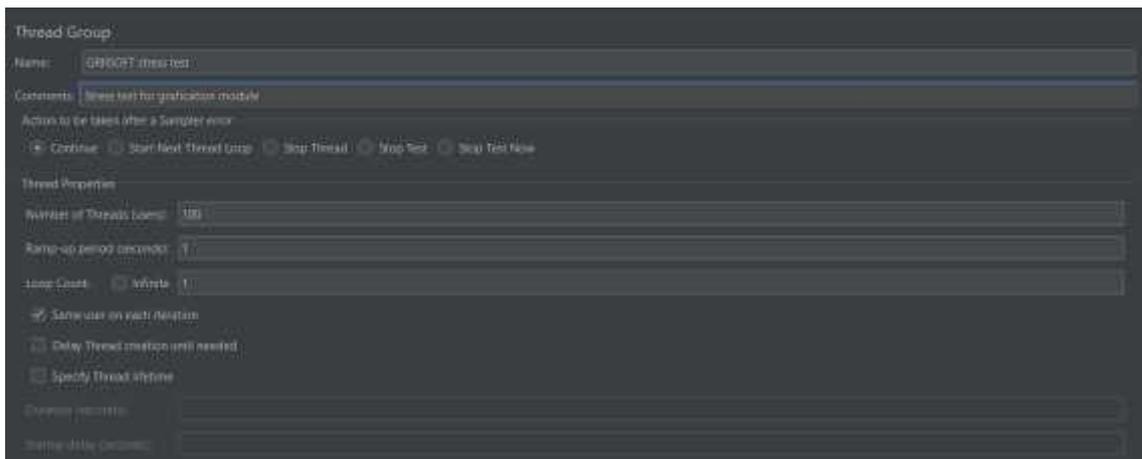


Ilustración 4-11: Configuración de la petición HTTP en JMeter hacía módulo de graficación

Realizado por: Zárate T., 2023

Monitoreo y registro de datos

Una vez ejecutada cada prueba se muestra un resumen del reporte como se observa en la Ilustración 4-12:

The screenshot shows the 'Summary Report' window in JMeter. It includes fields for Name, Comments, and a checkbox for 'Write results to file / Read from file'. Below these are buttons for 'Close', 'Show', 'Log/Display Only', 'Errors', 'Successes', and 'Configure'. A table displays the following data:

Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec	Avg. Bytes
HTTP Request	100	8254	0	16214	4668.06	0.00%	581.226	158.18	0.74	27868
TOTAL	100	8254	0	16214	4668.06	0.00%	581.226	158.18	0.74	27868

Ilustración 4-12: Configuración del escenario de carga en JMeter con 100 usuarios

Realizado por: Zárate T., 2023

Podemos observar en la columna Samples, el número de usuarios que ingresaron al módulo de graficación y en la columna Error, el porcentaje de error de la prueba, que tras convertirlo a unidad numérica se tendría el número de usuarios que no pudieron ingresar en el módulo de graficación. Tras ejecutar las tres primeras pruebas, con un incremento de 100 usuarios en cada prueba, se obtuvieron los datos que se observan en la **Tabla 4-7**.

Tabla 4-7: Resultados de las tres primeras pruebas en JMeter

Con 100 Usuarios										
Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec	Avg. Bytes
HTTP Request	100	8254	0	16214	4668.06	0.00%	581.226	158.18	0.74	27868
TOTAL	100	8254	0	16214	4668.06	0.00%	581.226	158.18	0.74	27868
Con 200 Usuarios										
HTTP Request	200	17182	0	33904	9657.52	0.00%	572.918	155.92	0.73	27868
TOTAL	200	17182	0	33904	9657.52	0.00%	572.918	155.92	0.73	27868
Con 300 Usuarios										
HTTP Request	300	12471	0	35946	12068.66	32.00%	820.502	158.5	0.71	19780.6
TOTAL	300	12471	0	35946	12068.66	32.00%	820.502	158.5	0.71	19780.6

Realizado por: Zárate T., 2023

Se puede observar que en las primera dos pruebas no se obtuvieron errores, sin embargo, en la tercera prueba con 300 usuarios se obtuvo un 32% de errores lo que es igual a 96 usuarios que el servidor no permitió el ingreso al módulo de graficación, también se puede decir que, hasta 204 usuarios concurrentes el sistema no debería mostrar errores, por lo que se procedió a realizar una prueba con 204 usuarios concurrentes. Los resultados de la cuarta prueba se muestran en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8: Resultado de la prueba con 204 usuarios en JMeter

Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec	Avg. Bytes
HTTP Request	204	24425	0	43502	12594.97	0.00%	458.098	124.67	0.58	27868
TOTAL	204	24425	0	43502	12594.97	0.00%	458.098	124.67	0.58	27868

Realizado por: Zárate T., 2023

Se muestran resultados esperados al ejecutar la prueba con 204 usuarios, debido a que no existieron errores, por lo que se procedió a encontrar cual es el límite de usuarios, para aquello se ejecutaron pruebas con un aumento de un usuario en cada prueba, hasta encontrar cual es el límite de usuarios en la que el servidor responde. En la Tabla 4-9 se observa la ejecución de las dos últimas pruebas, que contienen el límite de usuarios sin errores, y el número de usuarios en las que el servidor no responde.

Tabla 4-9: Resultado de la prueba en JMeter que contiene el límite de usuarios sin errores

Con 207 Usuarios										
Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec	Avg. Bytes
HTTP Request	207	17661	0	35057	10296.9	0.00%	573.439	156.06	0.73	27868
TOTAL	207	17661	0	35057	10296.9	0.00%	573.439	156.06	0.73	27868
Con 208 Usuarios										
Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec	Avg. Bytes
HTTP Request	208	17288	0	34021	9843.26	0.48%	593.336	160.77	0.75	27746.5
TOTAL	208	17288	0	34021	9843.26	0.48%	593.336	160.77	0.75	27746.5

Realizado por: Zárate T., 2023

4.2. Evaluación comparativa de tiempos de respuesta mediante un test estadístico

Esta sección se centra en analizar los tiempos de respuesta del proceso actual de graficación de atractores de GRIISOFT y la aplicación web de atractores caóticos. A través del análisis estadístico, se busca determinar si existen diferencias significativas en los tiempos de respuesta.

4.2.1. Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis nula (H_0): Los tiempos de respuesta del proceso actual de graficación de atractores de GRIISOFT y la aplicación web de graficación de atractores son iguales.

Hipótesis alternativa (H_a): Los tiempos de respuesta del proceso actual de graficación de atractores caóticos de GRIISOFT y la aplicación web de graficación de atractores caóticos son diferentes.

4.2.2. Recopilación de datos

Los datos a utilizar son los tiempos de respuesta presentados previamente, agrupados como pretest a los tiempos del proceso actual de graficación de atractores caóticos de GRIISOFT mostrados en la Tabla 4-1 y como postest a los tiempos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos mostrados en la Tabla 4-2. Estos datos se agruparon en la Tabla 4-10 para su posterior procesamiento y análisis en R Studio usando lenguaje R, además cabe recalcar que para evitar errores al procesar en R los datos, se redondeó los tiempos de respuesta para que sean de tipo entero.

Tabla 4-10: Tiempos de respuesta agrupados por Pretest y Postest

Persona	Periodo	Respuesta
1	pretest	2600
1	postest	52
2	pretest	4750
2	postest	164
3	pretest	1700
3	postest	228
4	pretest	590
4	postest	103

5	pretest	870
5	posttest	78
1	pretest	2570
1	posttest	52
2	pretest	4520
2	posttest	160
3	pretest	1660
3	posttest	206
4	pretest	540
4	posttest	90
5	pretest	830
5	posttest	60
1	pretest	4120
1	posttest	56
2	pretest	2300
2	posttest	139
3	pretest	1560
3	posttest	235
4	pretest	590
4	posttest	64
5	pretest	860
5	posttest	96
1	pretest	2100
1	posttest	58
2	pretest	4150
2	posttest	157
3	pretest	1800
3	posttest	212
4	pretest	550
4	posttest	70
5	pretest	890
5	posttest	54
1	pretest	3390
1	posttest	53
2	pretest	5120

2	postest	162
3	pretest	1780
3	postest	227
4	pretest	550
4	postest	66
5	pretest	2860
5	postest	53
1	pretest	2150
1	postest	52
2	pretest	3320
2	postest	188
3	pretest	1690
3	postest	203
4	pretest	540
4	postest	68
5	pretest	2060
5	postest	74

Realizado por: Zárate T., 2023

4.2.3. Selección del test estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) en este caso porque existen más de dos grupos (pretest y postest) y se desea determinar si existen diferencias significativas en las medias de los grupos. El ANOVA es una técnica estadística adecuada cuando se desea comparar las medias de tres o más grupos, lo que permite identificar si al menos uno de los grupos es estadísticamente diferente de los otros en términos de la variable de interés.

4.2.4. Aplicación del test estadístico

El test estadístico se realizó en lenguaje R usando la herramienta R Studio, en la Ilustración 4-13 e Ilustración 4-14 se detalla la ejecución:

```

1: library("psych")
2:
3: datos = test_thalia_zarate
4:
5:
6: describeBy(datos$respuesta, datos$periodo)
7:
8: boxplot(respuesta ~ periodo, data=datos, main="Diagrama de Caja", xlab="Periodo", ylab="Duración(ms)")
9:
10: model = aov(respuesta ~ persona + periodo + Error(persona/periodo), data = datos)
11:
12: summary(model)

```

Ilustración 4-13: Código en lenguaje R del test estadístico a ejecutar usando R Studio

Realizado por: Zárate T., 2023

Descriptive statistics by group													
group: postest													
	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
X1	1	30	116.65	65.89	84	109.75	46.7	52	235	183	0.55	-1.37	12.03

group: pretest													
	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
X1	1	30	2100.33	1388.29	1790	1957.92	1401.06	540	5120	4580	0.65	-0.76	253.47

Ilustración 4-14: Resultado descriptivo por grupo de la ejecución

Realizado por: Zárate T., 2023

En la Ilustración 4-14 se observan las estadísticas descriptivas agrupadas por el factor "periodo". Esto te muestra la media, la desviación estándar, la mediana y otros estadísticos para cada período (pretest y postest).

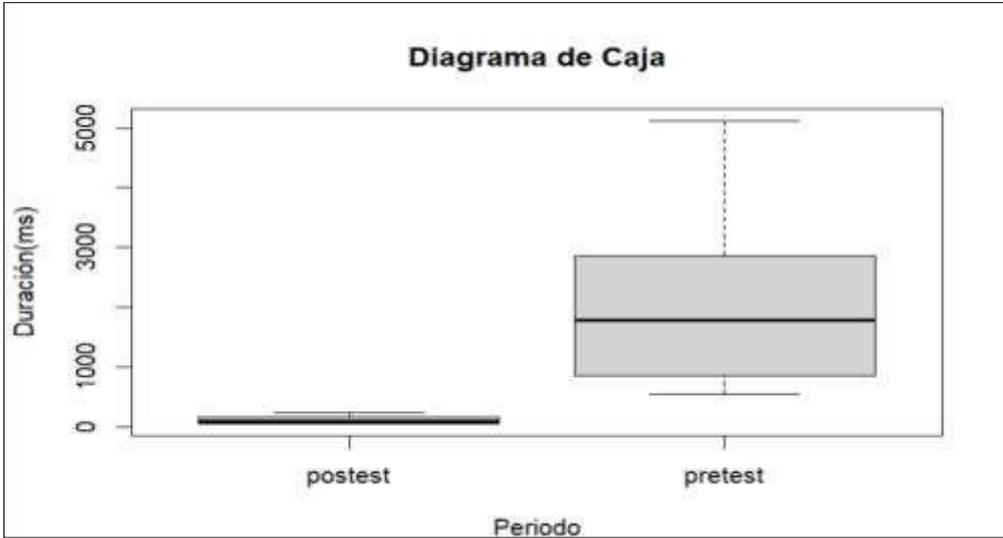


Ilustración 4-15: Diagrama de caja con la distribución de los tiempos de respuesta

Realizado por: Zárate T., 2023

En la Ilustración 4-15 se puede visualizar la distribución de los tiempos de respuesta en los dos períodos. Se observa cómo se distribuyen los datos y si hay valores atípicos.

```

Error: persona
      Df Sum Sq Mean Sq
persona 1 12189000 12189000

Error: persona:periodo
      Df Sum Sq Mean Sq
periodo 1 30120591 30120591

Error: Within
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
periodo 1 40721291 40721291 71.15 1.5e-11 ***
Residuals 56 32051604 572350
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Ilustración 4-16: Resultados de la ejecución del modelo ANOVA

Realizado por: Zárate T., 2023

En la Ilustración 4-16 se observan los resultados del modelo ANOVA, los cuales se detallan de la siguiente manera:

- **Error: persona:** Esta sección muestra la suma de cuadrados (Sum Sq) y la media de cuadrados (Mean Sq) para el factor "persona". Esto indica cuánta variación se debe a las diferencias entre las personas.
- **Error: persona:periodo:** Esta sección muestra la suma de cuadrados y la media de cuadrados para la interacción entre "persona" y "periodo". Esto indica cuánta variación se debe a las diferencias específicas entre las personas en cada período.
- **Error: Within:** Esta sección muestra la suma de cuadrados y la media de cuadrados para la variación dentro de cada combinación de "persona" y "periodo". Es decir, la variación no explicada por las personas o la interacción.

4.2.5. Interpretación de resultados del test estadístico

El resumen del ANOVA proporciona los resultados de la prueba de hipótesis para cada uno de los términos en el modelo:

- El factor "periodo" muestra un valor de F significativo ($Pr(>F) < 0.001$), lo que indica que existe una diferencia significativa entre los períodos (pretest y postest) en términos de tiempos de respuesta. En otras palabras, hay una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de respuesta antes y después del proceso.
- La interacción "persona:periodo" no se muestra en el resumen, lo que podría indicar que no hay una diferencia significativa en cómo los tiempos de respuesta varían entre las

personas en diferentes períodos. Esto no necesariamente significa que la interacción no es relevante, solo que no es significativa en este modelo.

- El valor de F para la variación dentro de "persona:periodo" (Within) también es significativo, lo que indica que hay diferencias significativas entre las respuestas de las personas en diferentes períodos, una vez que se ha tenido en cuenta la variación individual y la variación debida a la interacción.

4.2.6. Conclusión del test estadístico

Basándonos en los resultados del ANOVA, podemos concluir que existe una diferencia significativa en los tiempos de respuesta entre los períodos (pretest y posttest). Por lo tanto, podríamos rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_a). Esto significa que los tiempos de respuesta del proceso actual de graficación de atractores de GRIISOFT y la aplicación web de graficación de atractores son diferentes en términos de los dos períodos evaluados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Mediante entrevistas a los investigadores del grupo GRIISOFT se determinó el proceso actual de graficación que es utilizado el cual consta de 6 pasos: Seleccionar el atractor a graficar de los 4 que utilizan, Obtener el modelo matemático, Determinar las variable y parámetros en base a sus necesidades, Codificar el script en lenguaje Python, Ejecutan el script y Obtener el grafico del atractor seleccionado, los mismos que fueron plasmados mediante el modelado de procesos, con lo cual se obtuvo un enfoque más claro para llevar a cabo una solución automatizada mediante la programación.
- En base a observación y revisiones documentales se realizó un análisis de los atractores caóticos utilizados por GRIISOFT los cuales son: Atractor de Lorenz, Atractor de Rossler, Atractor de Chen y el Atractor de Sprott, los mismo que comparten características similares como son: comportamientos no lineales y la sensibilidad a condiciones iniciales. Además, se pudo identificar que los cuatro atractores caóticos son tridimensionales, y comparten el mismo número de variables y parámetros, lo cual nos sirvió para generar el algoritmo de graficación de atractores caóticos en la aplicación web.
- Para desarrollar los módulos de gestión de usuarios, autenticación, información, creación de gráficos y consulta de gráficos de la aplicación web de graficación de atractores caóticos se siguió la metodología Scrum, la cual permitió un incremento en la agilidad y flexibilidad debido a su capacidad para gestionar iteraciones. Además, se consiguió completar el producto dentro de los plazos establecidos, gracias a una correcta implementación de la metodología.
- Se evaluó la eficiencia de desempeño del proceso actual de GRIISOFT y de la aplicación web aplicando la norma ISO/IEC 25010, aplicado a sus tres subcaracterísticas (Comportamiento temporal, Utilización de recursos y Capacidad), obteniendo los siguientes resultados: Un tiempo de 10501,67 ms en el proceso actual y 116,57 ms en la aplicación web en la respuesta de la graficación de un atractor caótico, determinando que se disminuyó un 98,89% del tiempo de respuesta entre ambos procesos. El navegador que consume menos memoria RAM es Opera con 90,1 MB, que consume menos CPU es Chrome con 1,3% y el que consume menos GPU es Chrome con 13%. El módulo de

graficación tiene una capacidad de 207 usuarios concurrente.

RECOMENDACIONES

- Laravel es una opción sólida para crear aplicaciones web modernas y robustas de manera eficiente, por lo que se recomienda su aplicación para agregar más módulos o para futuros proyectos, ya sean estos pequeños o grandes. Su enfoque se centra en la productividad, su estructura es organizada, su amplia gama de librerías, su comunidad activa, pero sobre todo porque facilita la creación y el mantenimiento de APIs de alta calidad. Además, se recomienda el Framework Vue.js para el desarrollo de interfaces de usuario interactivas y dinámicas de manera eficiente, puesto que es fácil de usar, posee alta flexibilidad, capacidad de reutilización, sistema de reactividad y herramientas de desarrollo eficaces dado que ofrece un enfoque de codificación declarativo y basado en componentes que ayuda a que el desarrollo sea más rápido.
- La metodología Scrum demostró ser efectiva para el desarrollo de la aplicación web, por lo que se recomienda su utilización para futuros proyectos, dado que permite la integración eficiente de todas partes involucradas a lo largo del desarrollo del producto, además permite gestionar de iteraciones para entregas puntuales de resultados, facilitando así mantener la agilidad y flexibilidad necesarias para abordar cambios y ajustes en el producto a medida que se avanza.
- La eficiencia de desempeño es un factor importante y se ha demostrado que Opera y Chrome son los navegadores que consumen menos recursos, se recomienda usar cualquiera de estos dos navegadores para obtener una experiencia de navegación más eficiente en cuanto a términos de consumo de memoria RAM, CPU y GPU. Ambos navegadores han mostrado un buen rendimiento en términos de eficiencia de recursos, lo que puede contribuir a una experiencia de usuario más fluida y rápida.
- Dado que se evidenció que la aplicación web de graficación es capaz de soportar hasta 207 usuarios simultáneos en el módulo de gráficos, se recomienda investigar métodos para incrementar esta capacidad de manera adicional para permitir que aún más usuarios lo utilicen al mismo tiempo. Esto podría incluir la implementación de técnicas de escalabilidad horizontal, e incluso considera de opciones basadas en la nube para gestionar de manera efectiva incrementos bruscos en la afluencia de tráfico.

BIBLIOGRAFÍA

ACADEMIALAB, 2023. Atractor. <https://academia-lab.com/enciclopedia/attractor/>. Administracion del caos. [en línea], 2016. [consulta: 31 julio 2023]. Disponible en: <http://administraciondelcaosjj.blogspot.com/2016/04/?m=0>.

AGUILAR IBÁÑEZ, C., SÁNCHEZ, J. Identificación del sistema de Rössler: enfoque algebraico y algoritmos genéticos. . S.l.:

AGUILAR, J.M., 2020. ¿Qué es el patrón MVC en programación y por qué es útil? | campusMVP.es. [en línea]. [consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.campusmvp.es/recursos/post/que-es-el-patron-mvc-en-programacion-y-por-que-es-util.aspx>.

ALICANTE, U. de, [sin fecha]. Modelo vista controlador (MVC). Servicio de Informática

ASP.NET MVC. Framework. [en línea]. [consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>.

ALWAN, S.M., AL-MAHDI, A.M. y ODHAH, O.H., 2020. Optimal Control and Bifurcation Issues for Lorenz-Rössler Model. *Open Journal of Optimization*, vol. 09, no. 03, ISSN 2325-7105. DOI 10.4236/ojop.2020.93006.

AMAYA BARRERA, E.I., SUÁREZ, 2016. Modelo de encriptación simétrica basada en atractores caóticos. *Ingeniería* [en línea], vol. 21, no. 3, [consulta: 8 julio 2023]. ISSN 0121-750X. DOI 10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a08. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4988/498853954010/html/>.

ANDREU, C., ECHAVE, J. y BUELA, G., 1998. Psicothema. *Psicothema Vol. 10 (nº 2)* [en línea]. [consulta: 14 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.psiythema.com/pi?pii=168>.

APACHE JMETER, [sin fecha]. Apache JMeter™. [en línea]. [consulta: 11 agosto 2023]. Disponible en: <https://jmeter.apache.org/>.

ASANA, 2022. Burndown Chart: qué es y cómo usarlo con ejemplos. [en línea]. [consulta: 9 julio 2023]. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/burndown-chart>.

AUGUSTOVÁ, P. y BERAN, Z., 2013. Characteristics of the Chen Attractor. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 210, ISSN 21945357. DOI 10.1007/978-3-319-00542-3_31.

BUSTOS, G., 2022. ¿Qué es CSS? *HOSTINGER TUTORIALES* [en línea]. Disponible en: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-css>.

CHEN, G., 1999. YET ANOTHER CHAOTIC ATTRACTOR. *International Journal of Bifurcation and Chaos* [en línea]. S.l.: Disponible en: www.worldscientific.com.

CHRISTERSSON, M., 2015. Interactive Lorenz Attractor. [en línea]. [consulta: 3 agosto 2023]. Disponible en: <http://www.malinc.se/m/Lorenz.php>.

CHUA, L.O., 1992. The Genesis of Chua's Circuit. *Stuttgart AEO*. S.l.:

CISNEROS, R., ESCAMILLA, N. y PLASCENCIA, D., 2010. “*SISTEMAS CAÓTICOS APLICADOS EN TELECOMUNICACIONES*” [en línea]. Proyecto de Investigación. México, D.F: Instituto Politécnico Nacional. [consulta: 29 enero 2023]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/7494/SISTCAOTICOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DARIAS PÉREZ, S., 2021. Gestor de Base de datos: Qué es, Funcionalidades y Ejemplos. [en línea]. [consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://intelequia.com/blog/post/2949/gestor-de-base-de-datos-qué-es-funcionalidades-y-ejemplos>.

DEEMER, P.P., BENEFIELD, G., LARMAN, C. y VODDE, B., 2009. Básica De Scrum (the Scrum Primer). *Scrum Training Institute*, vol. 1.1,

DELGADO ARANDA, F., 2021. Generación de atractores ocultos en sistemas lineales conmutados no hiperbólicos. ,

DURÁN RUIZ, E., 2009. Teoría del Caos_2. [en línea]. [consulta: 29 julio 2023]. Disponible en: http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/Teoria_caos/teoria_del_caos_2.html.

DVORSKI, D.D., 2007. Installing, configuring, and developing with Xampp. *D. Dvorski Dalibor*, no. March,

EDGAR SERNA, M., RAQUEL MARTÍNEZ, M. y PAULA TAMAYO, O., 2019. A review of reality of software test automation. *Computacion y Sistemas*, vol. 23, no. 1, ISSN 20079737. DOI 10.13053/CyS-23-1-2782.

EL-BASHA, O., EL-SHAHAT, A. y FAYED, H., 2016. Chaos Theory and Lorenz Attractors. *Sohag Journal of Sciences*, vol. 1, no. 1, ISSN 2357-0938. DOI 10.18576/sjs/010102.

FERNÁNDEZ, Y. y DÍAZ, Y., 2012. Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Telemática*, vol. 11, no. 1, ISSN 1729-3804.

FUENTES, M., 2020. Dinámica científica y medidas de complejidad. [en línea]. [consulta: 14 agosto 2023]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Z8T0DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

GARCÍA DE ZUÑIGA, F., 2015. ¿Qué es Laravel? *arsys* [en línea]. Disponible en: <https://www.arsys.es/blog/programacion/que-es-laravel>.

GUNAY, E. y ALTUN, K., 2017. A performance comparison study of programmable platforms: FPAA and FPGA implementation of COOK communication system. *2017 European Conference on Circuit Theory and Design, ECCTD 2017*, DOI 10.1109/ECCTD.2017.8093237.

GUTIÉRREZ, J.J., 2014. ¿Qué es un framework? Available in: http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf Accessed May, vol. 12, ISO 25000, [sin fecha]. ISO/IEC 25010. *ISO 25000 calidad de software y datos* [en línea]. Disponible en: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>.

KATALON, [sin fecha]. Katalon Studio | Best Codeless Test Automation Tools. [en línea]. [consulta: 5 diciembre 2022]. Disponible en: <https://katalon.com/katalon-studio/>.

LAI, Q. y CHEN, S., 2016. Generating multiple chaotic attractors from Sprott B System. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, vol. 26, no. 11, ISSN 02181274. DOI 10.1142/S0218127416501777.

LLORENTE JORGE, J. y FERRERA CUESTA, J., 2016. Tratamiento cualitativo del Sistema de Lorenz. . S.l.:

LOGROÑO, D., 2022. DESARROLLO DE ECUACIONES DIFERENCIALES DE SEGUNDO ORDEN PARA EL APRENDIZAJE DE FÍSICA COMPUTACIONAL EN PYTHON 3.10.0. [en línea]. S.l.: [consulta: 8 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17500/1/66T0011.pdf>.

LOPEZ, A., 2019. Aplicacion Web Para Gráficar Con GnuPlo. *Universidad Central De Venezuela* [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/20497/1/tesis.pdf>.

LORENZ, E.N., 1963. Deterministic Nonperiodic Flow. *JOURNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES* [en línea], vol. 20, no. 2, [consulta: 21 enero 2023]. Disponible en: https://journals.ametsoc.org/view/journals/atsc/20/2/1520-0469_1963_020_0130_dnf_2_0_co_2.xml.

MARTINS, J., 2021. Descubre cómo las tallas de camisetas pueden ayudarte con la estimación de los proyectos • Asana. [en línea]. [consulta: 1 junio 2022]. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/t-shirt-sizing>.

MEDINA TORRES, M.Á., 2007. La complejidad de la naturaleza: Fractales, caos y jugando a hacer montones de arena. ,

MOYA, R., 2012. Modelo “4+1” vistas de Kruchten. [en línea]. [consulta: 6 agosto 2023]. Disponible en: <https://jarroba.com/modelo-41-vistas-de-kruchten-para-dummies/>.

NAVARRO, C. y MORA, J., 2014. Diseño - Modelo 4+1. [en línea]. [consulta: 27 julio 2023]. Disponible en: <https://proyecto-semesteral.readthedocs.io/en/latest/7.%20Design.html>.

ORACLE, 2022. MySQL :: MySQL Workbench. [en línea]. [consulta: 20 enero 2022]. Disponible en: <https://www.mysql.com/products/workbench/>.

PAREDES, M. del P. y MILLANES, J., 2020. Aplicaciones web. [en línea]. España: Disponible en: www.sintesis.com.

REQUENA MESA, A., 2018. Qué es un Sprint de Scrum | OpenWebinars. [en línea]. [consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/que-es-un-sprint-scrum/>.

REYES SALAS, V., 2016. La importancia del desarrollo para el buen diseño del software. [en línea]. [consulta: 27 julio 2023]. Disponible en: <https://silo.tips/download/la-importancia-del-desarrollo-para-el-buen-diseo-del-software>.

ROA MOLINA, P., MORALES, C. y GUTIERREZ, P., 2015. Norma ISO/IEC 25000. *Tecnología, Investigación y Academia*, vol. 3, no. 2, ISSN 2344-8288.

RODRÍGUEZ CRUZ, F.A., 2022. Realización electrónica de sistemas caóticos: Parte 1, Analógicos cuadráticos. *Ingenierías*, vol. 25, no. 92, ISSN 1405-0676. DOI 10.29105/ingenierias25.92-55.

ROSSLER, E., 1976. AN EQUATION FOR CONTINUOUS CHAOS. . S.I.:

SAMETBAND, M.J., 1999. ENTRE EL ORDEN Y EL CAOS. La complejidad. ,

SCRUM.ORG, [sin fecha]. What is a Product Backlog? [en línea]. [consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.scrum.org/resources/what-is-a-product-backlog>.

SHAHIN, M., LIANG, P. y BABAR, M.A., 2014. A systematic review of software architecture visualization techniques. *Journal of Systems and Software*, vol. 94, ISSN 01641212. DOI 10.1016/j.jss.2014.03.071.

TRIGAS GALLEGO, M. y DOMINGO TRONCHO, A.C., 2012a. Gestión de Proyectos Informáticos. Metodología Scrum. *Openaccess.Uoc.Edu*,

TRIGAS GALLEGO, M. y DOMINGO TRONCHO, A.C., 2012b. Gestión de Proyectos Informáticos. Metodología Scrum. *Openaccess.Uoc.Edu*,

VISUAL STUDIO CODE, [sin fecha]. Documentation for Visual Studio Code. [en línea]. [consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: <https://code.visualstudio.com/docs>.

VUE.JS, [sin fecha]. Introducción Vue.js. [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://vuejs.org/guide/introduction.html>.

ZAMBRANO-SERRANO, E., 2022. Dynamical Analysis and Finite-Time Synchronization for a Chaotic System with Hidden Attractor and Surface Equilibrium. *Axioms* 2022, Vol. 11, Page 579 [en línea], vol. 11, no. 11, [consulta: 3 agosto 2023]. ISSN 2075-1680. DOI 10.3390/AXIOMS11110579. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-1680/11/11/579/htm>.



ANEXOS

Anexo A

Acta de Reunión		
Código: AR-01	Acta No. : 01	Versión: 1.0
Unidad o Unidades: Módulo de Usuarios Módulo de Autenticación Módulo de Información Módulo de Creación de Gráficos de Atractores Caóticos Módulo de Consulta de Gráficos		

Lugar: Oficinas de GRIISOFT en la ESPOCH	Fecha de la reunión: 15-05-2023
---	--

Hora Inicio: 11H00	Hora Fin: 13H00
---------------------------	------------------------

Asistentes	Cargo	Correo	Firma
Ing. Omar Gomez	Investigador GRIISOFT	ogomez@epoch.edu.ec	
Thalia Zárate	Desarrolladora	talia.zarate@epoch.edu.ec	

Tema a Tratar: Elicitación de requerimientos necesarios para la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

Compromisos	Responsables
Entrega del Product Backlog con las funcionalidades de la aplicación web de graficación de atractores caóticos al dueño del producto para su verificación y petición de cambios.	Thalia Zárate

Fecha y Hora de próxima convocatoria: 29-05-2023 11H00

Acta de Reunión		
Código: AR-02	Acta No. : 02	Versión: 1.0
Unidad o Unidades: Diseño de Interfaces Módulo de Usuarios Módulo de Graficación Módulo de Historial de Graficación		

Lugar: Oficinas de GRIISOFT en la ESPOCH	Fecha de la reunión: 29-05-2023
---	--

Hora Inicio: 11H00	Hora Fin: 13H00
---------------------------	------------------------

Asistentes	Cargo	Correo	Firma
Ing. Omar Gomez	Investigador GRIISOFT	ogomez@epoch.edu.ec	
Thalía Zárate	Desarrolladora	talia.zarate@epoch.edu.ec	

<p>Tema a Tratar: Presentación del Product Backlog con las funcionalidades de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. Diseño de interfaces de usuarios de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. Presentación de funcionalidades de gestión de usuarios, módulo de graficación e historial de graficación de atractores caóticos.</p>
--

Compromisos	Responsables
Entrega del documento con los diseños de interfaces de la aplicación web de graficación de atractores caóticos para su verificación o petición de cambios. Desarrollar las funcionalidades de gestión de usuarios, módulo de graficación e historial de graficación de atractores caóticos.	Thalía Zárate

Fecha y Hora de próxima convocatoria: 12-06-2023 11H00

Acta de Reunión		
Código: AR-03	Acta No. : 03	Versión: 1.0
Unidad o Unidades: Módulo de Autenticación Gestión de Gráficos de Atractores Caóticos		

Lugar: Oficinas de GRIISOFT en la ESPOCH	Fecha de la reunión: 12-06-2023
---	--

Hora Inicio: 11H00	Hora Fin: 13H00
---------------------------	------------------------

Asistentes	Cargo	Correo	Firma
Ing. Omar Gomez	Investigador GRIISOFT	ogomez@esPOCH.edu.ec	 <small>Firmado electrónicamente por:</small> OMAR SALVADOR GOMEZ <small>GOMEZ</small>
Thalía Zárate	Desarrolladora	talia.zarate@esPOCH.edu.ec	

Tema a Tratar: Presentación de las interfaces desarrolladas. Presentación de módulo desarrollado de gestión de usuarios, módulo de graficación e historial de graficación. Presentación de funcionalidades de autenticación y gestión de gráficos de atractores caóticos a desarrollar.

Compromisos	Responsables
Desarrollar los cambios realizados en las interfaces. Desarrollar las funcionalidades de autenticación y gestión de gráficos de atractores caóticos a desarrollar.	Thalía Zárate

Fecha y Hora de próxima convocatoria: 26-06-2023 11H00

Acta de Reunión		
Código: AR-04	Acta No. : 04	Versión: 1.0
Unidad o Unidades: Módulo de Información Documentación		

Lugar: Oficinas de GRIISOFT en la ESPOCH	Fecha de la reunión: 26-06-2023
---	--

Hora Inicio: 11H00	Hora Fin: 13H00
---------------------------	------------------------

Asistentes	Cargo	Correo	Firma
Ing. Omar Gomez	Investigador GRIISOFT	ogomez@esPOCH.edu.ec	 Firmado electrónicamente por: OMAR SALVADOR GOMEZ GOMEZ
Thalía Zárate	Desarrolladora	talia.zarate@esPOCH.edu.ec	

Tema a Tratar: Presentación de módulo información. Desarrollo del Manual Técnico y de Usuario
--

Compromisos	Responsables
Desarrollar el módulo de información. Documentación del Sistema.	Thalía Zárate

Fecha y Hora de próxima convocatoria: 10-07-2022 11H00

Acta de Reunión		
Código: AR-05	Acta No. : 05	Versión: 1.0
Unidad o Unidades:		

Lugar: Oficinas de GRIISOFT en la ESPOCH	Fecha de la reunión: 10-07-2023
---	--

Hora Inicio: 11H00	Hora Fin: 13H00
---------------------------	------------------------

Asistentes	Cargo	Correo	Firma
Ing. Omar Gomez	Investigador GRIISOFT	ogomez@epoch.edu.ec	
Thalía Zárate	Desarrolladora	talia.zarate@epoch.edu.ec	

Tema a Tratar: Entrega del producto

ANEXO B: MANUAL TÉCNICO

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVOS	2
3.	CONOCIMIENTOS PREVIOS	2
4.	DIAGRAMAS DE MODELAMIENTO.....	3
5.	DIAGRAMA DE CLASES	4
6.	CASOS DE USO.....	5
7.	DISEÑO DE INTERFACES.....	6
8.	ASPECTOS TÉCNICOS	9
8.1	HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO	9
9.	INSTALACIÓN Y EJECUCIÓN LOCAL	10
10.	DICCIONARIO DE DATOS.....	10
11.	CONVENCIÓN DE CODIFICACIÓN.....	13
12.	REQUISITOS DEL SISTEMA.....	14
12.1	HISTORIAS TÉCNICAS.....	14
12.2	HISTORIAS DE USUARIO.....	16
13.	PRUEBAS AUTOMATIZADAS	21
14.	REFERENCIAS	22

1. INTRODUCCIÓN

El presente Manual técnico detalla el funcionamiento y la implementación de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. Esta aplicación ha sido desarrollada con el objetivo de proporcionar a los usuarios una herramienta interactiva y visual para explorar los conceptos de la teoría del caos y sistemas dinámicos a través de la generación y visualización de atractores caóticos.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este Manual técnico es proporcionar a los usuarios, administradores y desarrolladores una guía completa y detallada sobre la instalación, configuración y operación de la aplicación web de graficación de atractores caóticos. El manual está diseñado para cumplir con los siguientes propósitos:

1. Instrucciones de instalación y configuración: El manual brinda pasos claros y detallados para instalar y configurar correctamente la aplicación en un servidor web o entorno local. Esto asegura que los usuarios puedan llevar a cabo una implementación exitosa y estable.
2. Garantizar la compatibilidad: Detalla los requisitos del sistema, incluidos navegadores compatibles, sistemas operativos y versiones de software requeridas. Esto ayuda a los usuarios a asegurarse de que su entorno cumple con los criterios necesarios para la ejecución adecuada de la aplicación.
3. Orientación en funcionalidades avanzadas: Para usuarios más técnicos, el manual explora funcionalidades avanzadas y detalles técnicos, permitiéndoles profundizar en la comprensión de la implementación y el funcionamiento de la aplicación.
4. Referencia centralizada: Sirve como una referencia centralizada para resolver problemas, obtener información detallada y encontrar respuestas a preguntas específicas relacionadas con la operación y el mantenimiento de la aplicación.
5. Estandarización y documentación: Establece un conjunto estándar de instrucciones y documentación para garantizar que todos los usuarios tengan acceso a información precisa y coherente sobre la aplicación.
6. Asegurar un uso eficiente: Al proporcionar detalles técnicos, instrucciones claras y ejemplos, el manual garantiza que los usuarios puedan aprovechar al máximo las funcionalidades de la aplicación, lo que a su vez promueve un uso eficiente y efectivo.

En resumen, el objetivo principal del manual técnico de la aplicación web de graficación de atractores caóticos es permitir a los usuarios comprender, instalar, configurar y utilizar la aplicación de manera efectiva para explorar y visualizar los conceptos relacionados con los atractores caóticos y la teoría del caos.

3. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Dado que la aplicación está construida utilizando Laravel para el backend, Vue.js para el frontend y Tailwind CSS para el estilizado, es importante tener en cuenta ciertos conocimientos previos para sacar el máximo provecho del Manual Técnico y de la propia aplicación. Aquí hay algunos conocimientos que serían útiles para los usuarios y administradores:

Para usuarios generales:

Conceptos básicos de teoría del caos: Aunque el manual no se enfoca en detalles matemáticos avanzados, un entendimiento básico de los conceptos detrás de la teoría del caos, como atractores, sistemas dinámicos y comportamiento caótico, podría ayudar a los usuarios a apreciar mejor la aplicación.

Navegación web: Los usuarios deben estar familiarizados con cómo navegar por aplicaciones web y cómo interactuar con elementos de interfaz de usuario, como botones, formularios y menús.

Para administradores de sistemas:

Administración de servidores: Tener experiencia en la instalación y configuración de servidores web, así como la gestión de entornos de hosting, es esencial para implementar y mantener la aplicación.

Configuración de bases de datos: Conocimientos sobre cómo configurar y administrar bases de datos MySQL, incluyendo la creación de usuarios y asignación de permisos.

Para desarrolladores:

PHP y Laravel: Una comprensión sólida de PHP y familiaridad con el framework Laravel es esencial para comprender la lógica del backend, rutas, controladores y modelos.

Vue.js: Conocimiento de Vue.js es fundamental para trabajar con el frontend interactivo. Esto incluye la creación y gestión de componentes, rutas, llamadas a API y manejo del estado.

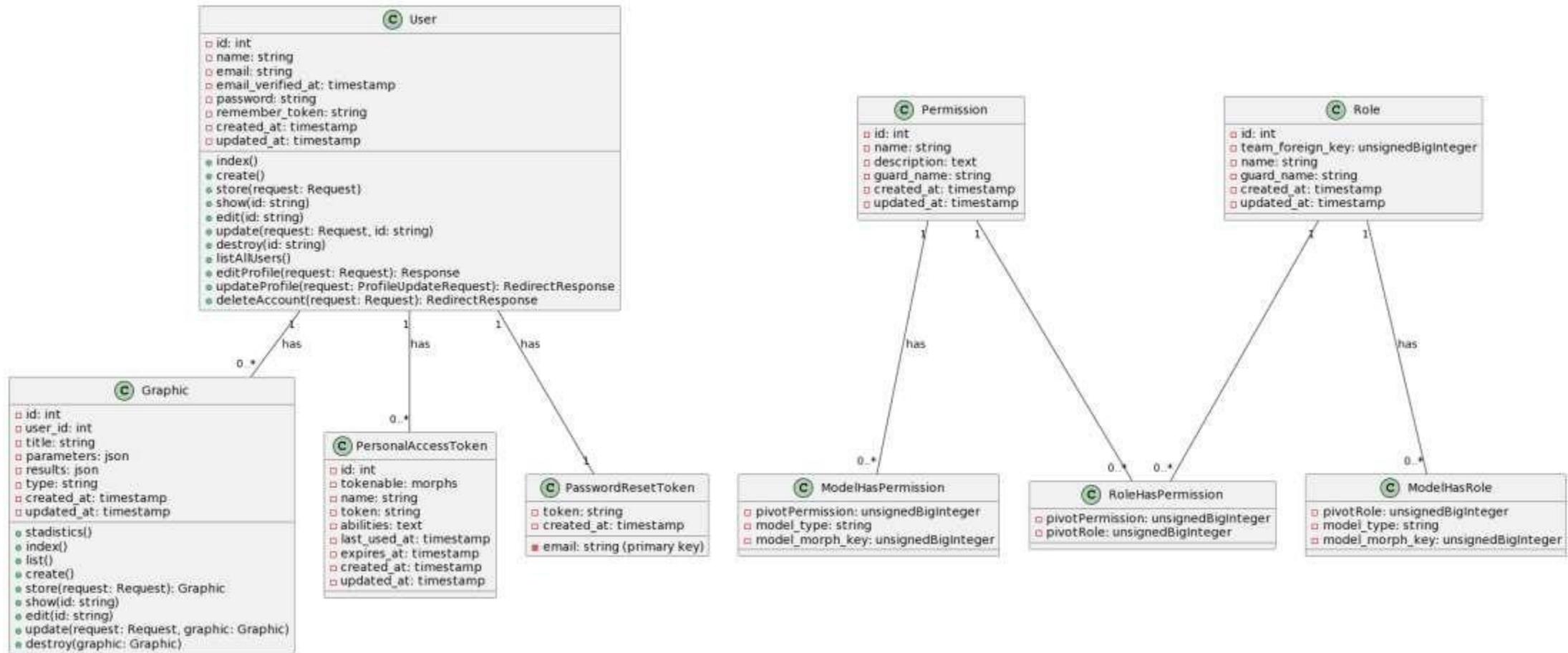
APIs: Entender cómo funcionan las API (Application Programming Interfaces) y cómo se comunican entre el frontend y el backend es crucial para comprender cómo se intercambian datos y se actualizan las visualizaciones.

Tailwind CSS: Conocimiento de Tailwind CSS ayudará a los desarrolladores a personalizar y estilizar la interfaz de usuario de manera efectiva.

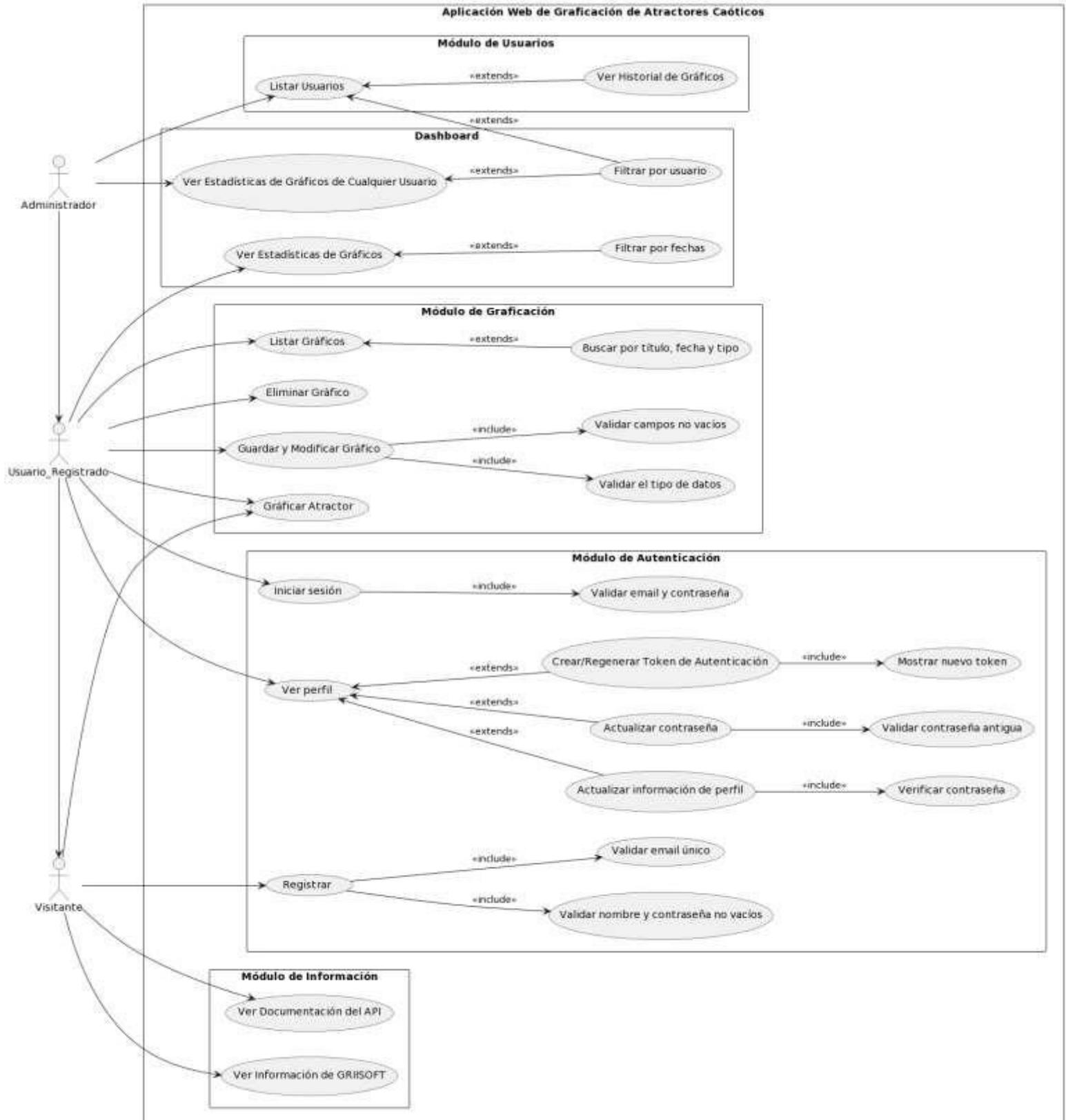
Gestión de Dependencias: Familiaridad con herramientas de gestión de dependencias como Composer y npm para instalar y administrar paquetes y bibliotecas.

4. DIAGRAMAS DE MODELAMIENTO

5. DIAGRAMA DE CLASE

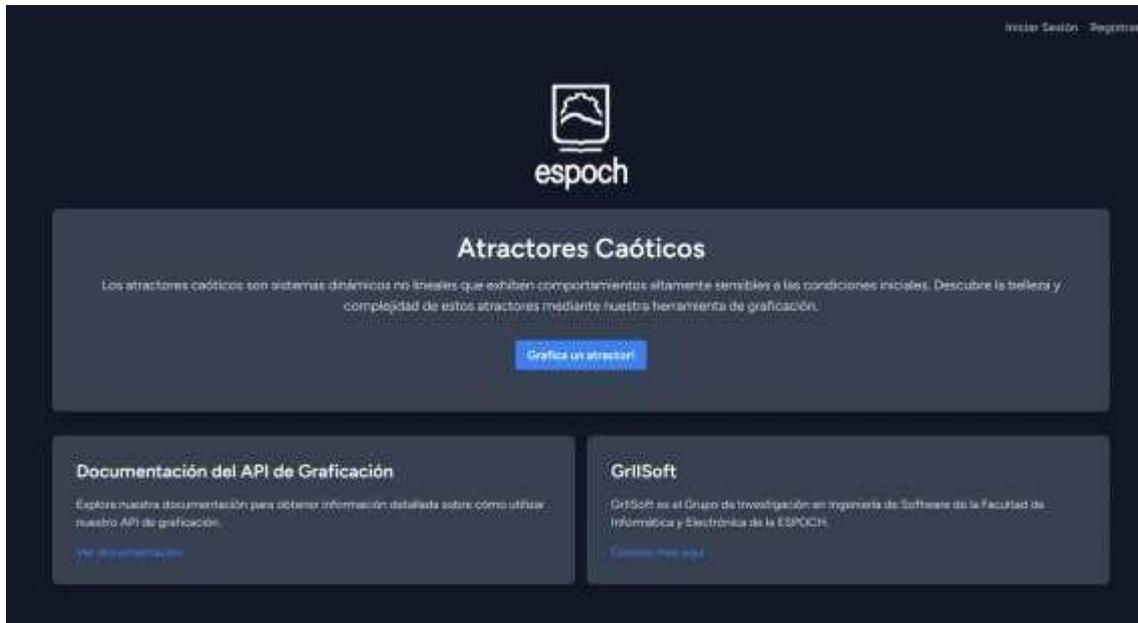


6. CASOS DE USO



7. DISEÑO DE INTERFACES

Landing page



Módulo de información



Módulo de autenticación

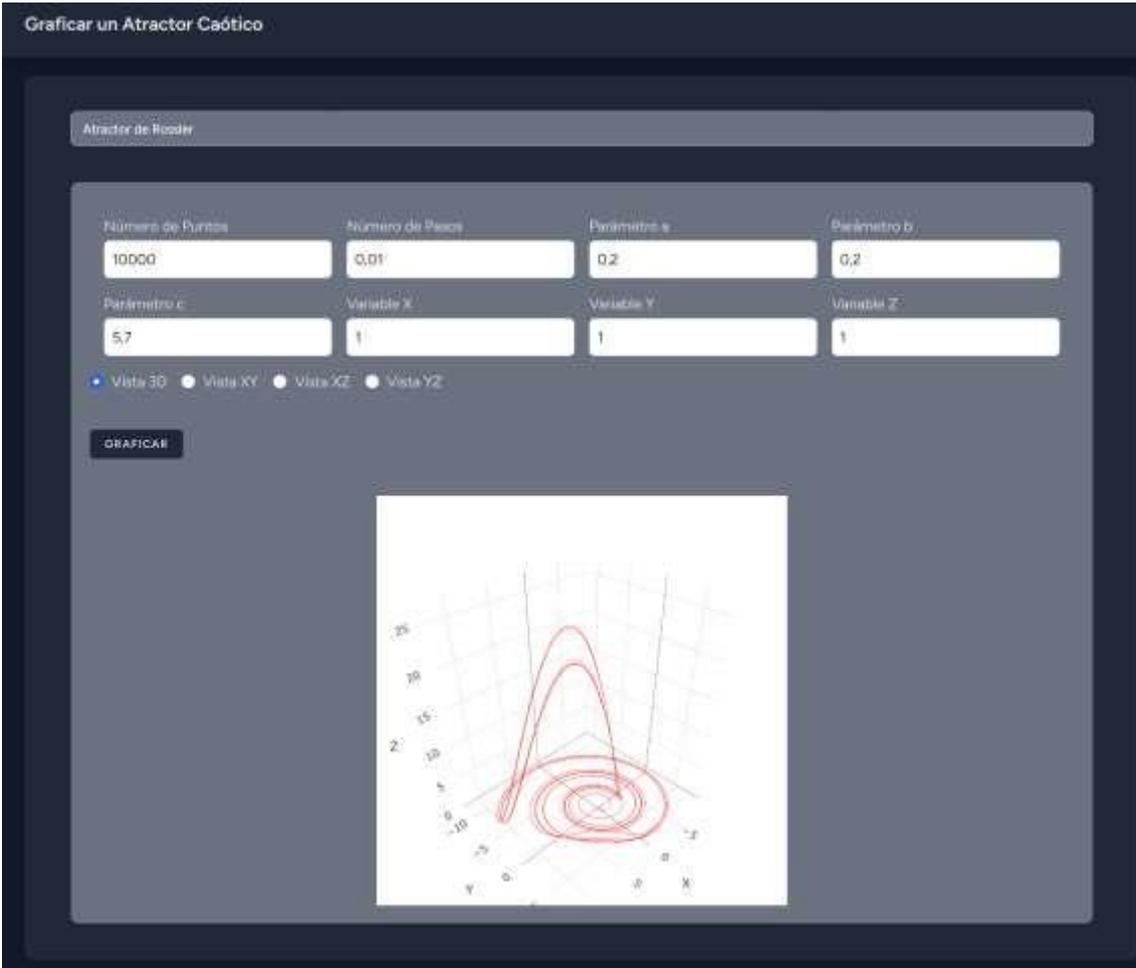


The image shows two side-by-side forms on a dark background. Both feature the 'epoch' logo at the top, which consists of a shield with a mountain and sun icon above the word 'epoch'. The left form is for login, with fields for 'Email' and 'Contraseña', a 'Recuérdame' checkbox, a link for '¿Olvidaste tu contraseña?', and an 'INICIAR SESIÓN' button. The right form is for registration, with fields for 'Nombre', 'Email', 'Contraseña', and 'Confirmar Contraseña', a link for '¿Ya estás registrado?', and a 'REGISTRAR' button.



The image shows a 'Forgot Password' form on a dark background. It features the 'epoch' logo at the top. Below the logo is a text block: 'Forgot your password? No problem. Just let us know your email address and we will email you a password reset link that will allow you to choose a new one.' Below this text is an 'Email' input field and an 'EMAIL PASSWORD RESET LINK' button.

Módulo de creación de gráficos



Módulo de consulta de gráficos

Filtro por usuario: Todos los usuarios

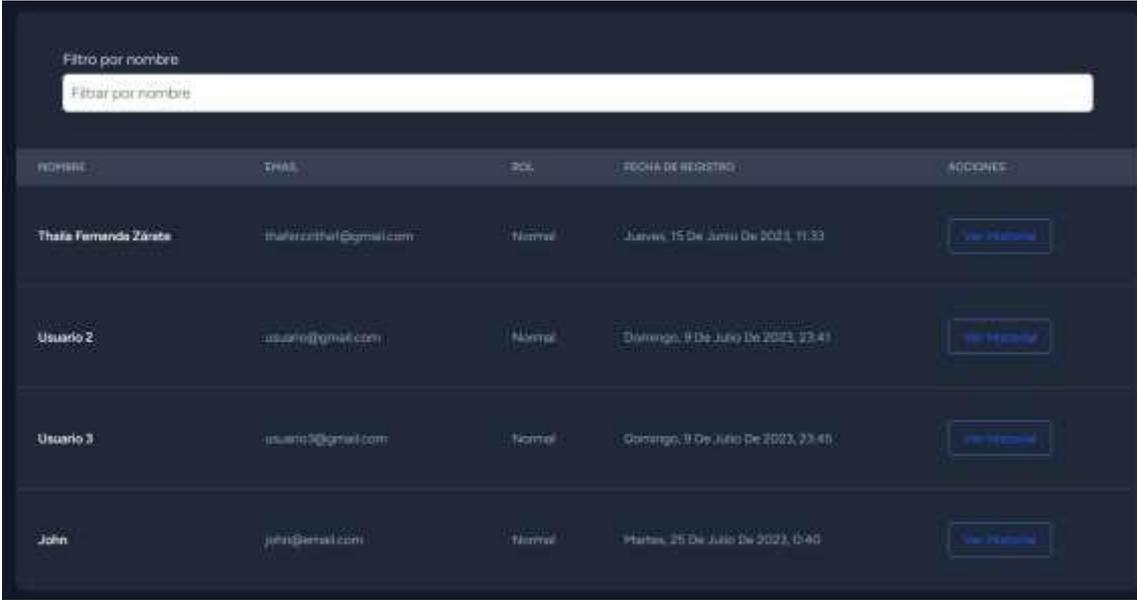
Filtro por tipo: Todos los atractores...

Filtro por título:

Filtro por fecha desde: dd/mm/aaaa Filtro por fecha hasta: dd/mm/aaaa

TÍTULO	AUTOR	TIPO	FECHA DE ULTIMA MODIFICACION	ACCIONES
Atractor	Nestor Oswaldo Chela	Rössler	Lunes, 14 De Agosto De 2023, 10:19	Ver Editar Eliminar
Atractor 28	Thalia Fernanda Zarate	Chua	Viernes, 28 De Julio De 2023, 12:13	Ver Editar Eliminar
Atractor De Rössler	Thalia Fernanda Zarate	Rössler	Martes, 25 De Julio De 2023, 0:51	Ver Editar Eliminar

Módulo de gestión de usuarios



Filtro por nombre

Filtrar por nombre

NOMBRE	EMAIL	ROL	FECHA DE REGISTRO	ACCIONES
Thalia Fernanda Zárate	thaliernzthai@gmail.com	Normal	Jueves, 15 De Junio De 2023, 11:33	Ver Perfil
Usuario 2	usuario2@gmail.com	Normal	Domingo, 9 De Julio De 2023, 23:41	Ver Perfil
Usuario 3	usuario3@gmail.com	Normal	Domingo, 9 De Julio De 2023, 23:41	Ver Perfil
John	john@gmail.com	Normal	Marzo, 25 De Julio De 2023, 0:40	Ver Perfil

8. ASPECTOS TÉCNICOS

8.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO

Laravel

En el proceso de desarrollo de la aplicación web de graficación de atractores caóticos, se empleó el framework Laravel, ampliamente reconocido por su eficacia en la creación de aplicaciones web robustas y escalables. Laravel proporcionó una sólida estructura MVC (Modelo-Vista-Controlador), simplificando la arquitectura del backend y permitiendo una gestión eficiente de las rutas, controladores y modelos. Gracias a sus características como Eloquent ORM, autenticación y migraciones, Laravel agilizó la implementación de la lógica de negocios y la interacción con la base de datos. [1]

Vue.js

Para el desarrollo del frontend interactivo de la aplicación, se recurrió a Vue.js, un framework progresivo de JavaScript que facilitó la creación de interfaces de usuario dinámicas y eficientes. Vue.js permitió la construcción de componentes reutilizables y la gestión del estado de la aplicación de manera fluida, a través de su sistema de reactividad. La integración de Vue Router simplificó la navegación entre vistas, mientras que la comunicación con el backend se realizó de manera eficaz mediante llamadas a API. [2]

Visual Studio Code (VSCode)

La herramienta elegida para el desarrollo y la edición de código fue Visual Studio Code, un editor de código fuente altamente configurable y ampliamente utilizado en la comunidad de desarrollo. La amplia gama de extensiones disponibles, así como sus capacidades de depuración y sugerencias de código, mejoraron la eficiencia del proceso de desarrollo. VSCode proporcionó una plataforma versátil y amigable para la escritura y revisión del código en ambas partes de la aplicación, tanto el backend como el frontend. [3]

XAMPP

Para crear un entorno de desarrollo local completo, se utilizó XAMPP, una distribución que incluye Apache, MySQL, PHP y Perl. XAMPP proporcionó una forma conveniente de configurar un servidor web local y una base de datos para probar la aplicación antes de la

implementación. Esto permitió a los desarrolladores depurar y optimizar el código en un entorno controlado antes de desplegarlo en un servidor en vivo. [4]

9. INSTALACIÓN Y EJECUCIÓN LOCAL

A continuación, se presentan los pasos para descargar, instalar y ejecutar de manera local la aplicación web de graficación de atractores caóticos.

Descargar:

- a) `git clone https://github.com/Thaferzzitha/griisoft-web-project`
- b) `cd my-project-name`

Instalar:

- a) Asegúrate de tener instalado PHP, Composer, Node.js y npm en tu sistema.
- b) Copia el archivo `.env.example` y renómbralo como `.env`: `cp .env.example .env`
- c) Edita el archivo `.env` y configura las variables de entorno específicas de tu proyecto. Esto puede incluir configuraciones de base de datos, claves de API, ajustes de correo electrónico, etc.
- d) `php artisan key:generate`
- e) `composer install`
- f) `npm install`

Ejecutar:

- a) `php artisan serve`
- b) `npm run dev`
- c) Abre un navegador web y accede a la URL proporcionada por el servidor de Laravel (por defecto: <http://localhost:8000>).

10. DICCIONARIO DE DATOS

Diccionario de datos de la tabla users

Columna	Tipo	Nulo	Valor predeterminado	Restricciones	Descripción
id	Incremental	No	-		Clave primaria auto incremental para identificar cada registro.
name	String	No	-		Almacena el nombre del usuario.
email	String	No	-	Único	Almacena la dirección de correo electrónico del usuario.
email_verified_at	Timestamp	Sí	NULL	Nullable	Fecha y hora de verificación del correo electrónico.
password	String	No	-		Almacena la contraseña del usuario.
rememberToken	String	Sí	NULL		Token de autenticación "recordar sesión".
created_at	Timestamp	No	CURRENT_TIMESTAMP		Fecha y hora de creación del registro (automático).

updated_at	Timestamp	No	CURRENT_TIMESTAMP		Fecha y hora de última actualización del registro (automático).
------------	-----------	----	-------------------	--	---

Diccionario de datos de la tabla graphics

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
id	bigint(20)	No	AUTO_INCREMENT	-	Clave primaria auto incremental.
user_id	bigint(20)	No	-	-	ID de usuario relacionado.
title	varchar(255)	No	-	-	Título relacionado.
parameters	longtext	No	-	-	Parámetros asociados.
results	longtext	No	-	-	Resultados almacenados.
type	varchar(255)	No	-	-	Tipo de registro.
created_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de creación del registro.
updated_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de última actualización.

Diccionario de datos de la tabla migrations

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
id	int(10)	No	auto_increment	-	Clave primaria auto incremental.
migration	varchar(255)	No	-	-	Nombre de la migración.
batch	int(11)	No	-	-	Número de lote de migración.

Diccionario de datos de la tabla model_has_permissions

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
permission_id	bigint(20)	No	-	-	ID de permiso.
model_type	varchar(255)	No	-	-	Tipo de modelo.
model_id	bigint(20)	No	-	-	ID de modelo.

Diccionario de datos de la tabla model_has_roles

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
role_id	bigint(20)	No	-	-	ID de rol.
model_type	varchar(255)	No	-	-	Tipo de modelo.
model_id	bigint(20)	No	-	-	ID de modelo.

Diccionario de datos de la tabla password_reset_tokens

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
email	varchar(255)	No	-	-	Dirección de correo electrónico.
token	varchar(255)	No	-	-	Token asociado.
created_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de creación del registro.

Diccionario de datos de la tabla permissions

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
id	bigint(20)	No	auto_increment	-	Clave primaria auto incremental.
name	varchar(255)	No	-	-	Nombre asociado.
description	text	No	-	-	Descripción asociada.
guard_name	varchar(255)	No	-	-	Nombre del guardia.
created_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de creación del registro.
updated_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de última actualización.

Diccionario de datos de la tabla personal_access_tokens

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
id	bigint(20)	No	auto_increment	-	Clave primaria auto incremental.

tokenable_type	varchar(255)	No	-	-	Tipo de objeto asociado al token.
tokenable_id	bigint(20)	No	-	-	ID del objeto asociado al token.
name	varchar(255)	No	-	-	Nombre del token.
token	varchar(64)	No	-	-	Valor del token.
abilities	text	Sí	NULL	-	Habilidades asociadas al token.
last_used_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora del último uso del token.
expires_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de expiración del token.
created_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de creación del registro.
updated_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de última actualización.

Diccionario de datos de la tabla roles

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
id	bigint(20)	No	auto_increment	-	Clave primaria auto incremental.
name	varchar(255)	No	-	-	Nombre del rol.
guard_name	varchar(255)	No	-	-	Nombre del guardia.
created_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de creación del registro.
updated_at	timestamp	Sí	NULL	-	Fecha y hora de última actualización.

Diccionario de datos de la tabla role_has_permissions

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Restricciones	Descripción
permission_id	bigint(20)	No	-	-	ID de permiso.
role_id	bigint(20)	No	-	-	ID de rol.

11. CONVENCIÓN DE CODIFICACIÓN

Convención capa modelo

Tipo	Convención de Codificación	Ejemplo
Clase de modelo	PascalCase	User, Graphic
Nombres de tablas	Plural, snake_case	users, graphics
Nombres de columnas	snake_case	name, created_at
Claves primarias	id, snake_case sin plural	Id
Claves foráneas	tabla_id, snake_case	usuario_id, role_id
Relaciones Eloquent	camelCase, singular	user, graphic

Convención capa vista

TIPO	CONVENCIÓN	EJEMPLO
Estructura de carpetas	Usar carpetas para cada vista o módulo	/views, /components, /layouts
Nombres de archivos	kebab-case	mi-vista.vue, mi-componente.vue
Estructura de componentes	PascalCase	Header.vue, Sidebar.vue
Enrutamiento	Usar un archivo de enrutamiento centralizado	router.js
Nombres de rutas	kebab-case	{ path: '/login', ... }
Rutas anidadas	Utilizar rutas anidadas para jerarquías	{ path: '/graphic/create' ... }
Vistas dinámicas	Usar rutas con parámetros dinámicos	{ path: '/user/:id', ... }
Comunicación	Usar props y eventos para la comunicación	:prop="valor", @evento="manejarEvento"
Estilos	Usar CSS o preprocesadores de CSS	<style scoped> ... </style>
Directivas	Usar directivas para lógica en plantillas	v-if, v-for, v-show, etc.
Comentarios	Agregar comentarios descriptivos	<!-- Sección de encabezado -->

Convención capa controladores

TIPO	CONVENCIÓN DE CODIFICACIÓN	EJEMPLO
Clase de controlador	PascalCase	UserController, GraphicController
Métodos de controlador	camelCase	index(), create()
Rutas	snake_case, plural	users/, graphics/
Nombres de parámetros en rutas	snake_case	user_id, graphic_id

12. REQUISITOS DEL SISTEMA

12.1 HISTORIAS TÉCNICAS

HISTORIA TÉCNICA

Número: HT-01	Nombre de la historia: Elicitación de requisitos para el sistema web de graficación de atractores
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 1
Puntos Estimados: 20	Puntos reales: 20
Descripción: Como desarrolladora, quiero reunirme con el dueño del producto todos los días de una semana para recolectar las historias de usuarios que se convertirán en requisitos funcionales y no funcionales del sistema web de graficación de atractores.	

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-02	Nombre de la historia: Diseño e implementación de la Base de Datos
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 1
Puntos estimados: 8	Puntos reales: 8
Descripción: Como desarrolladora, quiero diseñar la base de datos según el estándar de codificación definido y las reglas del negocio para su posterior implementación y uso por el sistema web de graficación de atractores.	

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-03	Nombre de la historia: Diseño de la arquitectura del sistema
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 1
Puntos estimados: 8	Puntos reales: 8
Descripción: Como equipo de desarrollo, queremos diseñar la arquitectura del sistema, para relacionar las capas del sistema web de graficación de atractores caóticos.	

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-04	Nombre de la historia: Definir la convención de codificación
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 1
Puntos estimados: 4	Puntos reales: 4
Descripción: Como desarrolladora, quiero conocer el estilo de código que se va a utilizar en el desarrollo del producto, tanto en las capas de modelo, vista y controlador.	

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-05	Nombre de la historia: Diseño y desarrollo de las interfaces del sistema web de graficación de atractores caóticos
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 2
Puntos estimados: 8	Puntos reales: 8
Descripción: Como desarrolladora, quiero diseñar y desarrollar las interfaces de visitantes, usuarios registrados y administradores para completar la capa de vista del sistema.	

HISTORIA TÉCNICA	
-------------------------	--

Número: HT-06	Nombre de la historia: Desarrollo de la documentación del API
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 4
Puntos estimados: 8	Puntos reales: 8
Descripción: Como desarrolladora, quiero que la documentación del api se muestre dentro del sistema web, con la finalidad de que los visitantes del sistema web de graficación de atractores puedan revisarlo.	

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-07	Nombre de la historia: Desarrollo de documentación del Manual Técnico
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 4
Puntos estimados: 8	Puntos reales: 8
Descripción: Como desarrolladora, quiero documentar el manual técnico con toda la información del sistema web de graficación de atractores caóticos para tener evidencia de todos los aspectos técnicos.	

HISTORIA TÉCNICA	
Número: HT-08	Nombre de la historia: Desarrollo de documentación del Manual de Usuario
Usuario: Equipo de desarrollo	Sprint asignado: 4
Puntos estimados: 8	Puntos reales: 8
Descripción: Como desarrolladora, quiero documentar el manual de usuario el cual está destinado principalmente a GriiSoft para que tengan una guía completa del uso del sistema web de graficación de atractores caóticos.	

12.2 HISTORIAS DE USUARIO

ADMINISTRADOR

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-01	Nombre de la Historia: Listar información de todos los usuarios
Usuario: Administrador	Sprint Asignado: 2
Puntos Estimados: 20	Puntos Reales: 20
Descripción: Como administrador del sistema, quiero poder ver una lista con la información de todos los usuarios registrados en el sistema.	
Pruebas de Aceptación:	
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que en la lista se muestren todos los usuarios registrados. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-02	Nombre de la Historia: Buscar usuarios
Usuario: Administrador	Sprint Asignado: 2
Puntos Estimados: 8	Puntos Reales: 8
Descripción: Como administrador del sistema, quiero poder filtrar y encontrar usuarios por su nombre.	

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que el resultado de la búsqueda sea el usuario correcto.

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-03

Nombre de la Historia: Lista gráficos de todos los usuarios

Usuario: Administrador

Sprint Asignado: 2

Puntos Estimados: 8

Puntos Reales: 8

Descripción: Como administrador del sistema, quiero poder ver el historial de gráficos creados por todos los usuarios registrados dentro del sistema.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que el usuario con rol de administrador de sistema pueda ver el historial de gráficos de otros usuarios.

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-04

Nombre de la Historia: Lista estadísticas de gráficos de todos los usuarios

Usuario: Administrador

Sprint Asignado: 2

Puntos Estimados: 4

Puntos Reales: 4

Descripción: Como administrador del sistema quiero poder ver las estadísticas de todos los gráficos creados dentro del sistema.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que los datos estadísticos tomen en cuenta a todos los gráficos creados en el sistema.

REGISTRADO

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-05

Nombre de la Historia: Registrar cuenta

Usuario: Registrado

Sprint Asignado: 3

Puntos Estimados: 4

Puntos Reales: 4

Descripción: Como dueño del producto, quiero que los visitantes puedan registrarse dentro del sistema con el objetivo de que puedan gestionar los gráficos de atractores caóticos.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que la información registrada se guarde en la base de datos.

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-06

Nombre de la Historia: Iniciar sesión

Usuario: Registrado

Sprint Asignado: 3

Puntos Estimados: 8	Puntos Reales: 8
Descripción: Como dueño del producto, quiero que todos los usuarios deban iniciar sesión para poder navegar en los módulos de dashboard y graficación.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el usuario pueda ingresar a los módulos de dashboard y graficación. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-07	Nombre de la Historia: Modificar perfil
Usuario: Registrado	Sprint Asignado: 3
Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
Descripción: Como usuario registrado, quiero poder modificar mi información de perfil.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la información de perfil del usuario se haya modificado y guardado en la base de datos. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-08	Nombre de la Historia: Recuperar contraseña
Usuario: Registrado	Sprint Asignado: 3
Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
Descripción: Como usuario registrado, quiero poder recuperar la contraseña de mi cuenta en caso de perderla, para poder ingresar al sistema.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el usuario pueda recuperar su contraseña al seguir los pasos de recuperación de contraseña. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-09	Nombre de la Historia: Guardar gráficos de atractores
Usuario: Registrado	Sprint Asignado: 3
Puntos Estimados: 8	Puntos Reales: 8
Descripción: Como usuario registrado, quiero poder guardar los gráficos de atractores caóticos que cree y grafique en el sistema, para su posterior listado.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que los datos del gráfico se guarden en la base de datos. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-10	Nombre de la Historia: Buscar gráficos de atractores
Usuario: Administrador / Registrado	Sprint Asignado: 3
Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4

Descripción: Como administrador o usuario registrado, quiero poder buscar los gráficos de atractores por los siguientes filtros: titulo, fecha de modificación, tipo, y solo en el caso del administrador, por usuario.
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el resultado de la búsqueda concuerde con los filtros colocados.

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-11	Nombre de la Historia: Listar gráficos de atractores
Usuario: Registrado	Sprint Asignado: 3
Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
Descripción: Como registrado, quiero que se me presente una lista de todos los gráficos que he registrado, con la finalidad de tener un control de su información.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que en la lista se muestren todos los gráficos de mi propiedad registrados en la base de datos. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-12	Nombre de la Historia: Modificar gráficos de atractores
Usuario: Registrado	Sprint Asignado: 3
Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
Descripción: Como usuario registrado, quiero poder modificar la información de los gráficos que he registrado en el sistema, con la finalidad de actualizar sus datos.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la información del atractor se haya modificado en la base de datos. 	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-13	Nombre de la Historia: Eliminar gráficos de atractores
Usuario: Registrado	Sprint Asignado: 4
Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
Descripción: Como usuario registrado, quiero poder eliminar los gráficos de atractores que he creado en el sistema, con la finalidad de no mantener datos que ya no son necesarios.	
Pruebas de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la información del grafico se haya eliminado de la base de datos. 	

VISITANTE

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU-14	Nombre de la Historia: Graficar atractores
Usuario: Visitante / Registrado	Sprint Asignado: 2
Puntos Estimados: 8	Puntos Reales: 8

Descripción: Como usuario visitante o registrado, quiero poder graficar atractores caóticos del tipo, parámetros y variables que yo necesite, con la finalidad de observar el gráfico resultante.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que el gráfico resultante concuerde con el tipo, parámetros y variables ingresadas por el usuario.

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-15	Nombre de la Historia: Ver página de inicio
---------------	---

Usuario: Visitante / Registrado	Sprint Asignado: 4
---------------------------------	--------------------

Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
---------------------	------------------

Descripción: Como usuario visitante o registrado, quiero poder ver la página de inicio, con la finalidad de ver la información principal del sistema.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que cualquier usuario pueda ver la página de inicio sin restricciones.

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-16	Nombre de la Historia: Ver información de GriiSoft
---------------	--

Usuario: Visitante / Registrado	Sprint Asignado: 4
---------------------------------	--------------------

Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
---------------------	------------------

Descripción: Como usuario visitante o registrado, quiero poder ver la página de información de GriiSoft, con la finalidad de conocer el grupo de investigación y el proyecto.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que cualquier usuario pueda ver la página de información de GriiSoft sin restricciones.

HISTORIA DE USUARIO

Número: HU-17	Nombre de la Historia: Ver documentación del API
---------------	--

Usuario: Visitante / Registrado	Sprint Asignado: 4
---------------------------------	--------------------

Puntos Estimados: 4	Puntos Reales: 4
---------------------	------------------

Descripción: Como usuario visitante o registrado, quiero poder ver la página de documentación del API, con la finalidad de conocer el API de graficación de atractores caóticos.

Pruebas de Aceptación:

- Verificar que cualquier usuario pueda ver la página de documentación del API sin restricciones.

13. PRUEBAS AUTOMATIZADAS

Suite/Test/Step Name	Browser	Description	Tag	Start time	End time	Duration	Status
GRIISOFT v01	Chrome 114.0.0.0			2023-07-25 0:58:04	2023-07-25 1:02:18	4m - 13,141s	PASSED
Test Cases/Autenticación/Registrar	Chrome 114.0.0.0	Registrar un usuario dentro del sistema		2023-07-25 0:58:05	2023-07-25 0:58:12	7,046s	PASSED
Test Cases/Autenticación/Iniciar Sesión	Chrome 114.0.0.0	El usuario inicia sesión dentro del sistema, con una cuenta previamente registrada.		2023-07-25 0:58:12	2023-07-25 0:58:17	5,089s	PASSED
Test Cases/Autenticación/Recuperar Contraseña	Chrome 114.0.0.0	El usuario puede recuperar su contraseña, despues de verificar que es el dueño de la cuenta.		2023-07-25 0:58:17	2023-07-25 0:58:23	5,782s	PASSED
Test Cases/Autenticación/Cerrar Sesión	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá cerrar su sesión.		2023-07-25 0:58:23	2023-07-25 0:58:33	9,953s	PASSED
Test Cases/Usuarios/Buscar Usuarios	Chrome 114.0.0.0	Como administrador del sistema, quiero poder filtrar y encontrar usuarios por su nombre.		2023-07-25 0:58:33	2023-07-25 0:58:44	11,483s	PASSED
Test Cases/Usuarios/Listar Usuarios	Chrome 114.0.0.0	Como administrador del sistema, quiero poder ver una lista con la información de todos los usuarios registrados en el sistema.		2023-07-25 0:58:44	2023-07-25 0:58:53	8,898s	PASSED
Test Cases/Graficación/Gráficar Atractor	Chrome 114.0.0.0	El usuario visitante podrá gráficar un atractor caótico sin necesidad de registrarse en el sistema.		2023-07-25 0:58:53	2023-07-25 0:59:06	12,661s	PASSED
Test Cases/Graficación/Crear Gráfico	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado puede crear, gráficar y guardar un gráfico.		2023-07-25 0:59:06	2023-07-25 0:59:22	16,154s	PASSED
Test Cases/Graficación/Modificar Gráfico	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá modificar los datos de un gráfico que haya creado previamente.		2023-07-25 0:59:22	2023-07-25 0:59:45	22,897s	PASSED
Test Cases/Graficación/Buscar Gráficos	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá buscar gráficos mediante filtros.		2023-07-25 0:59:45	2023-07-25 0:59:56	11,760s	PASSED
Test Cases/Graficación/Listar Gráficos de cualquier Usuario	Chrome 114.0.0.0	El administrador del sistema puede listar el historial de gráficos de cualquier Usuario.		2023-07-25 0:59:56	2023-07-25 1:00:08	11,279s	PASSED
Test Cases/Graficación/Listar Gráficos de todos los Usuarios	Chrome 114.0.0.0	Como administrador del sistema, quiero poder ver el historial de gráficos creados por todos los usuarios registrados dentro del sistema.		2023-07-25 1:00:08	2023-07-25 1:00:16	8,595s	PASSED
Test Cases/Graficación/Listar Gráficos de un Usuario	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado puede listar todos los gráficos que haya creado.		2023-07-25 1:00:16	2023-07-25 1:00:25	8,753s	PASSED
Test Cases/Graficación/Ver Gráfico de cualquier Usuario	Chrome 114.0.0.0	El administrador del sistema puede ver los datos de un gráfico de cualquier usuario.		2023-07-25 1:00:25	2023-07-25 1:00:35	10,131s	PASSED
Test Cases/Graficación/Ver Gráfico de un Usuario	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá ver un gráfico que haya creado previamente.		2023-07-25 1:00:35	2023-07-25 1:00:46	11,173s	PASSED
Test Cases/Graficación/Eliminar Gráfico	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá eliminar el registro de un gráfico que haya creado previamente.		2023-07-25 1:00:46	2023-07-25 1:00:56	10,060s	PASSED
Test Cases/Información/Ver Documentación del API	Chrome 114.0.0.0	Cualquier usuario podrá ver la información del API.		2023-07-25 1:00:56	2023-07-25 1:01:06	9,726s	PASSED
Test Cases/Información/Ver Información de GRIISOFT	Chrome 114.0.0.0	Cualquier usuario podrá ver la información de GRIISOFT		2023-07-25 1:01:06	2023-07-25 1:01:10	3,308s	PASSED
Test Cases/Información/Ver Página de Inicio	Chrome 114.0.0.0			2023-07-25 1:01:10	2023-07-25 1:01:12	2,494s	PASSED
Test Cases/Perfil/Actualizar Contraseña	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá actualizar su contraseña.		2023-07-25 1:01:12	2023-07-25 1:01:23	11,388s	PASSED
Test Cases/Perfil/Actualizar Información del Perfil	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá actualizar su información del perfil.		2023-07-25 1:01:23	2023-07-25 1:01:34	10,390s	PASSED
Test Cases/Perfil/Crear o Regenerar Token	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá crear o regenerar su token de autenticación.		2023-07-25 1:01:34	2023-07-25 1:01:48	13,885s	PASSED
Test Cases/Reportes/Ver Estadísticas de cualquier Usuario	Chrome 114.0.0.0	El administrador del sistema podrá ver las estadísticas de gráficos creados dentro del sistema de cualquier usuario registrado.		2023-07-25 1:01:48	2023-07-25 1:02:03	15,684s	PASSED
Test Cases/Reportes/Ver Estadísticas de un Usuario	Chrome 114.0.0.0	El usuario registrado podrá ver las estadísticas de los gráficos que ha creado dentro del sistema.		2023-07-25 1:02:03	2023-07-25 1:02:16	12,904s	PASSED

El reporte completo de pruebas automatizadas de Katalon se lo puede encontrar en:
<https://github.com/Thaferzzitha/griisoft-web-project/blob/master/Katalon%20tests/PDF%20Reports/Reporte%20Completo.pdf>

14. REFERENCIAS

- [1] Laravel - The PHP Framework For Web Artisans. <https://laravel.com/>
- [2] Vue.js - The Progressive JavaScript Framework. <https://vuejs.org/>
- [3] Visual Studio Code - Code Editing. Redefined. <https://code.visualstudio.com/>
- [4] XAMPP - Apache Friends. <https://www.apachefriends.org/index.html>

ANEXO C: MANUAL DE USUARIO

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	2
2	PROPÓSITO	2
3	OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN WEB DE GRAFICACIÓN DE ATRACTORES CAÓTICOS.....	2
3.1.1	<i>Módulo de Autenticación</i>	2
3.1.2	Módulo de Información	5
3.1.3	Módulo de Graficación	8
3.1.4	Módulo de Consulta de Graficación	10
3.1.5	Módulo de gestión de usuarios	12
3.1.6	Módulo de Reportes	16

1 INTRODUCCIÓN

Este manual de usuario está diseñado para acompañar en el uso de la Aplicación Web para la Graficación de Atractores Caóticos. La aplicación se divide en diversos módulos interconectados, cada uno de ellos está diseñado para brindar una experiencia completa y eficiente. A lo largo de este manual, exploraremos en detalle los módulos de gestión de usuarios, autenticación, información, creación de gráficos y consulta de gráficos.

2 PROPÓSITO

El propósito fundamental este manual de usuarios de la Aplicación Web para la Graficación de Atractores Caóticos es proporcionar a los usuarios una guía completa y clara sobre cómo utilizar eficientemente cada aspecto de la aplicación, proporcionando instrucciones detalladas para que el usuario pueda aprovechar al máximo todas las funciones y características que ofrece. Esto ayudará a evitar problemas potenciales y a mantener la operación fluida de la aplicación.

3 OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN WEB DE GRAFICACIÓN DE ATRACTORES CAÓTICOS

La aplicación web de graficación de atractores tiene como objetivos de graficar los atractores caóticos que utiliza el grupo de investigación GRIISOFT, los cuales son Lorenz, Rossler, Sprott, Chen adaptando las variables y los parámetros de acuerdo con las necesidades de los investigadores, además de gestionar la información de los usuarios y el historial de gráficos. La aplicación web esta compuesta por los siguientes módulos:

- Autenticación
- Información
- Creación de gráficos
- Consulta de gráficos
- Gestión de usuarios

3.1.1 Módulo de Autenticación

Mediante de este módulo, los usuarios podrán iniciar sesión de forma segura utilizando sus credenciales únicas. La autenticación es fundamental para asegurar de que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la información de acuerdo con sus roles.

Al ingresar a la aplicación web en la página de inicio posee un apartado de para iniciar sesión o registrarse.



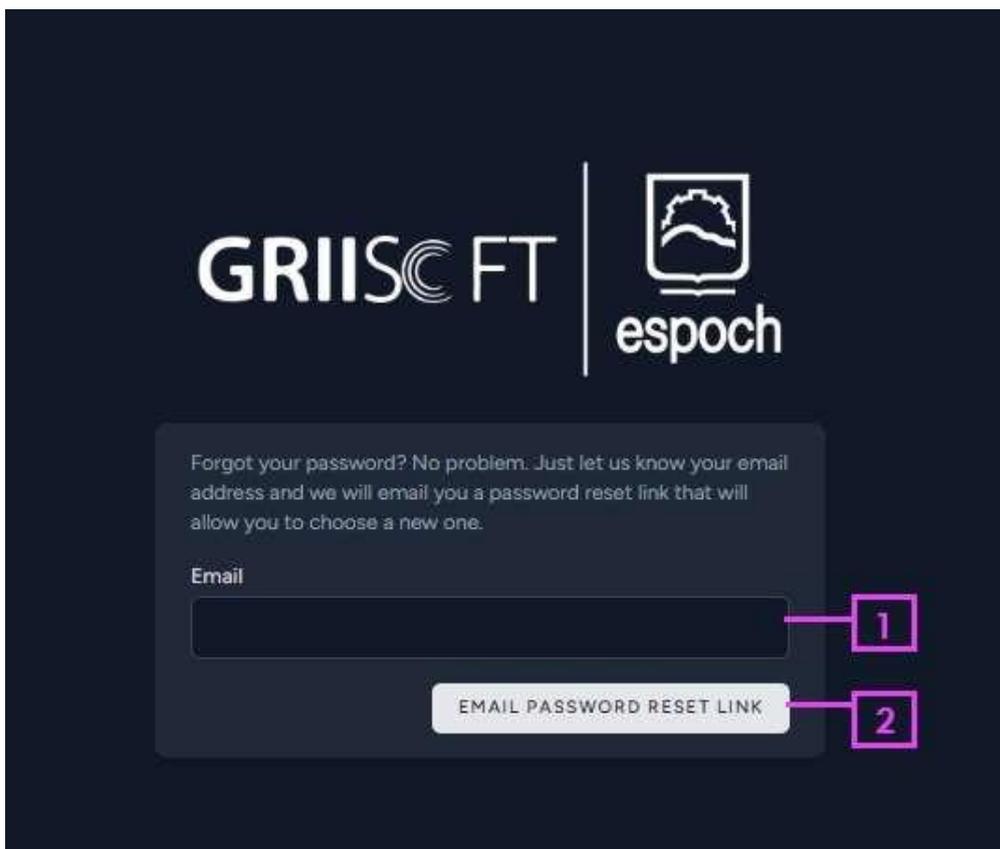
3.1.1.1 Inicio de Sesión

Para iniciar sesión en la aplicación web se puede Observar debe ingresar sus credenciales las cuales son una contraseña y un correo electrónico, en caso de poseerlas debe registrar su información personal en la sección Registrar.



Número	Item	Descripción
1	Campo	Posibilita el ingreso de la dirección de correo electrónico con la que se desea iniciar el proceso de inicio de sesión.
2	Campo	Posibilita el ingreso de la clave de acceso con el fin de dar inicio al proceso de autenticación.
3	Botón	Permite llevar a cabo la validación de las credenciales suministradas por el usuario para iniciar sesión.
4	Checkbox	Habilita la opción de almacenar o mantener en memoria las credenciales del usuario del inicio de sesión en el navegador web.
5	Enlace	Posibilita la opción de recuperación de la clave de acceso utilizada en el proceso de autenticación.

3.1.1.2 Recuperar contraseña



Número	Item	Descripción
1	Campo	Permite el ingreso de la dirección de correo electrónico que se desea recuperar la contraseña, a la misma que le llegará un enlace para restablecer la contraseña.
2	Botón	Posibilita el envío de la petición de recuperar contraseña de esa dirección electrónica.

3.1.1.3 Registrar

The image shows a registration form on a dark background. At the top, the logos for 'GRIISOFT' and 'epoch' are displayed. The form contains four input fields: 'Nombre', 'Email', 'Contraseña', and 'Confirmar Contraseña'. Below these fields is a link that says '¿Ya estas registrado?' and a button labeled 'REGISTRAR'. Six numbered callouts (1-6) in pink boxes point to the following elements: 1. The 'Nombre' input field. 2. The 'Email' input field. 3. The 'Contraseña' input field. 4. The 'Confirmar Contraseña' input field. 5. The 'REGISTRAR' button. 6. The '¿Ya estas registrado?' link.

Número	Item	Descripción
1	Campo	Posibilita el ingreso del nombre del usuario
2	Campo	Permite el ingreso de la dirección de correo electrónico con la que se desea registrarse para iniciar sesión
3	Campo	Permite el ingreso de una clave de acceso con el fin de posibilitar el inicio de sesión.
4	Campo	Permite ingresar nuevamente la clave de acceso a registrar para evitar errores en el momento de registrar este campo.
5	Botón	Permite llevar a cabo el registro de la información suministradas por el usuario para posibilitar el inicio de sesión.
6	Enlace	Posibilita la opción de ir hacia modal de inicio de sesión.

3.1.2 Módulo de Información

En este módulo se encuentra apartados de información sobre la documentación de la API y del trabajo de investigación de GRISOFT y los atractores caóticos que son utilizados. Esta sección está diseñada para brindar una base sólida de conocimiento antes de explorar la creación y consulta de gráficos.

3.1.2.1 Documentación de la API

En este apartado se encuentra la documentación de la API utilizada para gestionar la información de atractores caóticos desarrollada por medio de Swagger, en donde se facilita información detallada sobre cómo utilizar el API de graficación.

- Pantalla principal en donde se encuentran el apartado de información de la documentación de la API.



Número	Item	Descripción
1	Enlace	Permite el ingreso a la pantalla de la documentación de la API.

- Apartado de documentación de la API



3.1.2.2 GRIISOFT

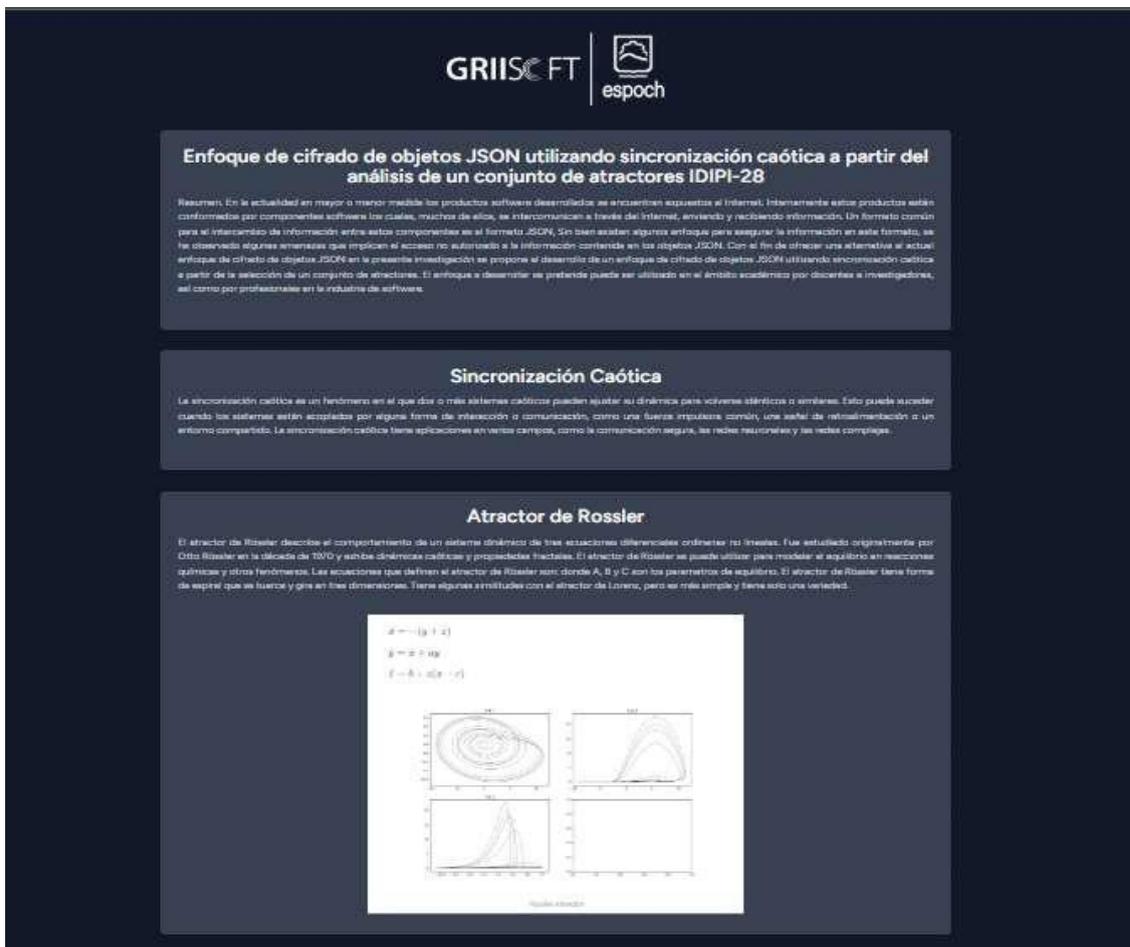
En este apartado del módulo de información se encuentra información acerca del trabajo de investigación de GRIISOFT y los atractores caóticos que son utilizados.

Pantalla principal en donde se encuentran el apartado de GRIISOFT



Número	Item	Descripción
1	Enlace	Permite el ingreso a la pantalla de Información de GRIISOFT

- Apartado de información de GRIISOFT



3.1.3 Módulo de Graficación

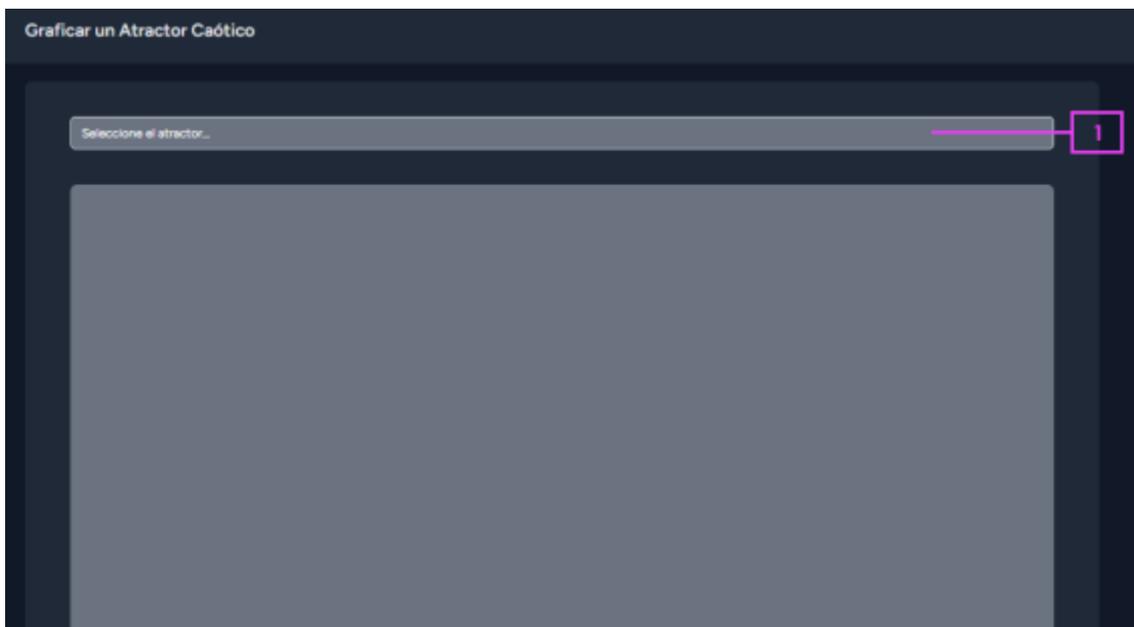
En este módulo, se puede generar gráficos de atractores caóticos personalizados. Brindando la libertad de ajustar parámetros, explorar diferentes variables y visualizar los resultados de manera interactiva. Permitiendo así experimentar con diversos atractores para comprender sus comportamientos.

Pantalla principal en donde se encuentran el apartado de Graficación



Número	Ítem	Descripción
1	Botón	Permite el ingreso al módulo de graficación de los atractores caóticos que utiliza GRISOFT.

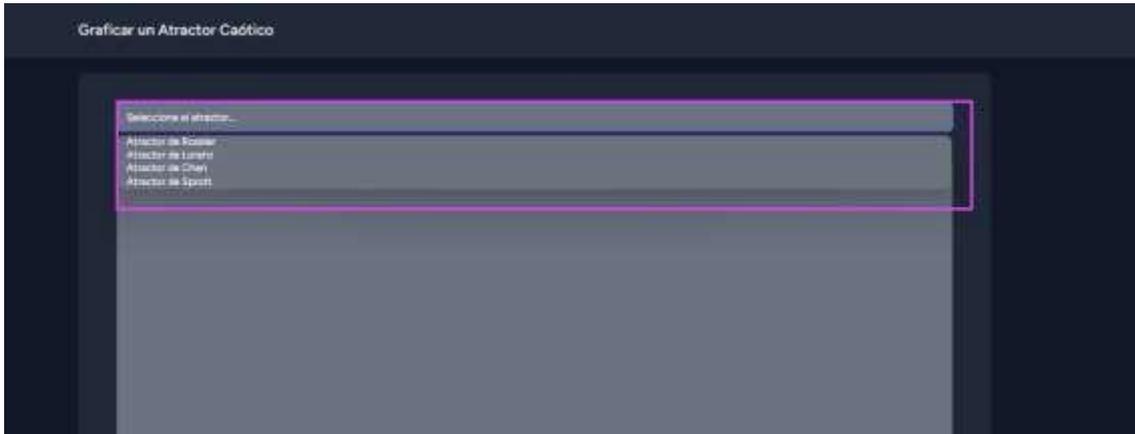
3.1.3.1 Pantalla principal de graficación



Número	Ítem	Descripción
1	ComboBox	Permite seleccionar el atractor que se desea graficar.

- **ComboBox de selección de atractor desplegado**

Permite seccionar el atractor a graficar



3.1.3.2 Pantalla de graficación

Una vez seleccionado el atractor podemos adaptar los parámetros y variables de acuerdo a las necesidades.

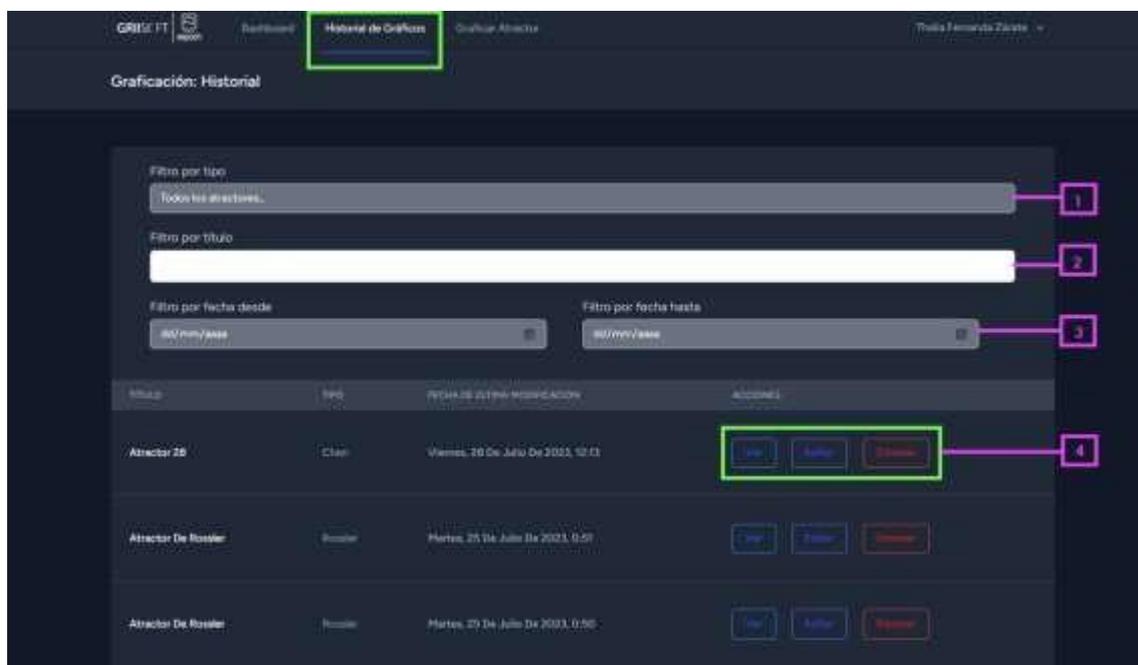


Número	Item	Descripción
1	Campos	Posibilita el ingreso de los parámetros y variables de acuerdo con las necesidades.
2	RadioButton	Permite seleccionar la vista en la que se desea graficar el atractor.
3	Botón	Permite el envío de los parámetros y las variables con los que se desea que se grafique el atractor.

3.1.4 Módulo de Consulta de Graficación

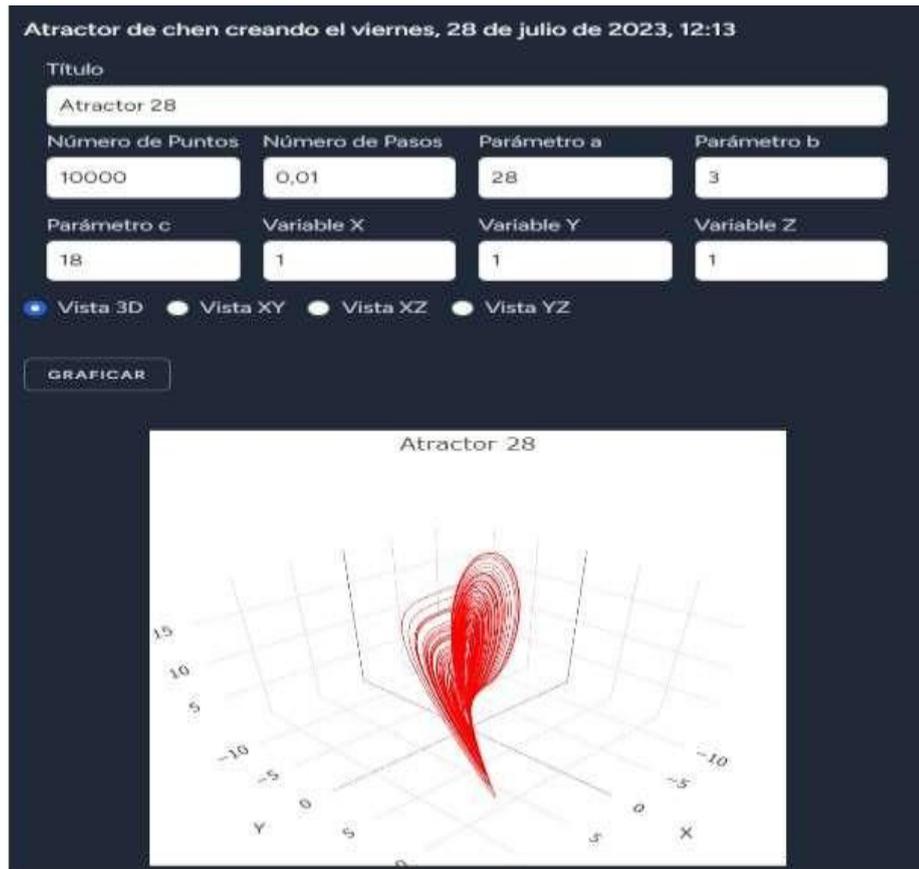
Una vez que se haya generado gráficos de atractores caóticos, se pueden almacenar y acceder a ellos de manera fácil a través de este módulo. Permitiendo así visualizar e incluso comparar gráficos anteriores, lo que facilita la identificación de patrones y cambios en los sistemas a lo largo del tiempo.

3.1.4.1 Pantalla principal de consulta de Gráficos



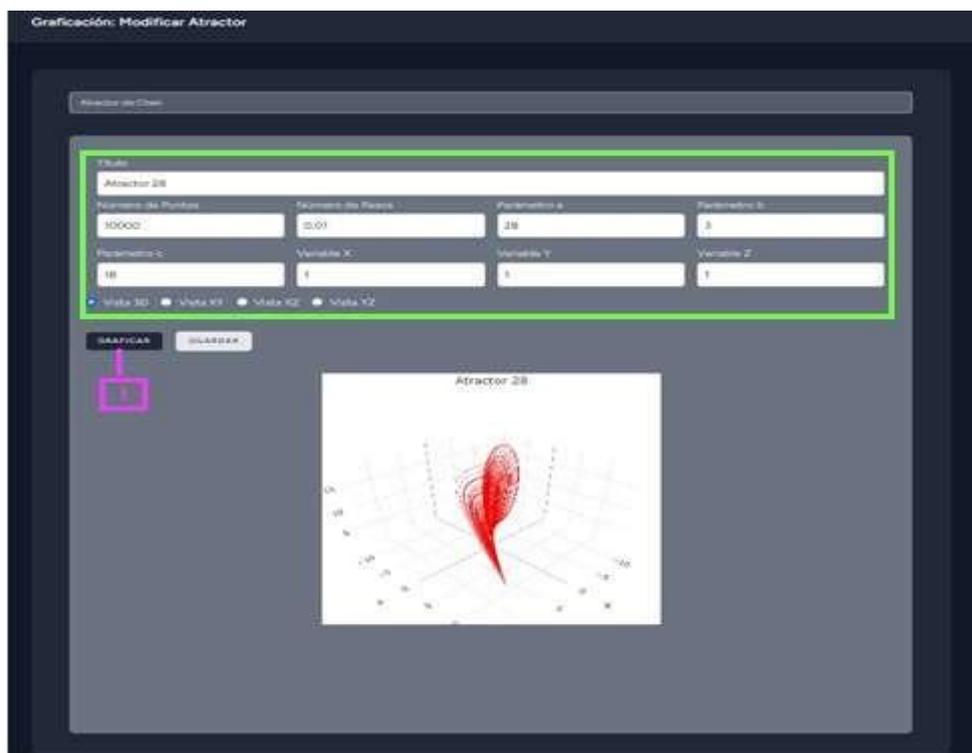
Número	Item	Descripción
1	ComboBox	Permite filtrar los resultados por tipo de atractor.
2	Campo	Permite filtrar por títulos de atractores.
3	Datepicker	Permite filtrar por fechas de creación de gráficos de atractores.
4	Botones	Botones de acciones

3.1.4.2 Pantalla del botón de acción Ver



3.1.4.3 Pantalla del botón de acción Modificar

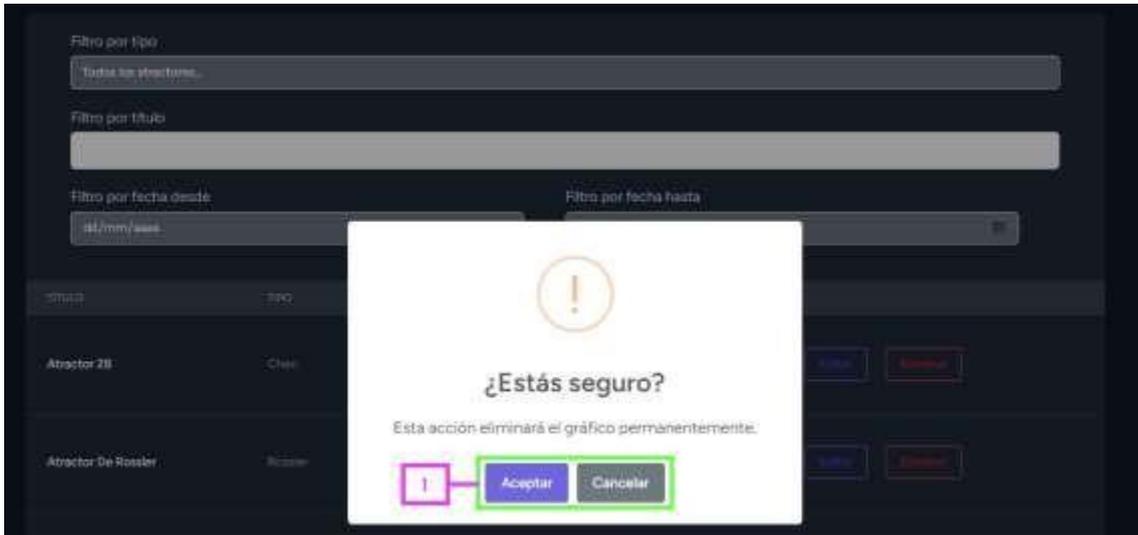
En este apartado se puede modificar los campos de información del atractor seleccionado.



Número	Item	Descripción
1	Botón	Permite guardar la información modificada.

3.1.4.4 Pantalla del botón de acción Eliminar

En este apartado aparecerá un mensaje de alerta con las opciones de aceptar o cancelar la acción de eliminar el gráfico del atractor.

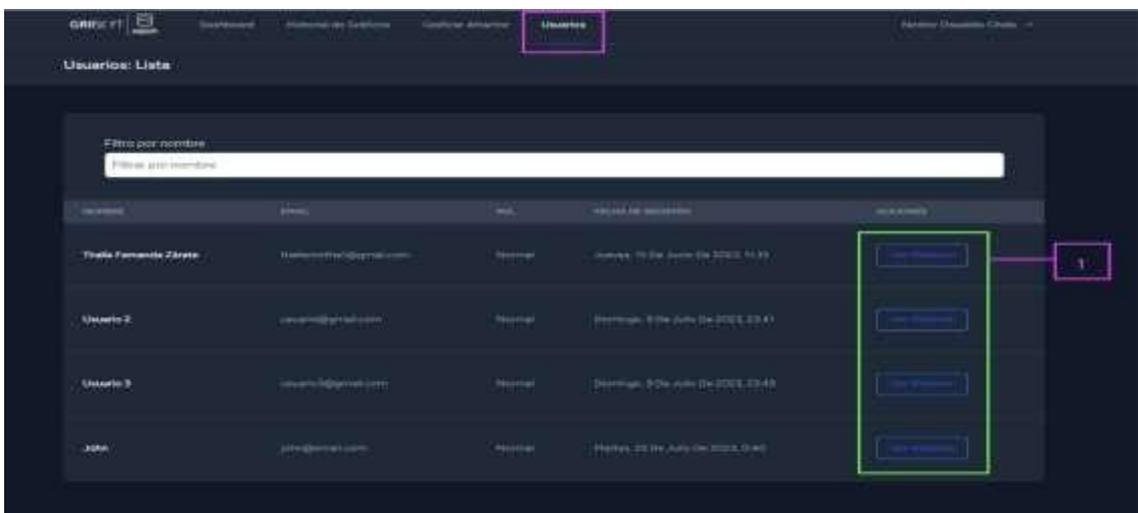


Número	Item	Descripción
1	Botones	Permiten aceptar la acción de eliminar gráfico o cancelar la acción.

3.1.5 Módulo de gestión de usuarios

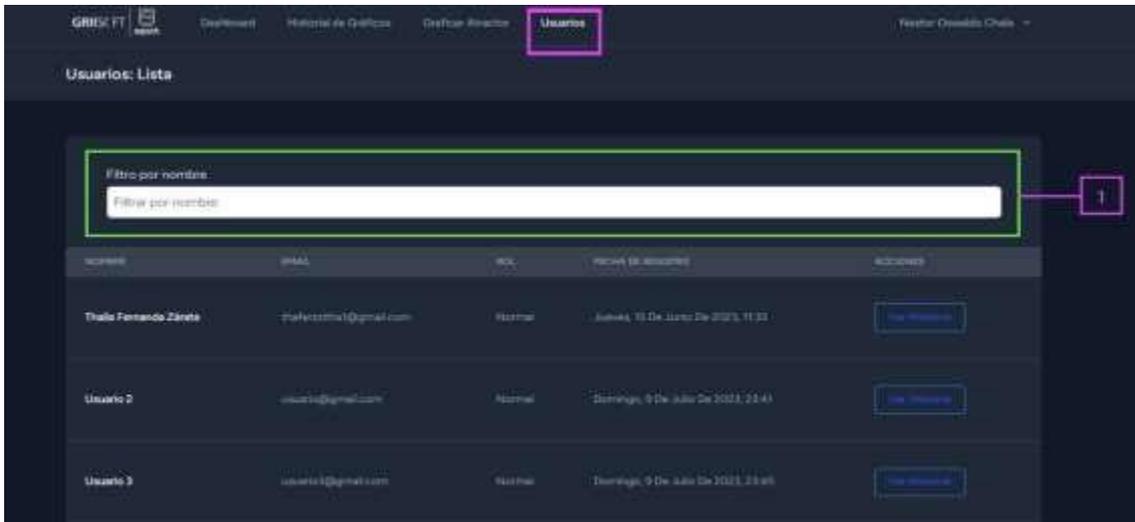
Este módulo le permite al rol de administrador administrar los usuarios que tienen acceso a la aplicación, permitiendo acceder a los gráficos creados por cada uno de los usuarios y realizar acciones sobre los mismos.

3.1.5.1 Pantalla principal de la gestión de usuarios



Número	Item	Descripción
1	Botón	Permiten acceder al historial de gráficos por usuario.

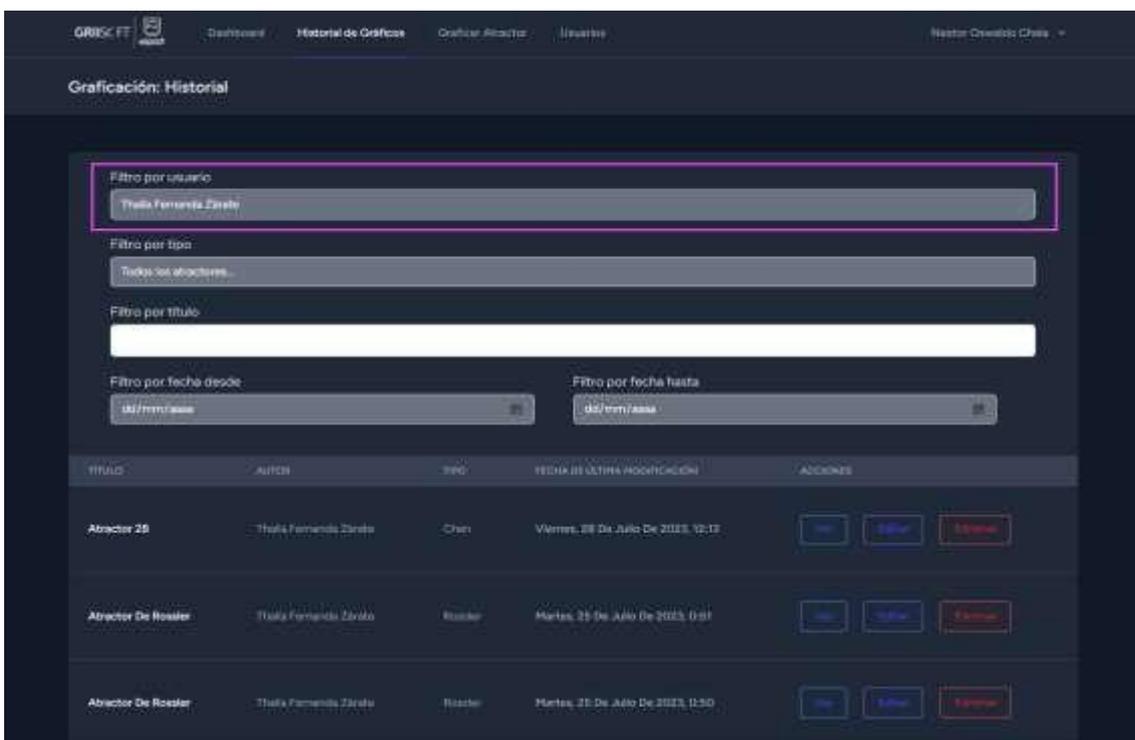
3.1.5.2 Filtro de historial de gráficos por usuario



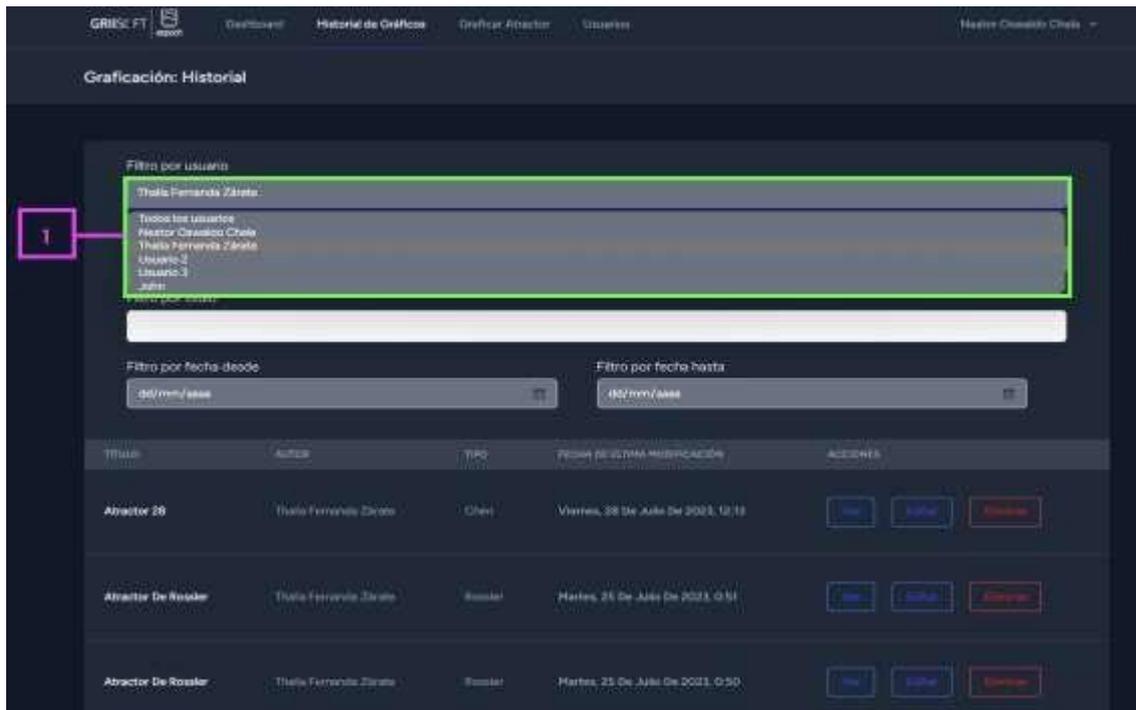
Número	Item	Descripción
1	Campo	Permiten filtrar los gráficos por nombre de usuario.

3.1.5.3 Pantalla de historial de gráficos de un usuario

En este apartado se puede acceder a todos los gráficos generados por el usuario seleccionado.



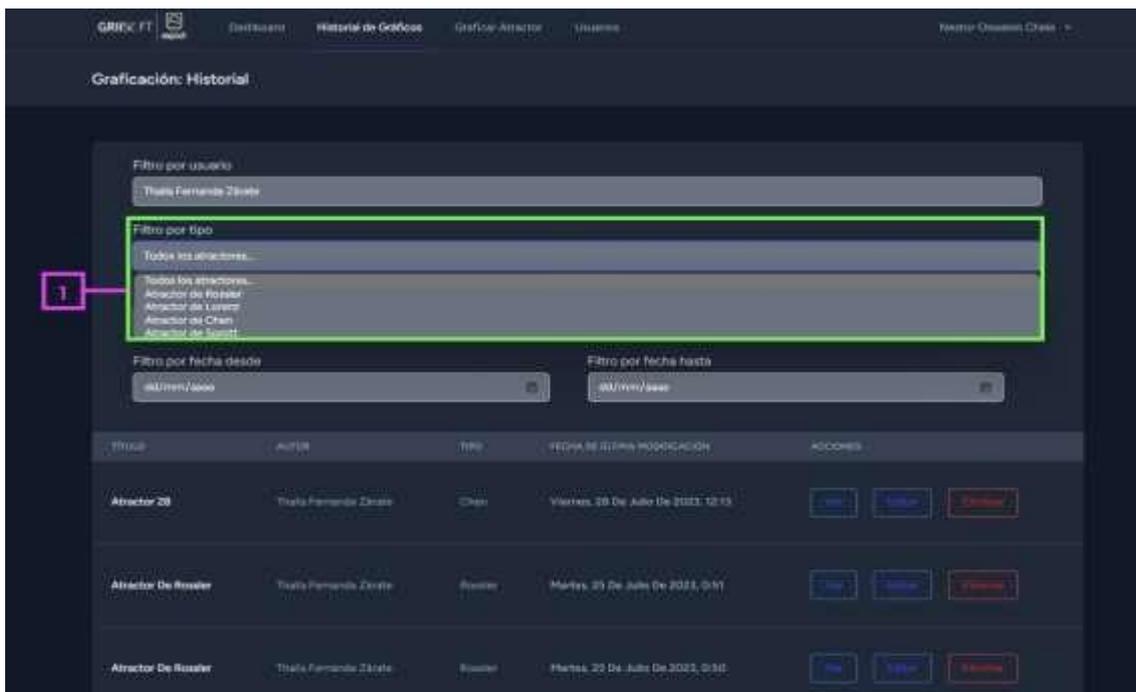
- Filtro desplegado para seleccionar usuario



Número	Ítem	Descripción
1	ComboBox	Permiten seleccionar el historial de gráficos por usuario.

3.1.5.4 Pantalla de historial de gráficos por Tipo de Atractor

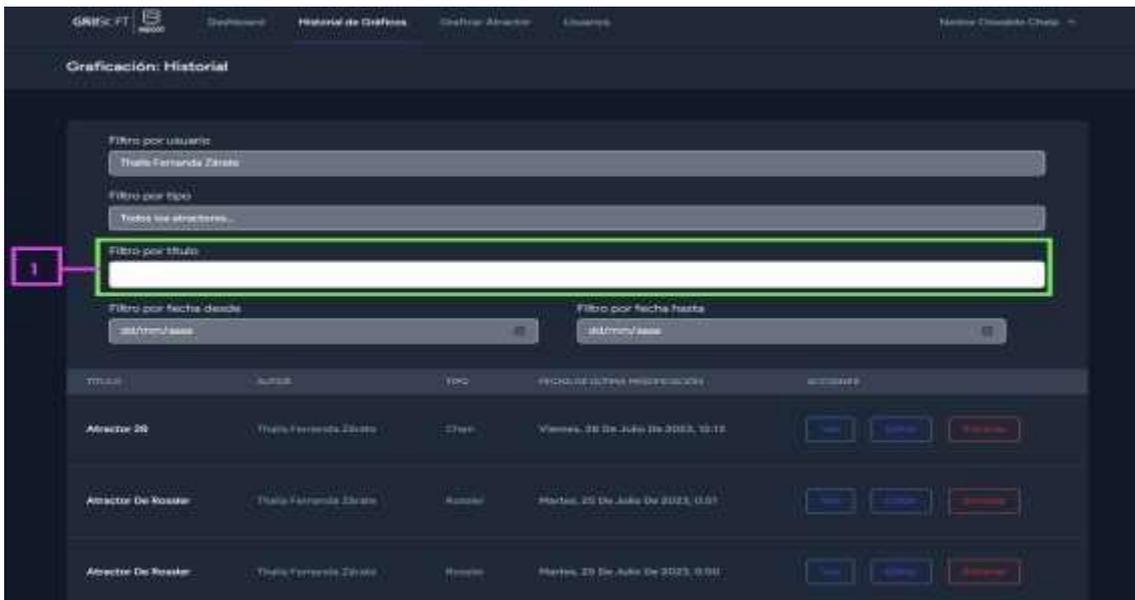
En este apartado se puede acceder a todos los gráficos generados por Tipo de Atractor seleccionado.



Número	Item	Descripción
1	ComboBox	Permiten seleccionar el historial de gráficos por tipo de atractor.

3.1.5.5 Pantalla de historial de gráficos por Título de Gráficos de Atractor

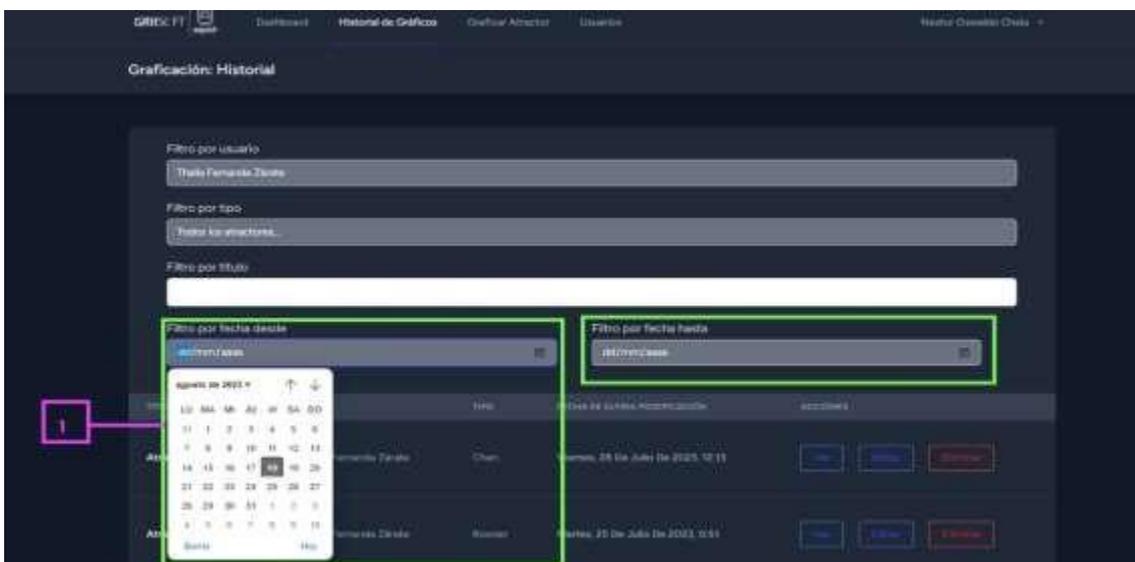
En este apartado se puede acceder a todos los gráficos generados por Título de Atractor seleccionado.



Número	Item	Descripción
1	Campo	Permiten ingresar el título del gráfico del atractor que se desea ver el historial.

3.1.5.6 Pantalla de historial de gráficos por Fecha de creación de Gráficos de Atractores

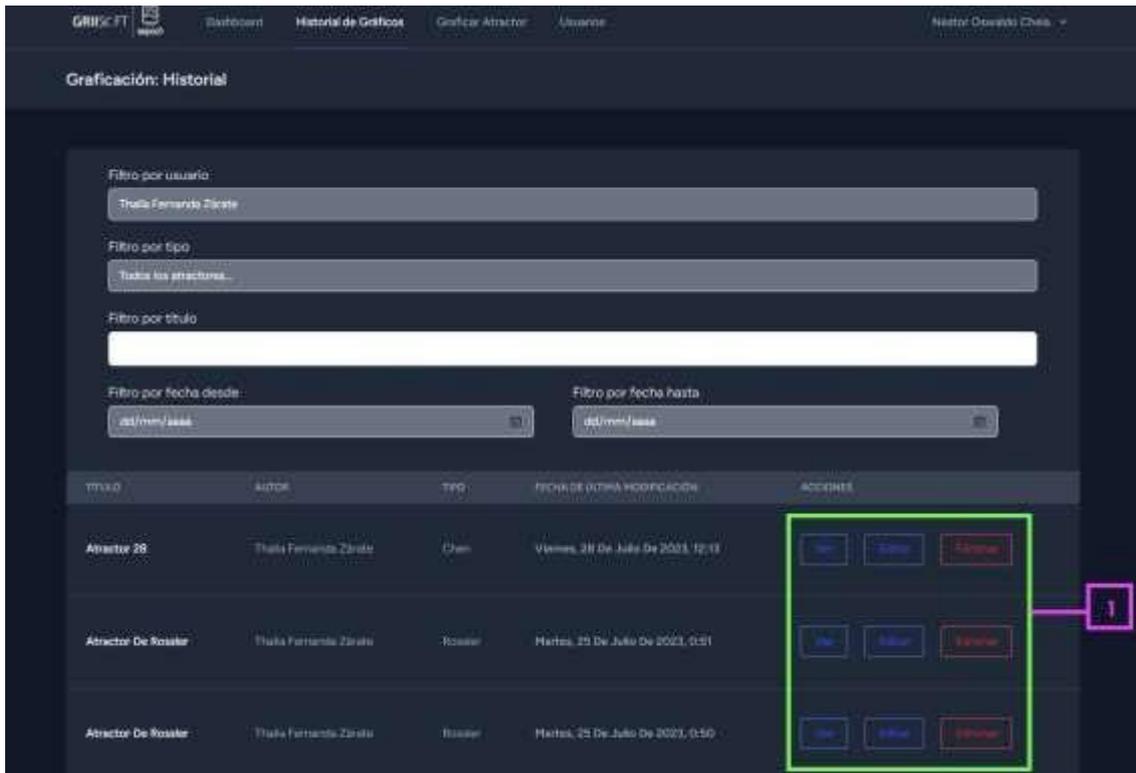
En este apartado se puede acceder a todos los gráficos generados según el intervalo de fechas de creación seleccionadas.



Número	Item	Descripción
1	Datepicker	Permiten seleccionar el intervalo de fechas de creación de gráficos de atractores que se desea ver el historial.

3.1.5.7 Acciones que se permiten realizar sobre los resultados de los filtros

En esta sección se puede visualizar las acciones que se permiten realizar sobre los resultados de los filtros.



Número	Item	Descripción
1	Botones	Permiten realizar las acciones de Ver, Modificar y Eliminar sobre los resultados de la aplicación de los filtros.

3.1.6 Módulo de Reportes

En este módulo se puede observar el número de gráficos por cada atractor y gráficos de barras o de dispersión de cada uno de los atractores creados según las fechas de creación.

Dashboard

Filtro por fecha desde

01/07/2023

Filtro por fecha hasta

31/08/2023

Número de Gráficos por Tipo

Sprott

1

Lorenz

1

Chen

2

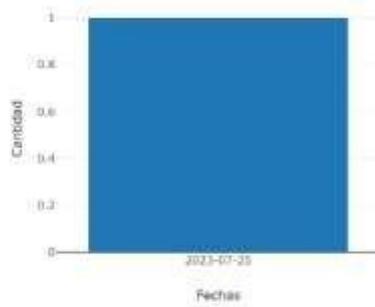
Rossler

3

Gráficos estadísticos por tipo

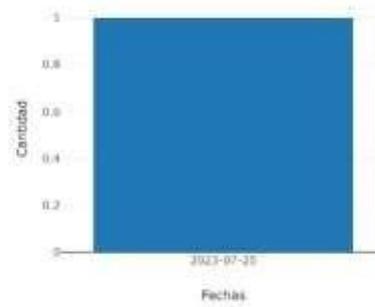
Serie

Sprott



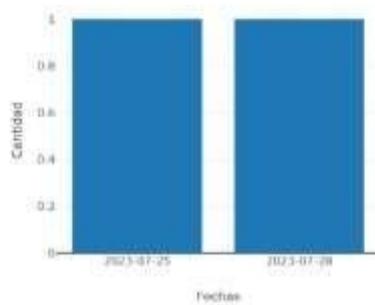
Serie

Lorenz



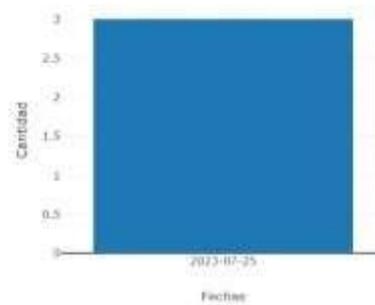
Serie

Chen



Serie

Rossler



Anexo D

ACTA DE ENTREGA DEL PRODUCTO SOFTWARE

En la ciudad de Riobamba, Ecuador a los días del mes de julio del 2023, se reúnen, por una parte, **THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA** con C.C. 060584781-3 y, por otra parte, el Grupo de Investigación en Ingeniería de Software (GRIISOFT) adscrito a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), representada por el **ING. OMAR SALVADOR GOMEZ GOMEZ** con C.C. 1756723431

Con el objetivo de formalizar la entrega del software desarrollado por **THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA**, se procede a la lectura, revisión y aceptación de las siguientes condiciones:

Objeto de la entrega:

Se entrega la Aplicación Web de Graficación de Atractores Caóticos, la cual ha sido desarrollada de acuerdo a las especificaciones y requerimientos previamente acordados entre las partes.

Aceptación:

GRIISOFT adscrito a la ESPOCH declara haber revisado y aceptado el software entregado, y se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento.

Documentación:

Se entrega la documentación técnica correspondiente al software, incluyendo el manual de usuario.

Garantía: **THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA** garantiza el correcto funcionamiento del software por un período de 6 meses. Durante ese período, **THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA** se encargará de resolver cualquier incidencia o problema técnico que pudiera presentarse.

Propiedad intelectual:

GRIISOFT reconoce que **THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA** es la titular exclusiva de los derechos de propiedad intelectual sobre el software entregado.

Las partes firman la presente acta en señal de conformidad y aceptación de las condiciones establecidas.



THALÍA FERNANDA ZÁRATE MORA



OMAR SALVADOR GOMEZ GOMEZ

OMAR SALVADOR GOMEZ GOMEZ



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 08/01/2024

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES	
Nombres – Apellidos: Thalía Fernanda Zárate Mora	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Informática y Electrónica	
Carrera: Software	
Título a optar: Ingeniera de Software	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.

