

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Software

Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Software
presentado ante la ilustre Universidad Técnica del Norte.

Autor:

Jorge Bladimir Jaramillo Arboleda

Director:

Ing. Pablo Andrés Landeta López, MSc.

Ibarra – Ecuador

2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1004636377 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Jaramillo Arboleda Jorge Bladimir | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra, La Candelaria | | |
| EMAIL: | jbjaramilloa@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | 062511768 | TELÉFONO MÓVIL: | 0969767020 |

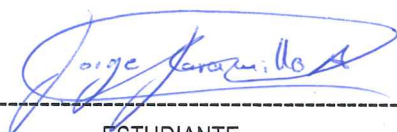
| DATOS DE LA OBRA | |
|--------------------------------|--|
| TÍTULO: | Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO |
| AUTOR(ES): | Jaramillo Arboleda Jorge Bladimir |
| FECHA DE APROBACIÓN: | 29/07/2024 |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | INGENIERO DE SOFTWARE |
| DIRECTOR: | Ing. Pablo Andrés Landeta López, MSc. |
| ASESOR 1: | Ing. Diego Javier Trejo España, MSc. |

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de Julio de 2024

EL AUTOR:



ESTUDIANTE

Jorge Bladimir Jaramillo Arboleda

C.I 1004636377

CERTIFICACIÓN DIRECTOR

Ibarra, 29 de Julio del 2024

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio del presente yo Ing. Pablo Andrés Landeta López, MSc., certifico que el Sr. Jorge Bladimir Jaramillo Arboleda portador de la cedula de ciudadanía número 1004636377, ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grado **“Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO”** previo a la obtención del Título de Ingeniero en Software realizado con interés profesional y responsabilidad que certifico con honor de verdad.

Es todo en cuanto puedo certificar a la verdad

Atentamente

Ing. Pablo Andrés Landeta López, MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

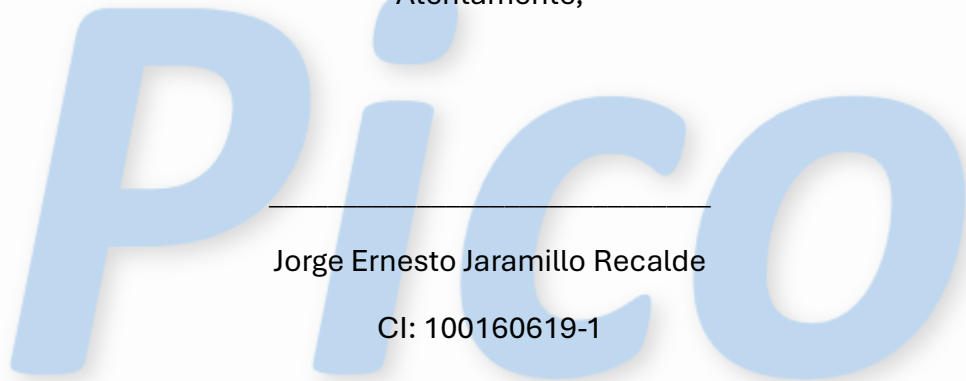
Ibarra, 29 de julio de 2024

CERTIFICADO

Siendo auspiciante del proyecto de titulación del Sr. **JORGE BLADIMIR JARAMILLO ARBOLEDA**, con cédula de identidad Nro. **1004636377**, quien realizó su proyecto titulado: **“Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO”**, nos es grato contemplar que ha sido implantado correctamente en la empresa, cumpliendo a cabalidad con todos los requerimientos solicitados.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso del presente documento como estime conveniente dentro del marco legal.

Atentamente,

A large, light blue watermark logo for 'PICO' is centered in the background. The letters are bold and stylized, with a slight shadow effect.

Jorge Ernesto Jaramillo Recalde

CI: 100160619-1

GERENTE PROPIETARIO

PROCESOS INTEGRADOS CONTABLES “PICO”

PROCESOS INTEGRADOS CONTABLES “PICO”

Contacto: 0990898601

Dirección: Bolívar 6-79 y Oviedo

Ibarra - Ecuador

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Jorge y Lorena, cuya guía y apoyo incondicional han sido la base sobre la cual he construido este logro. A mi padre, por ser mi mentor, ejemplo de perseverancia y dedicación, y a mi madre, por su amor, sacrificios constantes y su incansable fe en mí. A mi hermano, Eduardo, por su ánimo y hermandad, por ser mi confidente y por los momentos compartidos que aligeraron el camino.

Jorge Bladimir Jaramillo Arboleda

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han sido parte de este significativo viaje académico. A mi familia, por su amor incondicional, comprensión y motivación en los momentos más desafiantes.

A mi director de tesis, MSc. Pablo Landeta, por su invaluable orientación, paciencia y sabiduría para que la realización de este trabajo haya sido posible. A mis profesores, que con su dedicación me ayudaron a adquirir conocimiento en mi formación profesional.

A mis compañeros de clase y amigos, por su constante apoyo y por los momentos vividos que enriquecieron esta experiencia.

Jorge Bladimir Jaramillo Arboleda

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | VI |
| AGRADECIMIENTO..... | VII |
| TABLA DE CONTENIDOS | VIII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | XIII |
| RESUMEN | XIV |
| ABSTRACT | XV |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Tema | 1 |
| Problema | 1 |
| Antecedentes | 1 |
| Situación Actual..... | 1 |
| Prospectiva..... | 2 |
| Planteamiento del problema | 2 |
| Objetivos..... | 3 |
| Objetivo General | 3 |
| Objetivos Específicos | 3 |
| Alcance | 3 |
| Metodología | 5 |
| Justificación | 6 |
| Justificación Tecnológica..... | 7 |
| Justificación Económica | 7 |
| Justificación Social | 7 |
| Justificación Ambiental | 7 |
| CAPÍTULO 1 | 8 |
| Marco Teórico | 8 |
| 1.1 Introducción a la Facturación Electrónica..... | 8 |

| | | |
|------------------------------|--|----|
| 1.1.1 | Facturación electrónica en el Ecuador..... | 8 |
| 1.1.2 | Marco legal y normativo | 9 |
| 1.1.3 | Impacto económico y fiscal..... | 10 |
| 1.1.4 | Tecnologías y estándares utilizados..... | 11 |
| 1.2 | Tecnologías y Herramientas para el Desarrollo de APIs REST | 14 |
| 1.2.1 | API REST | 14 |
| 1.2.2 | Entorno Node js..... | 14 |
| 1.2.3 | Framework Express js | 15 |
| 1.2.4 | Lenguaje estructurado de consulta (SQL) | 15 |
| 1.2.5 | Gestor de base de datos PostgreSQL | 16 |
| 1.2.6 | Herramienta SOAP UI | 16 |
| 1.2.7 | Herramienta Postman..... | 16 |
| 1.3 | Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software: Enfoque en SCRUM | 17 |
| 1.3.1 | Principios Ágiles y su Aplicación en SCRUM..... | 17 |
| 1.3.2 | Roles | 18 |
| 1.3.3 | Artefactos | 19 |
| 1.3.4 | Eventos | 21 |
| 1.3.5 | Herramientas de Gestión de Proyectos | 22 |
| 1.3.6 | Métricas de Desempeño en Metodologías Ágiles | 23 |
| 1.4 | Característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010..... | 26 |
| 1.4.1 | Subcaracterística de tolerancia a fallos | 27 |
| 1.4.2 | Subcaracterística de capacidad de recuperación | 27 |
| CAPÍTULO 2 | | 28 |
| Desarrollo del proyecto..... | | 28 |
| 2.1 | Planificación inicial | 28 |
| 2.1.1 | Historias de usuario..... | 28 |
| 2.2 | Creación del Product Backlog | 34 |
| 2.2.1 | Estimación de esfuerzo | 34 |

| | | |
|-------------------------------|--|----|
| 2.2.2 | Prioridad de historias de usuario | 35 |
| 2.3 | Definición de roles del proyecto | 36 |
| 2.4 | Desarrollo de la API REST | 37 |
| 2.4.1 | Sprint 0..... | 37 |
| 2.4.2 | Sprint 1..... | 41 |
| 2.4.3 | Sprint 2..... | 44 |
| 2.4.4 | Sprint 3..... | 48 |
| 2.4.5 | Sprint 4..... | 53 |
| CAPÍTULO 3 | | 61 |
| Validación de resultados..... | | 61 |
| 3.1 | Ejecución del modelo de evaluación | 62 |
| 3.2 | Recopilación de información | 67 |
| 3.3 | Análisis de los resultados..... | 69 |
| CONCLUSIONES..... | | 71 |
| RECOMENDACIONES..... | | 72 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Árbol de problemas..... | 2 |
| Figura 2 Arquitectura del sistema contable PICO..... | 4 |
| Figura 3 Arquitectura propuesta..... | 5 |
| Figura 4 Metodología de desarrollo | 6 |
| Figura 5 Ejemplo estructura de XML del comprobante factura..... | 11 |
| Figura 6 Ejemplo estructura de XSD..... | 12 |
| Figura 7 Estructura de firma electrónica XAdES-BES..... | 13 |
| Figura 8 Servicio web de autorización publicado por el SRI..... | 14 |
| Figura 9 Ejemplo de gráfico de velocidad | 24 |
| Figura 10 Ejemplo de gráfico de quemado | 25 |
| Figura 11 Ejemplo de gráfico de consumo..... | 26 |
| Figura 12 Características de la norma ISO/IEC 25010:2023..... | 27 |
| Figura 13 Configuración correo de prueba..... | 38 |
| Figura 14 Verificación de credenciales correo electrónico | 39 |
| Figura 15 Mensaje de verificación de correo electrónico..... | 39 |
| Figura 16 Verificación de credenciales firma electrónica..... | 40 |
| Figura 17 Firma digital de XML | 42 |
| Figura 18 Verificación de firma digital | 43 |
| Figura 19 Proyecto en SoapUI..... | 45 |
| Figura 20 Estructura de XML para consumo del servicio web del SRI | 45 |
| Figura 21 Autorización de comprobantes electrónicos..... | 46 |
| Figura 22 Consulta de estado de comprobantes electrónicos..... | 47 |
| Figura 23 Función programada para la autorización de comprobantes pendientes..... | 47 |
| Figura 24 Ejemplo uso de biblioteca PDFKit..... | 49 |
| Figura 25 Cabecera del RIDE | 50 |
| Figura 26 Cuerpo del RIDE de Factura..... | 50 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 27 | Cuerpo del RIDE de Liquidación de bienes y prestación de servicios | 50 |
| Figura 28 | Cuerpo del RIDE de Nota de crédito | 51 |
| Figura 29 | Cuerpo del RIDE de Nota de débito | 51 |
| Figura 30 | Cuerpo del RIDE de Guía de remisión | 51 |
| Figura 31 | Cuerpo del RIDE de Retención | 52 |
| Figura 32 | Pie de documento del RIDE | 52 |
| Figura 33 | Envío de documentos electrónicos | 54 |
| Figura 34 | Mensaje de correo electrónico de comprobante electrónico..... | 54 |
| Figura 35 | Respuesta sin resultado al descargar comprobante electrónico | 55 |
| Figura 36 | Respuesta con resultado al descargar comprobante electrónico | 55 |
| Figura 37 | RIDE de Proforma | 56 |
| Figura 38 | Firma digital con software FirmaEC | 57 |
| Figura 39 | Resultado de firma digital con software FirmaEC..... | 57 |
| Figura 40 | Resultado de firma digital con método desarrollado..... | 58 |
| Figura 41 | Validación con software FirmaEC de firma digital del método desarrollado | 58 |
| Figura 42 | Configuración para consumo de API REST en VFP9..... | 60 |
| Figura 43 | Respuesta de peticiones al servicio desde sistema PICO..... | 60 |
| Figura 44 | Control - F01..... | 63 |
| Figura 45 | Control - F02..... | 63 |
| Figura 46 | Control - F03..... | 64 |
| Figura 47 | Control - F04..... | 64 |
| Figura 48 | Control - F05..... | 65 |
| Figura 49 | Control - F06..... | 65 |
| Figura 50 | Uso de herramienta PM2 | 66 |
| Figura 51 | Monitoreo de servicio con PM2..... | 66 |
| Figura 52 | Logs del servicio | 67 |
| Figura 53 | Prevención de fallas..... | 69 |
| Figura 54 | Tiempo de recuperación | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Historia de usuario 01 – Creación de la empresa | 28 |
| Tabla 2 Historia de usuario 02 – Verificación de correo electrónico | 29 |
| Tabla 3 Historia de usuario 03 - Verificación de firma electrónica | 29 |
| Tabla 4 Historia de usuario 04 - Firma digital de comprobantes electrónicos | 30 |
| Tabla 5 Historia de usuario 05 - Consumo al servicio web del SRI..... | 31 |
| Tabla 6 Historia de usuario 06 - Generación del RIDE | 31 |
| Tabla 7 Historia de usuario 07 - Envío de documentos electrónicos | 32 |
| Tabla 8 Historia de usuario 08 - Descarga de comprobantes electrónicos | 33 |
| Tabla 9 Historia de usuario 09 - RIDE y firma digital de proforma | 33 |
| Tabla 10 Estimación de esfuerzo | 34 |
| Tabla 11 Product Backlog | 35 |
| Tabla 12 Planificación de Sprints | 36 |
| Tabla 13 Equipo Scrum..... | 36 |
| Tabla 14 Sprint 0..... | 37 |
| Tabla 15 Reunión de retrospectiva Sprint 0..... | 40 |
| Tabla 16 Sprint 1..... | 41 |
| Tabla 17 Reunión de retrospectiva Sprint 1..... | 43 |
| Tabla 18 Sprint 2..... | 44 |
| Tabla 19 Reunión de retrospectiva Sprint 2..... | 48 |
| Tabla 20 Sprint 3..... | 48 |
| Tabla 21 Reunión de retrospectiva Sprint 3..... | 52 |
| Tabla 22 Sprint 4..... | 53 |
| Tabla 23 Reunión de retrospectiva Sprint 4..... | 59 |
| Tabla 24 Registros para métrica prevención de fallas | 67 |
| Tabla 25 Registros para métrica de tiempo de recuperación..... | 68 |
| Tabla 26 Resultados de validación..... | 70 |

RESUMEN

El presente documento se encuentra conformado por tres capítulos, en el cual se detalla todo el proceso para realizar el Trabajo de Grado: “Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO”.

En la parte de introducción se definen los antecedentes, situación actual, prospectiva, planteamiento del problema, objetivo general y específicos, alcance, metodología y justificación.

En el capítulo 1, se presenta todo el marco teórico, se describen temas relacionados con la normativa legal y estándares utilizados en la facturación electrónica tecnologías y herramientas utilizadas para el desarrollo de APIs REST como Express js, SOAP UI o Postman. Además, se detallan los principios y artefactos de la metodología de desarrollo ágil SCRUM y los conceptos de la característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010.

En el capítulo 2, se detalla el proceso de desarrollo de la API REST para la autorización y envío de comprobantes electrónicos, partiendo de una planificación inicial definiendo historias de usuario y asignando una prioridad en base a una estimación de esfuerzo, las cuales se van realizando mediante la ejecución y revisión de los sprints para satisfacer las necesidades especificadas.

En el capítulo 3, se detalla la validación de resultados en la que se evalúa a la API REST bajo la característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010, tomando en cuenta solo las subcaracterísticas de tolerancia a fallos y recuperabilidad, de las cuales se interpretan los resultados obtenidos en las métricas de prevención de fallas, redundancia y tiempo medio de recuperación.

Finalmente se encuentra las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

ABSTRACT

This document is made up of three chapters, in which the entire process to carry out the Degree Project is detailed: “Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO”.

The introduction defines the background, current situation, prospective, problem statement, general and specific objectives, scope, methodology and justification.

Chapter 1 presents the entire theoretical framework, describes issues related to legal regulations and standards used in electronic invoicing, technologies and tools used for the development of REST APIs such as Express js, SOAP UI or Postman. In addition, the principles and artefacts of the SCRUM agile development methodology and the concepts of the reliability feature of the ISO/IEC 25010 standard are detailed.

Chapter 2 details the development process of the REST API for the authorization and sending of electronic receipts, starting from an initial planning by defining user stories and assigning a priority based on an estimate of effort, which are carried out through the execution and review of the sprints to meet the specified needs.

Chapter 3 details the validation of results in which the REST API is evaluated under the reliability characteristic of the ISO/IEC 25010 standard, considering only the sub-characteristics of fault tolerance and recoverability, from which the results obtained in the metrics of failure prevention, redundancy and mean recovery time are interpreted.

Finally, conclusions, recommendations and bibliographical references are given.

INTRODUCCIÓN

Tema

Desarrollo de una API REST para mejorar la fiabilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO.

Problema

Antecedentes

En el Ecuador, el Servicio de Rentas Internas (SRI) ha optado por la implementación de la facturación electrónica en el país, lo que permite emitir comprobantes de facturas, liquidaciones de compras de bienes y prestación de servicios, notas de crédito, notas de débito, retenciones y guías de remisión que pasan por un proceso de verificación y autorización por medio de un web service publicado por el SRI, de esta manera se ha contribuido en la reducción del uso de papel y tinta, disminución en tiempos de envío, dificultad de falsificación con la aplicación de una firma digital y eficiencia en procesos administrativos, garantizando la integridad y legitimidad de la información de los comprobantes (Servicio de Rentas Internas, 2024a).

Situación Actual

El software Procesos Integrados Contables (PICO) es un sistema contable desarrollado desde el año 1998, que actualmente cuenta con seis módulos dentro de los cuales cinco submódulos hacen uso de la facturación electrónica como se observa en la Figura 2. Un sistema contable según (Cumbicos Castillo et al., 2023) debe garantizar que la información de la empresa sea clara e integra, funcionando bajo normas establecidas en el país y mejorando los procesos y la administración de recursos. Pero, en este caso, el proceso de autorización de comprobantes electrónicos y envío presenta inconsistencias al realizar los envíos y consultas de comprobantes al web service del SRI, que en ocasiones hasta deja de funcionar, generando un alto consumo de tiempo en la solución de errores perjudicando la característica de fiabilidad del sistema contable PICO.

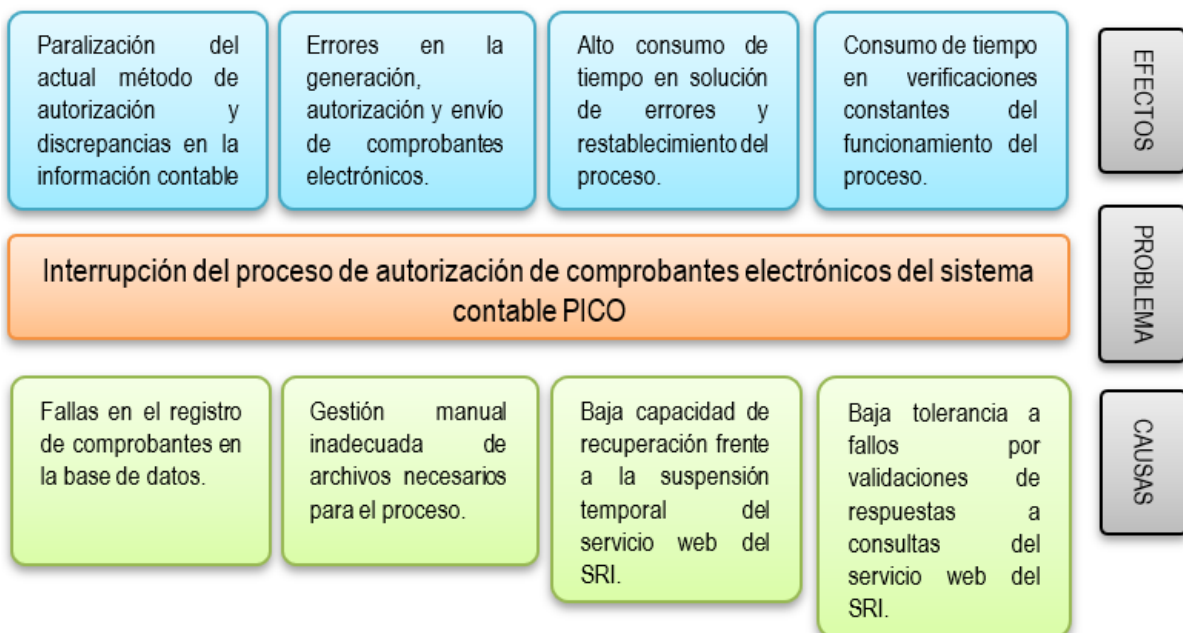
Prospectiva

La implementación de facturación electrónica según (Moreano Guerra et al., 2023) presenta algunos beneficios, enfocándose principalmente en la reducción del uso de papel y previniendo la evasión fiscal. Pero, por la dependencia de almacenar la firma electrónica y logos de la empresa como ficheros, se han presentado situaciones en las que por una mala gestión de acceso estos archivos son eliminados, además, existen circunstancias en que el servicio web del SRI es suspendido, paralizando el proceso de autorización y envío de comprobantes del sistema PICO. Ante estas problemáticas, surge la interrogante: ¿El uso de la API REST que se desarrollará con Node.js y Express permitirá mantener la tolerancia a fallos y capacidad de recuperación frente a los problemas definidos?.

Planteamiento del problema

Figura 1

Árbol de problemas



Nota. Autoría propia.

Objetivos

Objetivo General

Creación de una API REST para mejorar el proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos del sistema contable PICO.

Objetivos Específicos

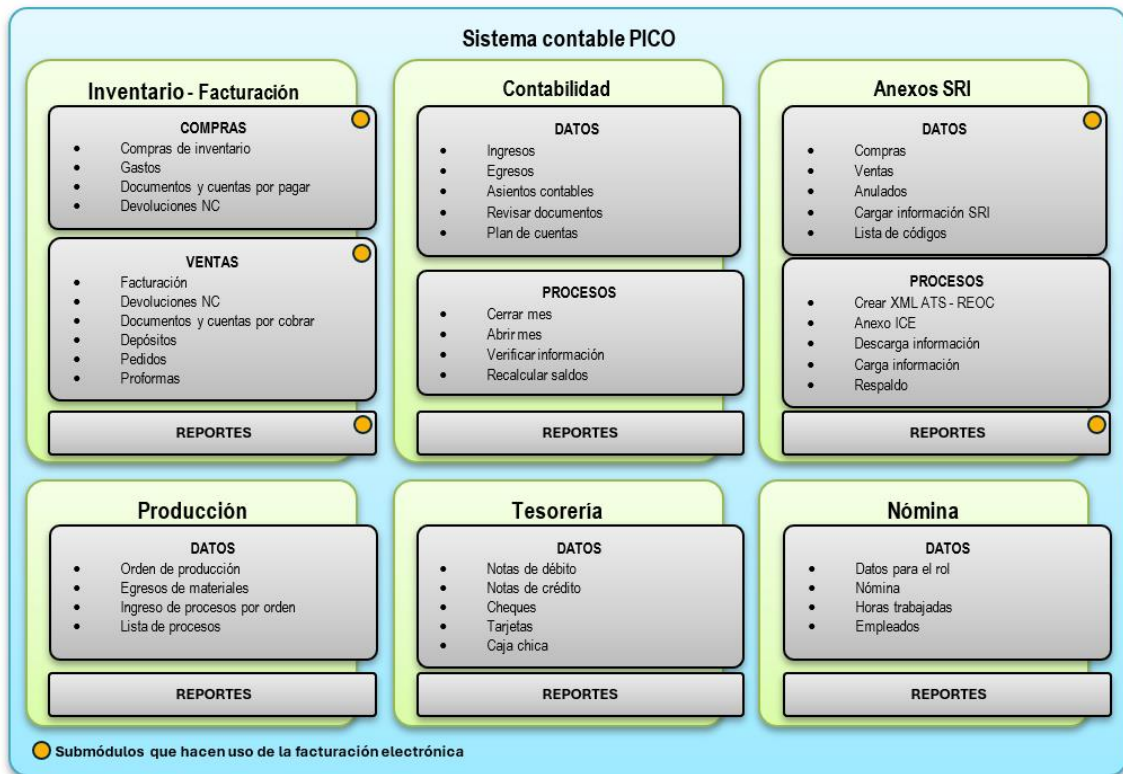
- Elaborar un marco teórico en relación con la facturación electrónica y herramientas de desarrollo.
- Creación de la API REST de autorización y envío de comprobantes electrónicos utilizando la metodología SCRUM.
- Evaluar la efectividad del servicio de la API REST según la característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010.

Alcance

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad la creación de una API REST que cuente con los métodos para la validación clave y duración de firma electrónica en archivo “.p12”, validación de credenciales de correo electrónico, autorización y registro de estado o mensajes de error de cada comprobante electrónico, generación del RIDE en pdf de los documentos de facturas, retenciones, liquidaciones, guías de remisión y notas de crédito o débito basándose en el formato definido en la documentación técnica oficial para la emisión de comprobantes electrónicos publicada por el SRI, reenvío de XML y RIDE del comprobante por correo electrónico, consulta de comprobantes electrónicos por medio de la clave de acceso, creación del RIDE de proformas basándose en el modelo de factura, el cual debe ser firmado digitalmente y presentar un código QR que contenga el alias del firmante y fecha de firmado.

Figura 2

Arquitectura del sistema contable PICO



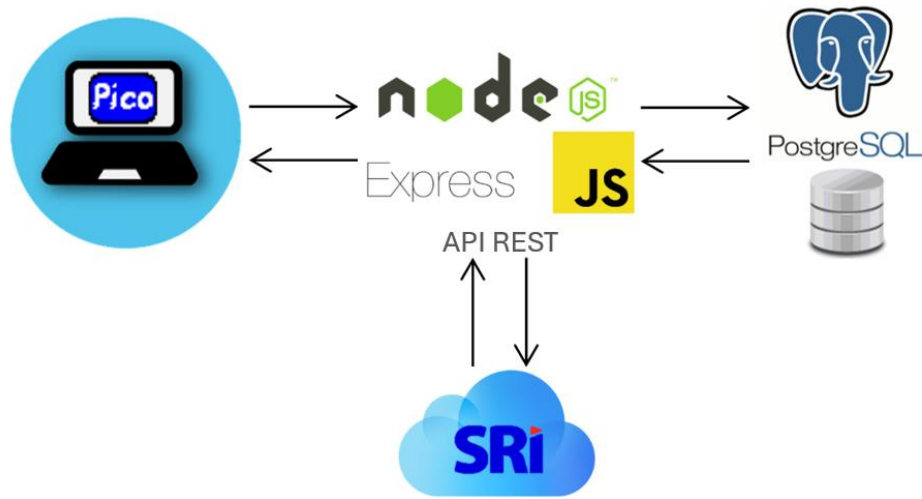
Nota. Sistema contable PICO.

Para la construcción del software se utilizará Node.js, que es un motor de ejecución multiplataforma utilizando el lenguaje de programación JavaScript, orientado a la creación de aplicaciones de red con el objetivo de evitar el bloqueo de procesos (Node.js, 2024). Además, para la creación de las API's se usará el framework Express utilizando el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), y para el almacenamiento de la información se hará uso del sistema de gestión de base de datos PostgreSQL, en el cual se realizará la creación de tablas para el almacenamiento de los comprobantes electrónicos e información necesaria de los negocios.

Finalmente, la API REST se ejecutará como servicio en un servidor con acceso a internet, de la cual se evaluará la tolerancia a fallos y capacidad de recuperación según la característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010.

Figura 3

Arquitectura propuesta



Nota. Autoría propia.

Metodología

Para abordar al primer objetivo, se realizará la búsqueda y análisis de información relacionada con la facturación electrónica definida por el SRI en el Ecuador y las herramientas de desarrollo, para lo cual se hará uso de bases de datos bibliográficas, artículos de revistas, artículos científicos y documentación técnica. Al realizar este tipo de investigación básica, se logra obtener la base teórica y principios generales en la disciplina especificada, lo que permite conseguir los objetivos necesarios dentro del área del conocimiento (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023).

Para el segundo objetivo, se realizará el desarrollo de la API REST para la autorización de comprobantes electrónicos y envío a clientes haciendo uso de la metodología SCRUM. Haciendo uso de esta metodología, el desarrollo se dividirá en sprints para la organización y asignación de prioridad a las tareas, esto con la finalidad de que cumpla la realización de todos los eventos en el tiempo definido, sin embargo, de ser necesario se realizarán ajustes de ciertas actividades presentándose la situación de requerir cambios en tiempo de desarrollo (Kadenic et al., 2023).

Para el tercer objetivo, se evaluará la API REST según la característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010 bajo las subcaracterísticas de tolerancia a fallos y capacidad de recuperación, esto mediante un análisis cuantitativo entre los valores actuales de ejecución y los obtenidos después de la implementación, con el cual se medirá la capacidad de operación frente a fallos de software o hardware, recuperación de datos y restablecimiento del estado del sistema ante la presencia de un incidente o fallo (ISO/IEC 25010, 2023).

Figura 4

Metodología de desarrollo



Nota. Autoría propia.

Justificación

El proyecto propuesto está orientado por el Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º9, el cual se enfoca en conseguir el desarrollo de sociedades prosperas y sustentables, fomentando la innovación en la aplicación de herramientas tecnológicas que permita mejorar la productividad e infraestructura digital, de tal manera que se pueda impulsar el crecimiento económico y de producción (Naciones Unidas, 2022).

La realización de la facturación electrónica en un negocio presenta varios beneficios, entre los cuales se presenta una reducción de costos, menor impacto al medio ambiente, agilidad en procesos de envío y entrega, aumento de seguridad y confiabilidad en

transacciones, menor presencia de errores humanos y un aumento de producción empresarial (Becerra Molina & Ojeda Orellana, 2022). Aunque para beneficiarse de estas ventajas es importante contar con una alta disponibilidad del servicio, de tal manera no se presenten interrupciones que perjudiquen a los usuarios que hacen uso del sistema contable (Bogantes, 2020).

Justificación Tecnológica

El desarrollo de una API REST usando Node.js y Express permite la creación del servicio evitando las interrupciones que se han venido presentando en el proceso de autorización y envío de comprobantes, además de que facilita la escalabilidad y reduce el alto consumo de tiempo en el mantenimiento y corrección de errores.

Justificación Económica

Al obtener una mejor eficiencia del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos, el sistema contable PICO puede orientar el tiempo al desarrollo u optimización de otros procesos, lo que permite que las empresas que hagan uso del sistema reduzcan costos operativos y aumenten la productividad dentro del negocio.

Justificación Social

Al aumentar la disponibilidad del proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos, se facilita el cumplimiento normativo establecido por el SRI para la realización de facturación electrónica en el país, esto genera una mayor confianza por parte de los usuarios al momento de ejecutar transacciones financieras.

Justificación Ambiental

Al contar con una alta disponibilidad del servicio, se genera confianza en que los datos presentan mayor seguridad al ser guardados digitalmente, contribuyendo ecológicamente con un menor uso de papel y baja movilización física generando una menor huella de carbono.

CAPÍTULO 1

Marco Teórico

1.1 Introducción a la Facturación Electrónica

1.1.1 *Facturación electrónica en el Ecuador*

El sistema tributario del estado es de gran importancia en el desarrollo de un país, en el que un gobierno establece un conjunto de leyes, normas y políticas que permiten generar ingresos con la finalidad de lograr un bienestar colectivo, esto mediante la recaudación de ingresos que se obtienen mediante el ejercicio de la propia actividad económica o la generación de impuestos a propiedades y empresas, que permiten ofrecer los servicios básicos que debe brindar el estado siendo: la financiación de obras de infraestructura, prestación de servicios públicos y regulación de la economía (L. Zamora, 2020).

Combatir la evasión fiscal es uno de los principales objetivos de la entidad tributaria de un país, aunque existen diferentes causas que impiden el cumplimiento de este propósito como problemas éticos o económicos, el estado debe mitigar las fallas en el sistema generando confianza en los contribuyentes, de tal manera que se pueda reducir el desinterés de las entidades que realicen alguna actividad económica y comprendan que, al participar de forma activa bajo las normas del sistema tributario se puede lograr que el sistema funcione por un bien común y equitativo consiguiendo una satisfacción a nivel económico, laboral y social en la ciudadanía (Barberan et al., 2022).

Es por esta razón que según (Navas et al., 2023) en 2012 el Ecuador inicia el proceso de facturación electrónica, estableciendo al Servicio de Rentas Internas (SRI) como la entidad responsable de la implementación, lo cual ha ido generando cambios en las actividades económicas del país, que obliga a organizaciones y sistemas informáticos a adaptarse al nuevo proceso de facturación, mediante la definición de un nuevo esquema para la emisión de comprobantes que deben satisfacer las necesidades legales para asegurar la integridad y autenticidad de la información de los siguientes documentos:

- Facturas.
- Notas de crédito.
- Notas de débito.
- Retenciones.
- Guías de remisión y liquidaciones de compras de bienes y prestación de servicios.

1.1.2 Marco legal y normativo

La base legal y normativa que proporciona el fundamento para la facturación electrónica en el país parte con la Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos y el Reglamento General a la Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos, lo cuales definen artículos para la regulación y tratamiento de datos en la prestación de servicios electrónicos y protección de usuarios, no es hasta el año 2012 con la Resolución NAC-DGERCGC12-00105, Registro Oficial 666 21 de marzo 2012, que inicia el proceso de implementación de la facturación electrónica definiendo un nuevo esquema para la emisión de comprobantes electrónicos, que en los siguientes años se han publicado resoluciones y circulares para mejorar el proceso y equidad en los contribuyentes (Servicio de Rentas Internas, 2024b).

Además, el SRI facilita la documentación para la emisión de comprobantes electrónicos, esto mediante la Guía para contribuyentes que contiene la base legal, procesos para la solicitud de certificados, documentación para el proceso de firma electrónica, servicios para la autorización de comprobantes, códigos de errores, códigos de impuestos y anexos con los formatos de la estructura de los comprobantes y las representaciones impresas de documentos electrónicos (RIDE) (Servicio de Rentas Internas, 2024c).

1.1.3 Impacto económico y fiscal

La implementación de la facturación electrónica en el país ha presentado cambios en la economía de diferentes sectores, al tener un mejor control tributario de las entidades que realizan alguna actividad económica, ingreso que es recaudado por el SRI, el estado puede definir de una mejor manera el presupuesto destinado a servicios públicos como educación, salud o realización de obras (Muñoz et al., 2023). Pero, aún con la implementación de la facturación electrónica, existen contribuyentes que no cumplen con sus obligaciones fiscales, presentado variaciones en la recaudación de los tributos, motivo por el que, en 2022 se dispone la obligación de todas las entidades que emiten facturas lo realicen bajo el proceso de facturación electrónica, con la finalidad de alcanzar un mejor control y minimizar la evasión tributaria (Intriago et al., 2023).

El cambio económico que se refleja en los contribuyentes que han implementado la facturación electrónica está relacionado con los beneficios que detalla (Servicio de Rentas Internas, 2024a), en los que se lista:

- Reducción del tiempo para envío.
- Menos costos de imprenta.
- Eficaz gestión tributaria.
- Mejora de la eficiencia administrativa y contable.
- Fortalecimiento de la seguridad en la gestión documental.

Sin embargo, existen situaciones en las que la implementación de la facturación electrónica ha afectado de forma negativa la actividad económica de un sector, un ejemplo es el caso de las imprentas autorizadas por el SRI en Manta, que mientras el nuevo esquema de emisión de comprobantes cumple el objetivo de evitar la evasión fiscal, las imprentas en Manta reportan una reducción del 53% en ventas, y debido a la baja rentabilidad el 63% se han visto en la necesidad de despedir empleados (E. Zamora & Monar, 2024).

El estándar XML Schema Definition (XSD) es un lenguaje de definición de datos basado en XML desarrollado por el W3C, facilita la descripción detallada de la estructura y el contenido de documentos XML, ofrece una mayor expresividad para definir estructuras complejas, mejor manejo en nombres, mayor facilidad de uso y detección de errores, el uso de XSD se implementa en aplicaciones como validación de documentos XML, generación de documentos XML a partir de plantillas, entre otros con la finalidad de ser una herramienta muy útil en el desarrollo de sistemas y aplicación (World Wide Web Consortium, 2012).

Figura 6

Ejemplo estructura de XSD

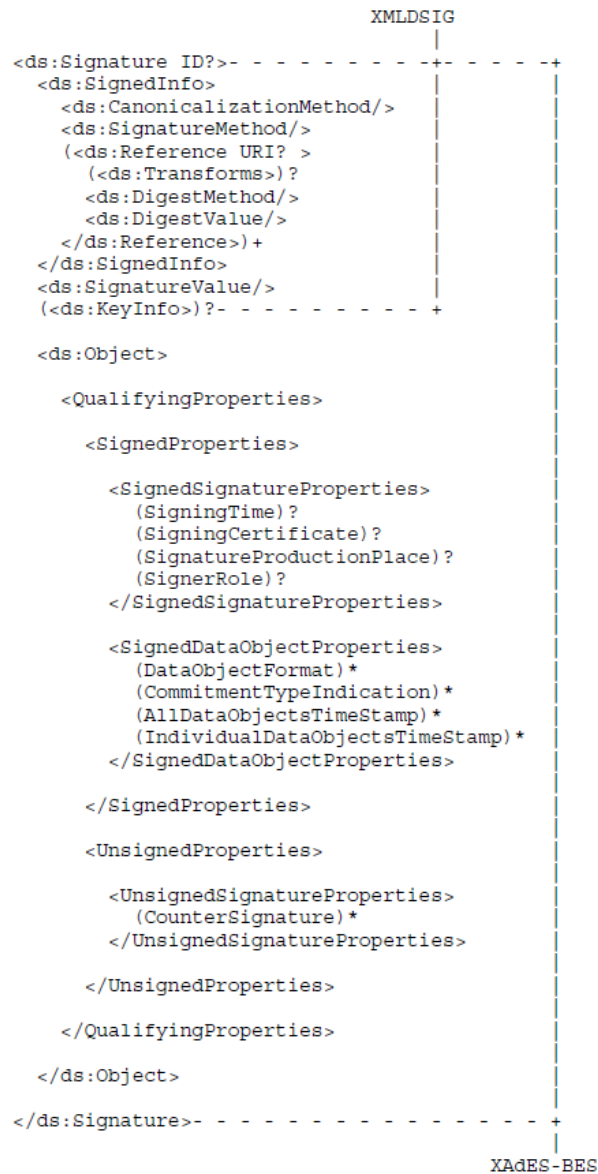
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:ds="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#" elementFormDefault="qualified">
  <xsd:import namespace="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#"
    schemaLocation="xmldsig-core-schema.xsd"/>
  <xsd:simpleType name="ambiente">
    <xsd:annotation>
      <xsd:documentation>Desarrollo o produccion depende de en cual ambiente se genere el comprobante
    </xsd:annotation>
    <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:pattern value="[1-2]{1}"/>
    </xsd:restriction>
  </xsd:simpleType>
  <xsd:simpleType name="razonSocial">
    <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:minLength value="1"/>
      <xsd:maxLength value="300"/>
      <xsd:pattern value="^[^n]*"/>
    </xsd:restriction>
  </xsd:simpleType>
</xsd:schema>
```

Nota. (Servicio de Rentas Internas, 2024a).

La tecnología XML Advanced Electronic Signatures (XAdES) define cuatro formas de firma electrónica, de las cuales, la firma electrónica básica (XAdES-BES) es la utilizada para la implementación de facturación electrónica, XAdES-BES garantiza la integridad de la información agregando atributos al XML que contienen información del comprobante y propiedades de firmado, las cuales son cifradas haciendo uso del certificado digital de la firma electrónica (European Telecommunications Standards Institute, 2006).

Figura 7

Estructura de firma electrónica XAdES-BES

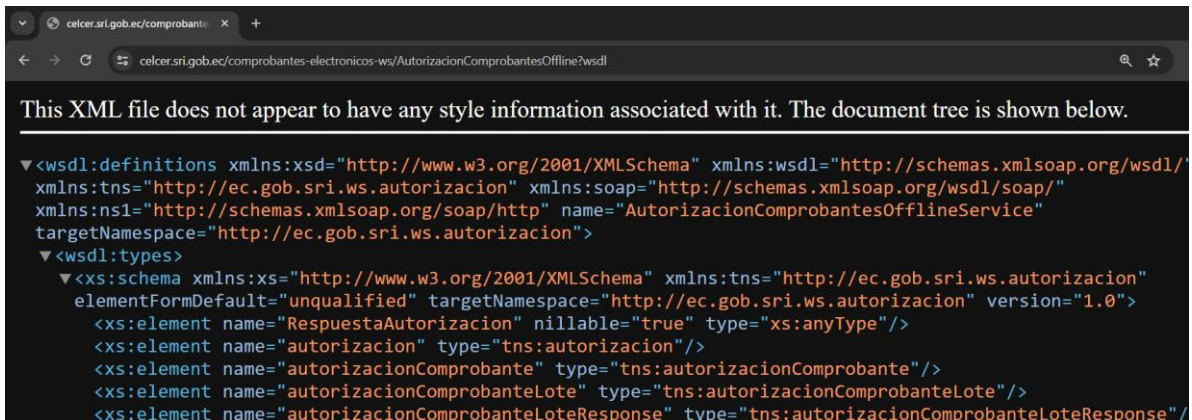


Nota. (European Telecommunications Standards Institute, 2006).

El estándar Web Services Description Language (WSDL) define servicios de red que se comunican a través de mensajes de tipo documento o procedimiento, en el que inicialmente se definen las operaciones y los mensajes de forma abstracta y luego se vinculan a un protocolo y formato de mensaje específicos, con la finalidad de definir un punto final que representa a los servicios, esto significa que las interfaces se definen mediante XML y luego se vinculan a representaciones adecuadas para el procedimiento (World Wide Web Consortium, 2001).

Figura 8

Servicio web de autorización publicado por el SRI



Nota. (Servicio de Rentas Internas, 2024a).

1.2 Tecnologías y Herramientas para el Desarrollo de APIs REST

1.2.1 API REST

Una API REST o API RESTful es una tecnología de programación que facilita la integración e interacción de aplicaciones con arquitecturas de microservicios o de diferentes plataformas, esto mediante solicitudes HTTP para la manipulación de información, en este diseño, tanto el cliente como el servidor funcionan de forma individual, en donde el cliente solo conoce la URI del recurso y los datos de respuesta sin saber la lógica de la función, sin embargo, es necesario definir el tipo de función que se realiza (GET, PUT, DELETE, etc) y los datos solicitados por el punto de acceso, además de promover el almacenamiento en caché para un mejor rendimiento (International Business Machines, 2024).

1.2.2 Entorno Node js

Node.js es un entorno de ejecución de JavaScript del lado del servidor, esto permite el desarrollo de aplicaciones usando la tecnología del motor V8 de Google, su gran aceptación es gracias a su modelo de entrada/salida, que es basado en eventos y tiene como característica principal ser no bloqueante, por este motivo, es una de las mejores opciones para la construcción de aplicaciones en tiempo real que necesiten una alta concurrencia en la ejecución de funciones con una respuesta rápida, además, Node.js al hacer uso del lenguaje

de programación JavaScript, también permite a los desarrolladores crear aplicaciones del lado del cliente, esto mediante el uso de JavaScript puro “Vanilla JavaScript” o la utilización de frameworks y librerías que están gestionadas mediante Node Package Manager (NPM), que es el administrador de recursos para esta tecnología (Node.js, 2024).

1.2.3 Framework Express js

Express.js es un medio de desarrollo de aplicaciones web altamente utilizado en el entorno de Node.js, la principal característica de este framework se diferencia por su flexibilidad, velocidad de respuesta y base minimalista, esto ofrece una sólido grupo de características para la creación de aplicaciones, que en el caso de la producción de API simplifica el proceso de creación bajo una completa variedad de métodos HTTP y middleware, además, permite una incorporación sin mayor dificultad con las cualidades de Node.js, lo que mantiene la confianza e interés de los desarrolladores por la plataforma para establecer la comunicación entre aplicaciones (Express.js, 2024).

1.2.4 Lenguaje estructurado de consulta (SQL)

SQL es un lenguaje de programación que se usa en la gestión de registros en bases de datos, esta tecnología está diseñada para estructurar datos y facilitar el manejo de grandes volúmenes de información, ocupando un papel clave en el tratamiento del big data, pero que es utilizado y orientado principalmente para el procesamiento de transacciones en línea, además, las bases de datos SQL permiten llevar a cabo operaciones de complemento básicas en conjuntos considerables de datos como cálculo matemático y configuración de tareas de extracción, transformación y carga simples, principalmente si se trata de estructuras de entrada y salida relacionales, convirtiendo a SQL en una tecnología necesaria para el control de la información en bases de datos, ofreciendo a los desarrolladores la capacidad de crear, consultar, actualizar y eliminar (CRUD) datos de forma eficaz, siendo ideal para la creación de aplicaciones para el procesamiento de transacciones en línea y agregación de cantidades considerables de datos (Khan et al., 2023).

1.2.5 Gestor de base de datos PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto, el cual es conocido por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos, lo que lo hace el más adecuado para aplicaciones web y empresariales que, gracias a sus 35 años de desarrollo activo hasta la redacción de este documento, se ha caracterizado por ser una opción confiable y robusta en funcionalidad y rendimiento, que cuenta con una arquitectura cliente-servidor, soporte para una gran variedad de tipo de datos dependiendo del tipo de solución que se desarrolle y que desde el año 2001 cumple con el estándar de atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad (ACID) para la ejecución de transacciones seguras (PostgreSQL, 2024).

1.2.6 Herramienta SOAP UI

La herramienta SoapUI es un instrumento que permite probar servicios web WSDL / SOAP, proporciona una función para importar fácilmente archivos WSDL mediante los cuales genera la estructura para realizar solicitudes de prueba y la simulación de servicios, además, cuenta con soporte para estándares como WS-Addressing o WS-Security, esto mediante una interfaz gráfica con un manejo intuitivo con la opción de generar código en base a tecnologías populares de servicios web, con la capacidad de realizar pruebas tanto desde la interfaz gráfica como por la ejecución de comandos, contando también con funciones para la realización de pruebas de carga, pruebas funcionales y MockServices, de esta manera SoapUI es una herramienta que provee los servicios necesarios para validar la calidad y la coexistencia entre servicios web (SoapUI, 2024).

1.2.7 Herramienta Postman

Postman es un software de API que facilita cada etapa del proceso de definición, desarrollo y mantenimiento de APIs de alta calidad, ofreciendo una herramienta para crear un repositorio en el que se puede almacenar, catalogar y contribuir en torno a los componentes de la API, además de proporcionar herramientas con las que se puede establecer el diseño, pruebas, documentación y la simulación, a su vez, al igual que SOAP UI, cuenta con la función

de generar el código para consumir la API en diferentes lenguajes de programación que permiten esta comunicación entre sistemas, todo esto mediante la implementación de una interfaz intuitiva para los usuarios y tecnologías de código abierto (Postman, 2024).

1.3 Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software: Enfoque en SCRUM

1.3.1 Principios Ágiles y su Aplicación en SCRUM

Según (Fuentes & Pérez, 2022) los principios ágiles son la base principal de Scrum, en la que los equipos aplican una inspección práctica de procesos, adaptándose durante todo el proceso aprovechando el conocimiento de cada integrante con la finalidad de responder de manera eficiente a los cambios que se presenten, esto mediante una organización autónoma por parte del equipo, fomentando de tal manera una responsabilidad propia que permite decidir cómo administrar los medios que se usarán para el cumplimiento de tareas, que en conjunto con la colaboración de todos los integrantes, reuniones diarias y priorización de actividades basado en el valor, se garantiza el desarrollo de las actividades de mayor importancia para el cliente, haciendo de esta manera a Scrum una metodología ágil que cuenta con los siguientes principios ágiles:

- Control práctico de procesos
- Colaboración
- Autogestión
- Priorización de actividades en base al valor
- Desarrollo iterativo

La aplicación de los principios ágiles en Scrum permite obtener un desarrollo efectivo de los proyectos, esto mediante un marco de trabajo bajo la implementación de iteraciones bien definidas y reuniones para validar y mejorar constantemente el desempeño de los equipos de trabajo, esto se logra gracias a los pilares esenciales de Scrum que son la inspección, transparencia y adaptabilidad (Flores et al., 2021).

1.3.2 Roles

Scrum Master

El Scrum Master según (Spiegler et al., 2021), ejerce un rol elemental en el equipo Scrum, es el responsable de garantizar el eficiente rendimiento del equipo de trabajo implementando de forma correcta los principios y prácticas de Scrum, siendo su principal objetivo fomentar la adopción y mejora en las actividades que realizan las partes interesadas, esto mediante la realización de las siguientes funciones:

- Guía al equipo en generar resultados que cumplan con los requerimientos establecidos.
- Elimina obstáculos que podrían perjudicar la evolución del proyecto.
- Da seguimiento a la realización de actividades dentro del tiempo definido.
- Mantiene una comunicación constante con el Product Owner para definir objetivos.
- Facilita la colaboración entre todas las partes interesadas.

Product Owner

Para (Verwijns & Russo, 2021) el Product Owner es un rol fundamental dentro de Scrum, su papel consiste en establecer una visión clara del producto y definir sus características de forma clara para que el equipo de desarrollo pueda realizarlas de la mejor manera, entre las principales funciones que desempeña están:

- Comunicar de manera clara el objetivo del producto.
- Debe asegurar que se mantenga la transparencia y buen entendimiento.
- Identifica el valor de las tareas.
- Enlace entre los interesados del negocio, los miembros de Scrum y usuarios finales.

Equipo de Desarrollo

Según (Spiegler et al., 2019) en Scrum, el equipo de desarrollo es un grupo de personas calificadas que cooperan entre si con la finalidad de generar valor en cada etapa del proyecto, esto se logra gracias a que cada integrante del equipo es seleccionado y asignado según sus habilidades para el desarrollo de actividades en específico, que en conjunto tienen como objetivo principal el cumplimiento de las metas definidas en cada intervalo de tiempo, para lo cual, desempeñan las siguientes funciones:

- Realiza estimaciones reales de las actividades.
- Define los impedimentos que se presentan durante el desarrollo.
- Colaboración y comunicación entre los integrantes de Scrum.
- Transformar los requisitos del proyecto en un producto útil.
- Definir una organización autónoma para el desarrollo de actividades.

1.3.3 Artefactos

Product Backlog

El Product Backlog es un artefacto muy importante en el desarrollo ágil de proyectos, esta herramienta consiste en el desarrollo de una lista en la que se detallan todos los requisitos necesarios para establecer y aumentar valor del producto, los cuales son documentados como historias de usuario bajo la asignación de una prioridad, la cual es administrada por el Product Owner que tiene como objetivos definir una comprensión común de los requisitos especificados, para lo cual, es importante el uso de herramientas de software que permita generar y mantener la comunicación del equipo, de tal manera que se pueda obtener una colaboración grupal con la finalidad de evitar la implementación de requisitos menos importantes en lugar de dar importancia a los más críticos, esto en ocasiones puede requerir un alto esfuerzo por la confusión o dificultad de los requisitos, que puede ser producto de la poca disponibilidad de las partes interesadas (Model & Herzwurm, 2022).

Sprint Backlog

El Sprint Backlog es un listado de componentes que el equipo Scrum es responsable de cumplir durante el sprint en ejecución, especificando cómo será el proceso de implementación y el esfuerzo requerido para cada actividad, estos componentes que por lo general son historias de usuario, son propiedades de interés que agregan valor al producto para los usuarios, este listado es definido por el Product Owner y el equipo de desarrollo durante la reunión de planificación del sprint, seleccionando elementos del Product Backlog y dando prioridad según las necesidades del cliente, esto permite al equipo trabajar en el desarrollo del producto y cumplir con los requisitos definidos por el cliente, separándolas en actividades con estimaciones de horas por tarea al día (Sealights, 2024).

El responsable de gestionar este artefacto es el equipo de desarrollo que tiene la obligación de comunicarse con el Product Owner si se presentan dificultades para cumplir con una tarea, además, es importante que el Sprint Backlog cuente con las historias de usuario necesarias para el sprint, siendo el Scrum Master y el Product Owner los responsables de separar cada componente en tareas concretas y dar preferencia según las necesidades del cliente, también es importante aclarar que el equipo de trabajo puede agregar elementos al backlog, pero solo el Product Owner puede eliminar componentes en la reunión de planificación (Sealights, 2024).

Incremento del Producto

El incremento del producto, es considerado el entregable del sprint, que es el resultado del progreso de funciones del producto que se presenta al cliente para su validación durante el desarrollo del proyecto, este resultado se genera durante los sprints, que son períodos de trabajo de una a cuatro semanas, en el que cada equipo de trabajo es responsable del cumplimiento de sus actividades compartiendo una responsabilidad grupal para el resultado total, de tal manera que el incremento del producto no solo depende del resultado de un sprint individual, sino también el avance generado por varios sprints, lo que facilita una mayor flexibilidad y adecuación en el desarrollo (Žužek et al., 2020).

1.3.4 Eventos

Planificación de Sprint

La planificación del sprint es una actividad esencial en el desarrollo de un proyecto mediante el uso de la metodología Scrum, en la cual, el equipo de trabajo colabora en conjunto para establecer las actividades que se van a realizar, siendo el objetivo de esta reunión decidir el valor que se puede dar a cada elemento seleccionado del Product Backlog, adicionalmente, se planifican las tareas requeridas para lograr el objetivo del sprint, garantizando que el Incremento del Producto cumpla con las expectativas del cliente, para esto la planificación del sprint debe cumplir con el objetivo de definir un entendimiento grupal sobre el valor del sprint, estableciendo de forma clara el qué se puede lograr y cómo se lo realizará (Muthucumaru, 2021).

Reuniones Diarias

Establece que las reuniones diarias de Scrum o también llamadas "Daily Stand-Up", tienen un gran impacto en la metodología, consiste en reuniones rápidas de aproximadamente 15 minutos que se realizan a diario durante el desarrollo del sprint, esto con el objetivo de promover la comunicación entre los integrantes del equipo mediante la formulación de tres preguntas clave: ¿Qué se completó desde la última reunión?, ¿Qué está planificado hacer hasta la próxima? y ¿Existen impedimentos que puedan dificultar el desarrollo de las actividades?, según las respuestas de los integrantes se puede evaluar el avance del trabajo y comprobar que el equipo esté enfocado en el alcance de los objetivos planteados en el sprint, que de ser necesario, se pueden realizar ajustes en el plan de trabajo, y de presentarse la alguna dificultad o desacuerdo, se implica solo a las partes relacionadas fuera de la reunión diaria (Angara et al., 2020).

Revisión de Sprint

La revisión del sprint en Scrum es una reunión fundamental en la que el equipo Scrum, en la que se presenta el resultado del trabajo con el objetivo de conseguir una validación y

retroalimentación por parte de los involucrados en el desarrollo del proyecto, por medio de este encuentro, se revisa el progreso obtenido en el sprint y se analizan los posibles cambios que se deben realizar en el entorno, lo que permite establecer los siguientes pasos y probables ajustes que se debe realizar en el Product Backlog, esto con el objetivo de identificar áreas a mejorar en futuras iteraciones (Sassa et al., 2023).

Retrospectiva de Sprint

La retrospectiva del sprint, es una reunión clave que se realiza al finalizar cada sprint, en la que el equipo Scrum contempla y reflexiona sobre los resultados obtenidos el sprint que se acaba de realizar, en esta reunión se analiza el desempeño del equipo y se debate sobre los aspectos positivos como los factores que se pueden mejorar para el desarrollo de los próximos sprints, esto con la finalidad de fomentar el aprendizaje continuo y la mejora de los actividades que se realizan dentro del equipo, para lo cual, al finalizar cada reunión de retrospectiva, se debe haber identificado las mejoras que se van a poner en práctica en el próximo sprint, lo que permitirá lograr una mejora en el rendimiento de desarrollo por parte del equipo para facilitar el cumplimiento de los objetivos en cada sprint (Przybyłek et al., 2022).

1.3.5 Herramientas de Gestión de Proyectos

JIRA

Jira es una herramienta óptima en la de gestión de trabajo que se utiliza con frecuencia en proyectos de desarrollo de software y otros campos profesionales, su utilidad va desde la planificación inicial hasta el desarrollo y seguimiento de proyectos, además, incorpora funciones para la administración de requisitos y casos de prueba, siendo una herramienta orientada al desarrollo en entornos ágiles, también es implementada en diferentes metodologías de desarrollo por la flexibilidad que ofrece, siendo un instrumento que permite a los desarrolladores, colaborar en equipo para el manejo de recursos como historias de usuario y la definición de actividades bajo un requerimiento, sumado a eso, permite personalizar el ambiente según las necesidades del equipo de trabajo (Jira Software, 2024).

Trello

Trello es una tecnología en línea que ofrece funciones para la gestión de proyectos y flujos de manera colaborativa en equipos de trabajo, permitiendo la creación de tableros, listas y tarjetas para exponer las etapas y ciclos del proyecto, lo que facilita la coordinación y estructuración de responsabilidades entre los integrantes del equipo, esto mediante su perspectiva de ofrecer una interfaz visual sencilla para organizar la información de una forma funcional, que permite a los miembros del equipo dar seguimiento a las actividades asignadas y mantenerse al día con el progreso del proyecto de una manera simple (Trello, 2024).

Asana

La herramienta Asana es un recurso en línea desarrollado para la gestión de proyectos y el proceso de trabajo en equipo, esto mediante la conexión de todo el equipo de trabajo, facilitando la interacción, proyección y organización con la finalidad de obtener con éxito los objetivos planteados en el proyecto, que al contar con una interfaz amigable e intuitiva para los usuarios, se facilita el uso de sus herramientas para la administración unificada de tareas y actividades, la creación de equipos de trabajo para la definición de una estrategia colaborativa, elaboración de recordatorios y tareas repetitivas, y la capacidad de sincronizar la realización de actividades con Google Calendar (Asana, 2024).

1.3.6 Métricas de Desempeño en Metodologías Ágiles

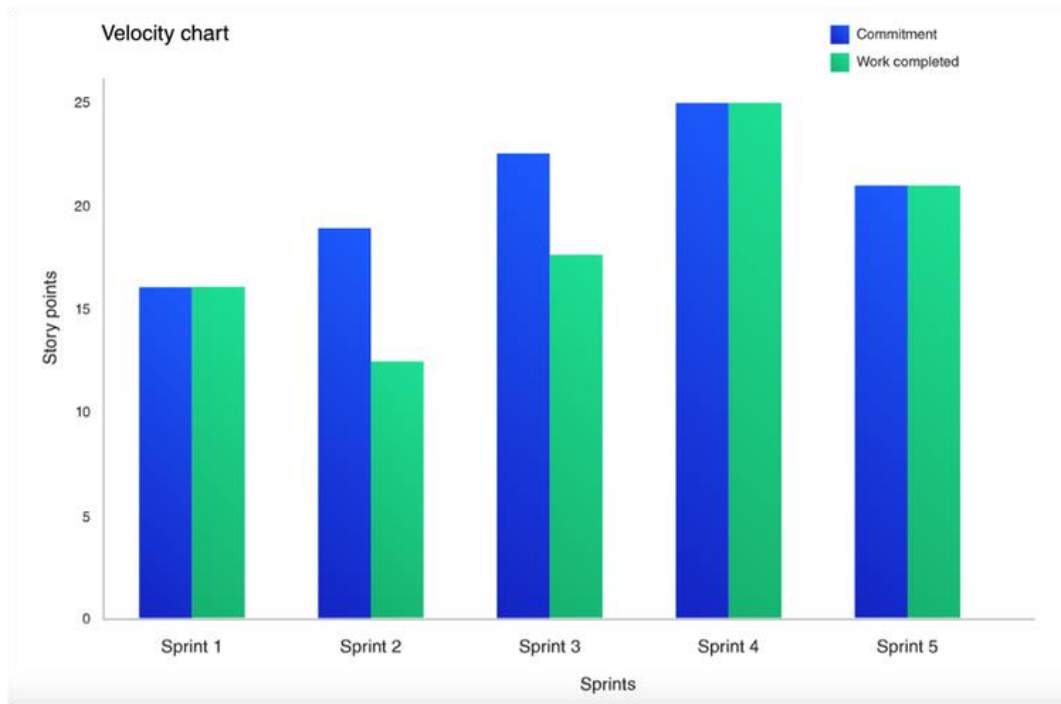
Velocity Chart

Un Velocity Chart o también llamado “Gráfico de Velocidad”, es una herramienta que permite evaluar la habilidad de trabajo de un equipo en la ejecución de un sprint, los datos que se utilizan para la representación de este gráfico es en base a la valoración del trabajo en términos de puntos de historia, que simbolizan la dificultad y el empeño necesario para la realización de una tarea sin tomar en cuenta el tiempo, esto permite realizar una supervisión del avance a lo largo de los sprints registrando el valor de los puntos de historia, de tal manera que se suministra una métrica que muestra la velocidad promedio del equipo y su habilidad

para cumplir con las actividades asignadas, que al final de cada sprint, todos los puntos de historia realizados son sumados, generando un gráfico que facilita la estimación y asignación de la carga de trabajo a cada equipo (Milhazes, 2023).

Figura 9

Ejemplo de gráfico de velocidad



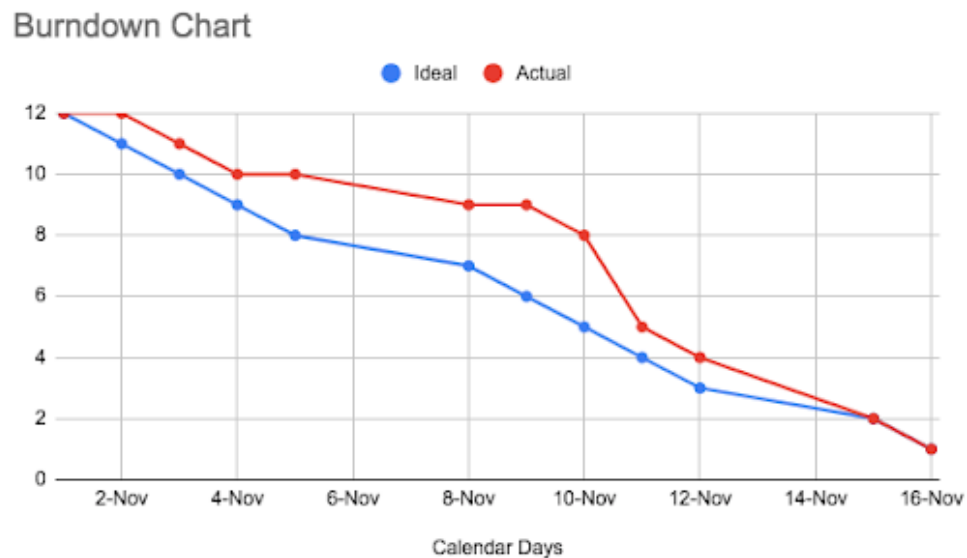
Nota. (Adobe Communications Team, 2022).

Burn-down Chart

Un Gráfico de Quemado o también definido como "Burn-Down Chart", es una herramienta visual utilizada en metodologías ágiles como Scrum, que representa las actividades que faltan realizar en función del tiempo, representando al trabajo pendiente en el eje vertical y el tiempo transcurrido en el eje horizontal, de tal manera, que su principal uso consiste en proporcionar una visión clara del avance del proyecto y facilitar el desarrollo de un pronóstico sobre cuándo se finalizará una actividad, así, se puede estimar de una manera más precisa la fecha en que se culminará el proyecto, y que a medida que avanza el desarrollo de la propuesta y se completan las actividades, la línea del gráfico desciende, mostrando el progreso que va obteniendo el equipo (Lai et al., 2022).

Figura 10

Ejemplo de gráfico de quemado



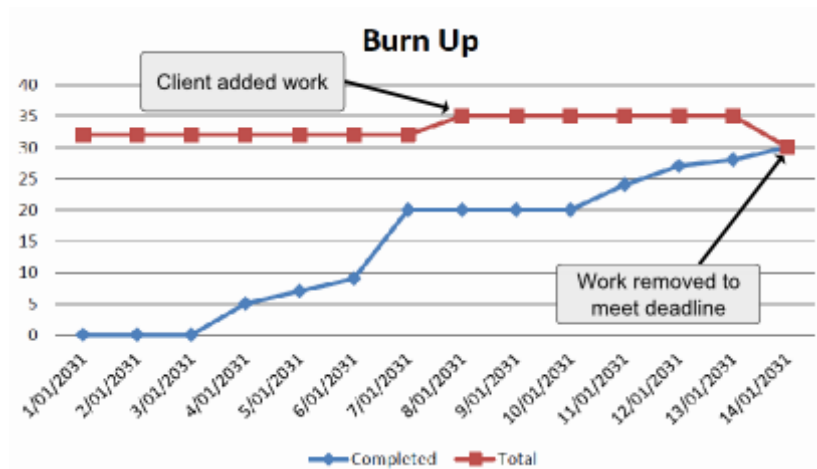
Nota. (Bottorff et al., 2023).

Burn-up Chart

Un Burn-Up Chart o “Gráfico de Consumo”, es un artefacto de administración de proyectos que grafica el avance hacia la finalización de un proyecto, esto mediante la presentación de dos líneas en el eje vertical que representan el trabajo finalizado y las actividades pendientes, y en el eje horizontal se ilustra la línea de tiempo del proyecto, de esta manera Burn-Up Chart al igual que Burn-Down Chart permite predecir la fecha de finalización de la propuesta, con la diferencia de que en esta representación, a medida que el proyecto va avanzando, la línea del gráfico va aumentando representando el cumplimiento del trabajo realizado (Alfieri, 2022).

Figura 11

Ejemplo de gráfico de consumo



Nota. (Clarios Technology, 2024).

Lead Time

El Lead Time o también conocido como “Tiempo de Espera”, es el lapso de tiempo pasado entre el inicio de una solicitud en el desarrollo del proyecto y la fecha deseada por el cliente para recibir el resultado, este tiempo se calcula sumando los días necesarios para adquirir los recursos necesarios, elaborar la solución al requerimiento y la entrega al cliente, el cual puede ser de diferente tipo ajustado a diferentes actividades de logística o de fabricación, que al reducir el valor de esta métrica se logra mejorar el rendimiento de los equipos de trabajo, ya que con tiempos más cortos se pueden administrar los recursos de una mejor manera mejorando la producción y los procesos de fabricación (Hassanein & Hassanien, 2020).

1.4 Característica de fiabilidad de la norma ISO/IEC 25010

La norma (ISO/IEC 25010, 2023) define un estándar internacional que especifica un marco contextual orientado a la evaluación de la calidad de productos de tecnología de la información y la comunicación (TIC) y productos de software, el cual está conformado por nueve características principales que, a su vez, se dividen en subcaracterísticas que están relacionadas con las diferentes características de calidad de dichos elementos.

Figura 12

Características de la norma ISO/IEC 25010:2023

| CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|--|---------------------|------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------|
| ADECUACIÓN FUNCIONAL | EFICIENCIA DE DESEMPEÑO | COMPATIBILIDAD | CAPACIDAD DE INTERACCIÓN | FIABILIDAD | SEGURIDAD | MANTENIBILIDAD | FLEXIBILIDAD | PROTECCIÓN |
| COMPLETITUD FUNCIONAL | COMPORTAMIENTO TEMPORAL | COEXISTENCIA | RECONOCIBILIDAD DE ADECUACIÓN | AUSENCIA DE FALLOS | CONFIDENCIALIDAD | MODULARIDAD | ADAPTABILIDAD | RESTRICCIÓN OPERATIVA |
| CORRECCIÓN FUNCIONAL | UTILIZACIÓN DE RECURSOS | INTEROPERABILIDAD | APRENDIZABILIDAD | DISPONIBILIDAD | INTEGRIDAD | REUSABILIDAD | ESCALABILIDAD | IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS |
| PERTINENCIA FUNCIONAL | CAPACIDAD | | OPERABILIDAD | TOLERANCIA A FALLOS | NO-REPUDIO | ANALIZABILIDAD | INSTALABILIDAD | PROTECCIÓN ANTE FALLOS |
| | | | PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES DE USUARIO | RECUPERABILIDAD | RESPONSABILIDAD | CAPACIDAD DE SER MODIFICADO | REEMPLAZABILIDAD | ADVERTENCIA DE PELIGRO |
| | | | INVOLUCRACIÓN DEL USUARIO | | AUTENTICIDAD | CAPACIDAD DE SER PROBADO | | INTEGRACIÓN SEGURA |
| | | | INCLUSIVIDAD | | RESISTENCIA | | | |
| | | | ASISTENCIA AL USUARIO | | | | | |
| | | | AUTO-DESCRIPTIVIDAD | | | | | |

Nota. (ISO/IEC 25010, 2023).

La característica de fiabilidad según lo establecido en la norma ISO/IEC 25010, es un atributo de calidad que muestra la capacidad de un sistema o componente para realizar las funciones asignadas de manera estable y sin fallos, esto bajo condiciones específicas sin que se presenten errores o interrupciones (ISO/IEC 25010, 2023).

1.4.1 Subcaracterística de tolerancia a fallos

La subcaracterística de tolerancia a fallos es una cualidad que hace referencia a la capacidad de un componente para mantener la ejecución esperada ante la presencia de fallos de hardware o software, presentando de esta manera, un entorno de alta resistencia que puede seguir funcionando de forma adecuada a pesar de la presencia de fallos, lo que permite reducir el impacto negativo del mal funcionamiento del servicio (ISO/IEC 25010, 2023).

1.4.2 Subcaracterística de capacidad de recuperación

La subcaracterística de capacidad de recuperación hace referencia a la habilidad que tiene el software para recuperar el estado deseado del sistema ante la presencia de un fallo, de tal forma que se reduce el efecto negativo del incidente en el funcionamiento del sistema, llevando a cabo la evaluación de este aspecto bajo la ejecución de situaciones específicas (ISO/IEC 25010, 2023).

CAPÍTULO 2

Desarrollo del proyecto

2.1 Planificación inicial

2.1.1 Historias de usuario

Las historias de usuario son un artefacto primordial de Scrum, su objetivo es brindar claridad al equipo y establecen la meta que se desea obtener con el desarrollo del producto, esto mediante la redacción de descripciones cortas en lenguaje natural enfocadas en las necesidades del usuario final, para lo cual, el usuario detalla la funcionalidad del producto especificando que es lo que se quiere lograr, esto por medio de la definición de un nombre, una descripción y posibles condiciones adicionales (Periyasamy & Chianelli, 2021).

Tabla 1

Historia de usuario 01 – Creación de la empresa

| Historia de Usuario | |
|---|-------------------------|
| ID: HU-01 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: Creación de la empresa | |
| Descripción: Como un cliente, necesito crear la empresa en el servicio, con la finalidad de actualizar los datos requeridos por el servicio y tener acceso a todas las funciones establecidas por las partes interesadas. | |
| Validación: <ul style="list-style-type: none">• En caso de que la empresa no exista se realizará la creación de la misma.• En caso de que la empresa exista el sistema debe responder con un mensaje detallando el error. | |

Nota. Autoría propia.

Tabla 2

Historia de usuario 02 – Verificación de correo electrónico

| Historia de Usuario | |
|---|-------------------------|
| ID: HU-02 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: Verificación de correo electrónico | |
| Descripción: Como un cliente, necesito verificar el funcionamiento del correo electrónico, con la finalidad de tener un medio de comunicación que permita realizar el envío de comprobantes electrónicos a las partes interesadas. | |
| Validación: <ul style="list-style-type: none">• En caso de que las credenciales sean correctas el sistema debe enviar un correo electrónico de prueba.• En caso de que las credenciales sean erróneas el sistema debe responder con un mensaje detallando el error. | |

Nota. Autoría propia.

Tabla 3

Historia de usuario 03 - Verificación de firma electrónica

| Historia de Usuario | |
|--|-------------------------|
| ID: HU-03 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: Verificación de firma electrónica | |
| Descripción: Como un cliente, necesito validar la firma electrónica del representante del negocio, con la finalidad disponer de la función de firmar archivos digitalmente para mantener la integridad de los documentos electrónicos. | |

Validación:

- En caso de que las credenciales sean correctas el sistema debe almacenar las credenciales y fechas de validez en la base de datos.
- En caso de que las credenciales sean erróneas el sistema debe responder con un mensaje detallando el error.

Nota. Autoría propia.

Tabla 4

Historia de usuario 04 - Firma digital de comprobantes electrónicos

Historia de Usuario

ID: HU-04

Usuario: Cliente

Nombre de historia: Firma digital de comprobantes electrónicos

Descripción:

Como un cliente, necesito firmar digitalmente los comprobantes electrónicos, con la finalidad de mantener la integridad de la información y cumplir con los requisitos definidos por el SRI.

Validación:

- En caso de que el XML sea correcto y la firma electrónica este verificada el sistema debe firmar digitalmente el comprobante electrónico emitido en formato XML.
- En caso de que el XML tenga una estructura errónea o la firma electrónica no este verificada el sistema debe guardar el error en la base de datos.

Nota. Autoría propia.

Tabla 5

Historia de usuario 05 - Consumo al servicio web del SRI

| Historia de Usuario | |
|---|-------------------------|
| ID: HU-05 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: Consumo al servicio web del SRI | |
| Descripción: Como un cliente, necesito autorizar comprobantes electrónicos, con la finalidad de cumplir las obligaciones tributarias del negocio mediante el envío y consulta de los comprobantes. | |
| Validación: <ul style="list-style-type: none">• En caso de que el usuario realice la emisión de comprobantes electrónicos cuando el sistema debe autorizar el comprobante electrónico mediante los servicios web del SRI y almacenar el estado del comprobante en la base de datos.• En caso de que la petición al servicio web del SRI falle cuando se envíe o consulte un comprobante electrónico el sistema debe guardar el error en la base de datos. | |

Nota. Autoría propia.

Tabla 6

Historia de usuario 06 - Generación del RIDE

| Historia de Usuario | |
|--|-------------------------|
| ID: HU-06 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: Generación del RIDE | |
| Descripción: Como un cliente, necesito una representación del comprobante en PDF, con la finalidad de proporcionar de forma legible la información de los comprobantes electrónicos para revisión o envío. | |

Validación:

- En caso de que se requiera enviar o visualizar información cuando el comprobante electrónico este autorizado, el sistema debe generar la representación impresa del comprobante electrónico (RIDE).

Nota. Autoría propia.

Tabla 7

Historia de usuario 07 - Envío de documentos electrónicos

Historia de Usuario

ID: HU-07

Usuario: Cliente

Nombre de historia: Envío de documentos electrónicos

Descripción:

Como un cliente, necesito enviar el RIDE y el comprobante electrónico autorizado, con la finalidad de cumplir con el envío de información a los clientes.

Validación:

- En caso de que el comprobante electrónico tenga datos del cliente con correo electrónico cuando se autorice el comprobante electrónico el sistema debe enviar el RIDE al cliente por correo electrónico junto al XML del comprobante firmado.
- En caso de que se presente algún error cuando se realice el envío de los documentos electrónicos el sistema debe guardar el error en la base de datos o en caso de reenvío debe responder con el mensaje de error.

Nota. Autoría propia.

Tabla 8

Historia de usuario 08 - Descarga de comprobantes electrónicos

| Historia de Usuario | |
|--|-------------------------|
| ID: HU-08 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: Descarga de comprobantes electrónicos | |
| Descripción: Como un cliente, necesito descargar comprobantes electrónicos, con la finalidad de facilitar la carga información. | |
| Validación: <ul style="list-style-type: none">• En caso de que un comprobante electrónico recibido este autorizado cuando se registre la compra del negocio el sistema debe consultar el comprobante electrónico mediante el servicio web del SRI.• En caso de que se presente algún error cuando se descargue un comprobante electrónico. el sistema debe responder con un mensaje detallando el error. | |

Nota. Autoría propia.

Tabla 9

Historia de usuario 09 - RIDE y firma digital de proforma

| Historia de Usuario | |
|---|-------------------------|
| ID: HU-09 | Usuario: Cliente |
| Nombre de historia: RIDE y firma digital de proforma | |
| Descripción: Como un cliente, necesito firmar digitalmente los PDF de proformas, con la finalidad de mantener la integridad del documento de la proforma. | |

Validación:

- En caso de que se requiera una estimación de costos de servicios o productos cuando se genere una proforma el sistema debe generar el RIDE de la proforma y firmarlo digitalmente.
- En caso de que se presente algún error cuando se genere y firme digitalmente una proforma el sistema debe guardar el error en la base de datos.

Nota. Autoría propia.

2.2 Creación del Product Backlog

2.2.1 Estimación de esfuerzo

La estimación de esfuerzo T-shirt size en Scrum es un método que se utiliza para valorar el trabajo que se puede necesitar para la realización de una actividad dentro de un sprint, la cual consiste en asignar un tamaño de camiseta siendo S, M o L para representar el nivel de complejidad, esto se realiza comparando el esfuerzo con respecto a otras tareas con una dificultad conocida, lo que es útil para una valoración clara y rápida, lo que permite obtener agilidad desde el principio del proyecto cuando se trabaja con la asignación de dificultad en actividades que no están bien definidas (Mallidi & Sharma, 2021).

Tabla 10

Estimación de esfuerzo

| Valor | Estimación |
|-------|---------------|
| S | 10 - 15 horas |
| M | 15 - 25 horas |
| L | 25 - 40 horas |

Nota. Adaptado de (Martins, 2024).

2.2.2 Prioridad de historias de usuario

La prioridad de historias de usuario en Scrum es asignada mediante votación de las partes interesadas según las historias que se consideren más importantes, esta clasificación las agrupa en prioridad alta, media o baja, en donde las historias con mayor votación se consideran de alta prioridad, a diferencia de las que tienen una menor valoración que se clasifican como de prioridad baja (Chauhan et al., 2021).

Tabla 11

Product Backlog

| ID | Alias | Prioridad | Esfuerzo |
|-------|--|-----------|----------|
| HU-01 | Creación de la empresa | Alta | S |
| HU-02 | Verificación de correo electrónico | Alta | S |
| HU-03 | Verificación de firma electrónica | Alta | S |
| HU-04 | Firma digital de comprobantes electrónicos | Alta | L |
| HU-05 | Consumo al servicio web del SRI | Alta | L |
| HU-06 | Generación del RIDE | Alta | L |
| HU-07 | Envío de documentos electrónicos | Alta | S |
| HU-08 | Descarga de comprobantes electrónicos | Alta | S |
| HU-09 | RIDE y firma digital de proforma | Alta | M |

Nota. Autoría propia.

Tabla 12*Planificación de Sprints*

| ID | Alias | Sprint | Fecha |
|-----------|--|---------------|-------------------------|
| HU-01 | Creación de la empresa | | |
| HU-02 | Verificación de correo electrónico | 0 | 29/04/2024 - 06/05/2024 |
| HU-03 | Verificación de firma electrónica | | |
| HU-04 | Firma digital de comprobantes electrónicos | 1 | 07/05/2024 - 15/05/2024 |
| HU-05 | Consumo al servicio web del SRI | 2 | 16/05/2024 - 23/05/2024 |
| HU-06 | Generación del RIDE | 3 | 24/05/2024 - 01/06/2024 |
| HU-07 | Envío de documentos electrónicos | | |
| HU-08 | Descarga de comprobantes electrónicos | 4 | 02/06/2024 - 09/06/2024 |
| HU-09 | RIDE y firma digital de proforma | | |

Nota. Autoría propia.

2.3 Definición de roles del proyecto**Tabla 13***Equipo Scrum*

| Rol | Miembro | Descripción |
|----------------------|------------------------------|--|
| Product Owner | Sr. Jorge Jaramillo Recalde | Gerente Propietario Procesos Integrados Contables "PICO" |
| Scrum Master | MSc. Pablo Landeta | Director del trabajo de titulación |
| Equipo de Desarrollo | Sr. Jorge Jaramillo Arboleda | Tesista |

Nota. Autoría propia.

2.4 Desarrollo de la API REST

2.4.1 Sprint 0

Tabla 14

Sprint 0

| SPRINT BACKLOG | | | | |
|--|--------------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| Sprint: 0 | | | | |
| Total horas: 20 | | | | |
| Fecha Inicio SP0: 29/04/2024 | | | | |
| Fecha Final SP0: 06/05/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Fase Desarrollo | TAREA | TIEMPO ESTIMADO (Horas) | TIEMPO REAL (Horas) |
| Creación del proyecto | Desarrollo | Creación y configuración del proyecto | 1.5 | 1.5 |
| HU-01 Creación de la empresa | Desarrollo | Definición de tablas en la base de datos para el registro de la información de la empresa | 1.5 | 2 |
| | Análisis | Estudio de base de datos para credenciales de correo electrónico | 0.5 | 0.5 |
| | Análisis | Consulta de herramientas para conexión con correo electrónico | 2 | 2 |
| HU-02 Verificación de correo electrónico | Desarrollo | Configuración de correo electrónico | 0.5 | 0.5 |
| | Desarrollo | Configuración de herramienta y conexión con correo electrónico | 2 | 2 |
| | Desarrollo | Desarrollo de mensaje para validación de credenciales del correo electrónico | 0.5 | 0.5 |
| | Desarrollo | Desarrollo de ruta para validar credenciales | 0.5 | 0.2 |
| HU-03 Verificación de firma electrónica | Análisis | Consulta de estructura de firmas digitales | 2.5 | 3 |
| | Análisis | Estudio de base de datos para credenciales de firma electrónica | 0.5 | 0.5 |
| | Análisis | Consulta de herramientas o funciones para la manipulación de firmas electrónicas | 2 | 3 |

| | | | | |
|--------------|------------|---|-----------|-------------|
| | Desarrollo | Extracción de atributos del certificado digital | 2 | 2 |
| | Desarrollo | Validación de credenciales | 2.1 | 2 |
| | Desarrollo | Actualización de información sobre la firma electrónica en la base de datos | 1 | 0.5 |
| | Desarrollo | Desarrollo de ruta para validar firma electrónica | 0.5 | 0.2 |
| Reuniones | Gestión | Planificación | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Diarias | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Revisión | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Retrospectiva | 0.1 | 0.1 |
| TOTAL | | | 20 | 20.3 |

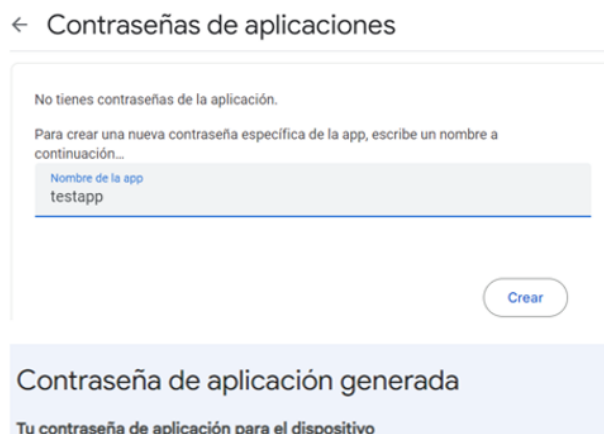
Nota. Autoría propia.

Para el desarrollo del Sprint 0 se ha definido la estructura de la base de datos, en la que se almacena la información necesaria de la empresa que se usa en el proceso de autorización de comprobantes electrónicos, por medio de la actualización de firma electrónica, logos o correo electrónico, de no existir se crea la base de datos para la empresa y se responde con los respectivos mensajes de cada petición.

Para la verificación de correo electrónico se ha realizado la configuración de correo electrónico en Gmail, activando la verificación en dos pasos para poder acceder a la configuración de contraseñas que permite la conexión para el envío de correos electrónicos mediante aplicaciones externas.

Figura 13

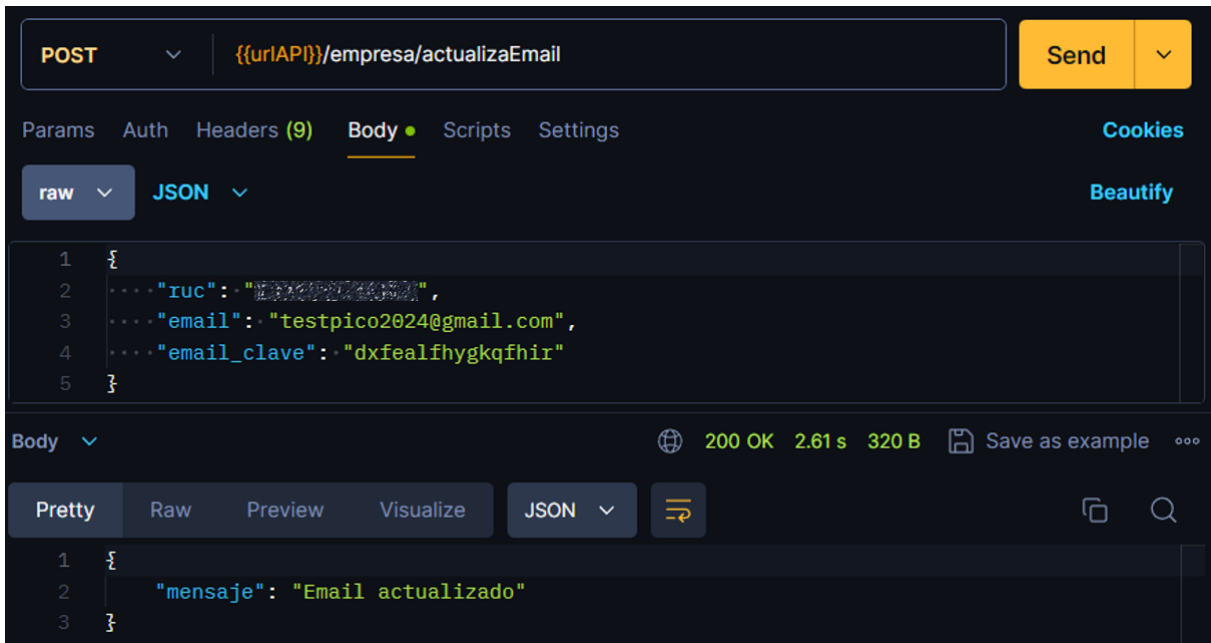
Configuración correo de prueba



Nota. Autoría propia.

Figura 14

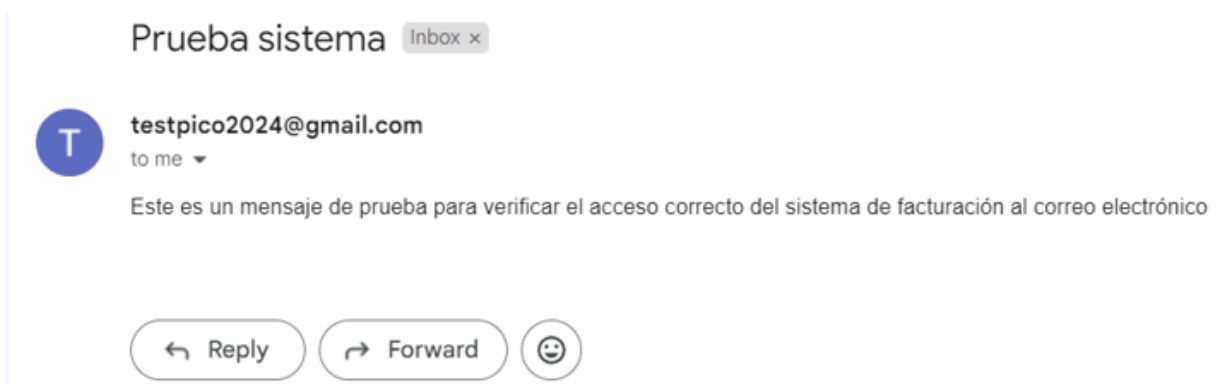
Verificación de credenciales correo electrónico



Nota. Autoría propia.

Figura 15

Mensaje de verificación de correo electrónico

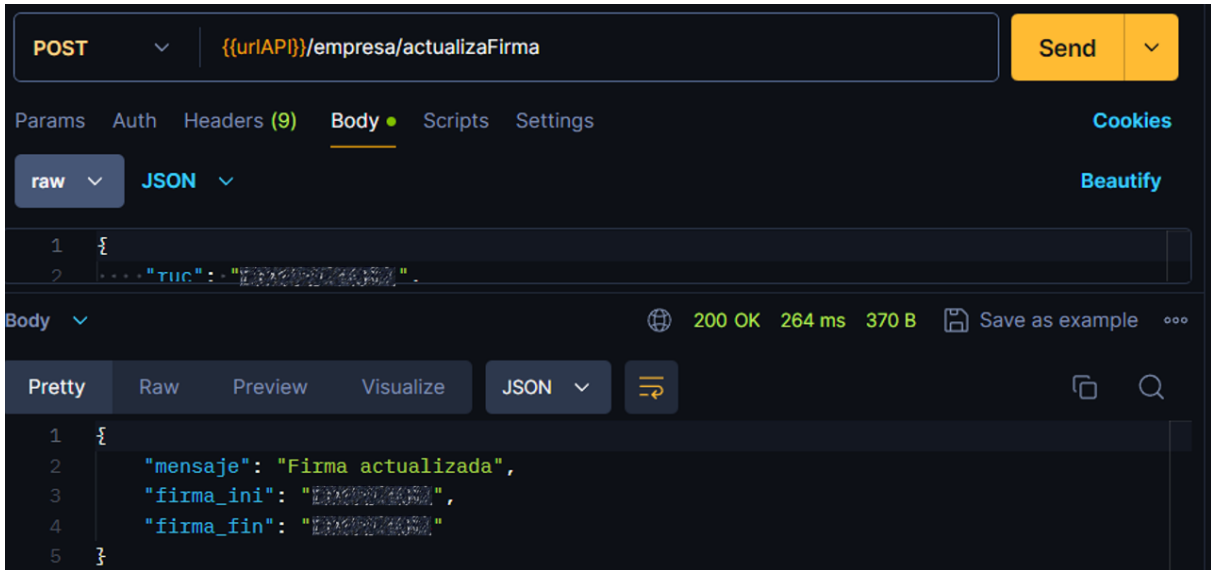


Nota. Autoría propia.

Para la verificación de las credenciales de la firma electrónica, se desarrolló la ruta que recibe como parámetro el RUC y la clave de la firma, con estos datos se consulta el archivo almacenado en la base de datos y se verifica la validez de la clave, de ser correcta se actualizan las fechas de emisión y caducidad de la firma electrónica.

Figura 16

Verificación de credenciales firma electrónica



Nota. Autoría propia.

Tabla 15

Reunión de retrospectiva Sprint 0

| Reunión de retrospectiva | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Sprint: 0 | | | | |
| Fecha: 06/05/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Aspectos positivos | Aspectos negativos | Lecciones aprendidas | Acciones propuestas |
| HU-01 Creación de la empresa | Conocimiento sobre información necesaria de la empresa | N/A | Tipos de datos en el gestor de base de datos | Análisis para la optimización en el almacenamiento de datos |
| HU-02 Verificación de correo electrónico | Comunicación con clientes del negocio | Tiempo de ejecución dependiente de la conexión a internet | Es importante la comunicación de información por medio de canales electrónicos | Mejorar el formato del mensaje de verificación |
| HU-03 Verificación de firma electrónica | Acceso al certificado digital y atributos de la firma electrónica | Dependencia de tecnologías de terceros | Importancia de la validación de credenciales | Establecer un procedimiento para reducir el tiempo de verificación. |

Nota. Autoría propia.

2.4.2 Sprint 1

Tabla 16

Sprint 1

| SPRINT BACKLOG | | | | |
|--|-----------------|--|-------------------------|---------------------|
| Sprint: 1 | | | | |
| Total horas: 20 | | | | |
| Fecha Inicio SP1: 07/05/2024 | | | | |
| Fecha Final SP1: 15/05/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Fase Desarrollo | TAREA | TIEMPO ESTIMADO (Horas) | TIEMPO REAL (Horas) |
| HU-03 Firma digital de comprobantes electrónicos | Análisis | Investigación sobre estándar de firma digital para facturación electrónica | 1.5 | 2 |
| | Análisis | Consulta de documentación para el uso de certificados digitales | 1.5 | 2 |
| | Desarrollo | Validaciones en XML | 1 | 1 |
| | Desarrollo | Captura del certificado digital del archivo ".p12" | 3 | 3 |
| | Desarrollo | Generación del atributo de las propiedades de firmado | 3 | 4 |
| | Desarrollo | Generación del atributo con información del certificado | 3 | 4 |
| | Desarrollo | Generación del atributo con información de la firma | 3 | 3 |
| | Desarrollo | Generación de firma digital bajo XAdES-BES | 2 | 1 |
| | Análisis | Comparación de resultados con ejemplos | 1 | 1 |
| Reuniones | Gestión | Planificación | 0.2 | 0.2 |
| | Gestión | Diarias | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Revisión | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Retrospectiva | 0.1 | 0.1 |
| TOTAL | | | 20 | 21.5 |

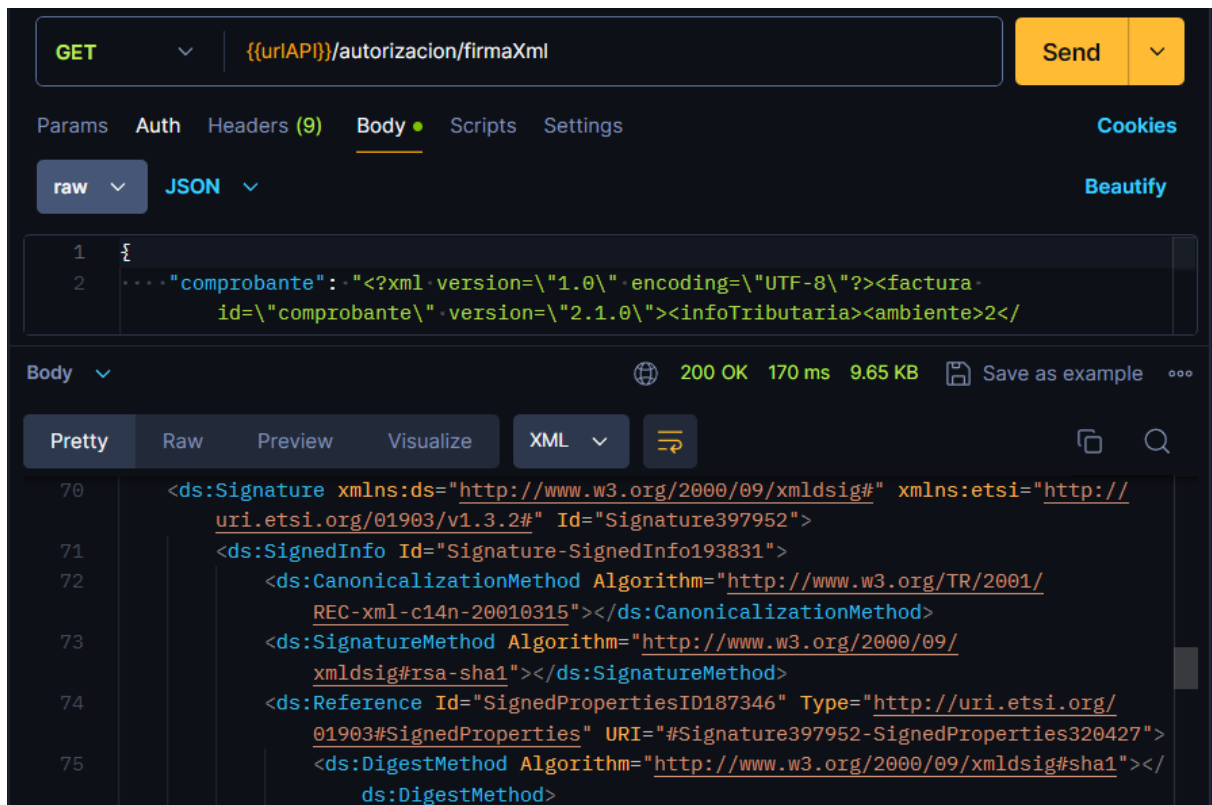
Nota. Autoría propia.

Para el desarrollo del Sprint 1 se inició con la investigación sobre el estándar de firma digital XAdES-BES, en el que se establece la estructura del XML agregando los nodos SignedInfo con el valor de la firma, KeyInfo con información sobre el certificado digital y SignedProperties con información de la firma generada ese momento.

El método de firma digital se orienta principalmente al proceso de autorización de comprobantes electrónicos, además, se ha definido la ruta para la firma digital con la finalidad de que el cliente pueda generar la firma de cualquier comprobante.

Figura 17

Firma digital de XML

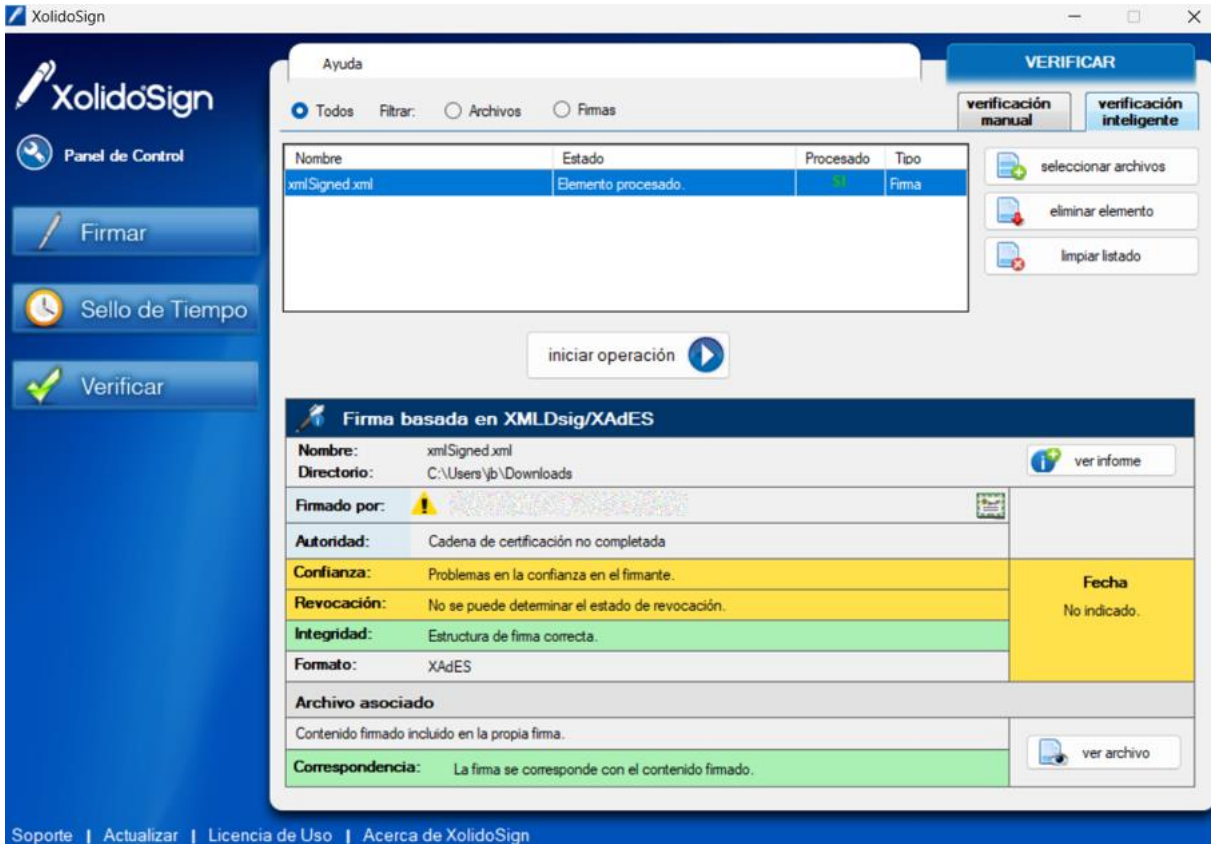


Nota. Autoría propia.

Para la validación de la firma digital se usó el software XolidoSign que permite comprobar la integridad de la firma y visualizar los atributos almacenados en el certificado del firmante.

Figura 18

Verificación de firma digital



Nota. Autoría propia.

Tabla 17

Reunión de retrospectiva Sprint 1

| Reunión de retrospectiva | | | | |
|--|---|---|------------------------------------|---------------------|
| Sprint: 1 | | | | |
| Fecha: 15/05/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Aspectos positivos | Aspectos negativos | Lecciones aprendidas | Acciones propuestas |
| HU-03 Firma digital de comprobantes electrónicos | Integridad de la información en el XML de los comprobantes electrónicos | Aumento en el tamaño del documento, aunque tenga poca información | Comprensión del estándar XAdES-BES | N/A |

Nota. Autoría propia.

2.4.3 Sprint 2

Tabla 18

Sprint 2

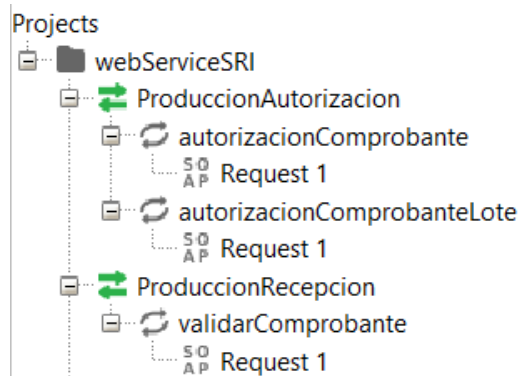
| SPRINT BACKLOG | | | | |
|--|------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|
| Sprint: 2 | | | | |
| Total horas: 20 | | | | |
| Fecha Inicio SP2: 16/05/2024 | | | | |
| Fecha Final SP2: 23/05/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Fase Desarrollo | TAREA | TIEMPO ESTIMADO (Horas) | TIEMPO REAL (Horas) |
| HU-04 Consumo al servicio web del SRI | Análisis | Estudio de los ambientes del servicio web publicado por el SRI | 4 | 5 |
| | Desarrollo | Generación de estructura de XML para el consumo del servicio bajo herramienta SOAP UI | 1 | 1 |
| | Desarrollo | Función para el consumo del servicio web de recepción de comprobantes | 4 | 4 |
| | Desarrollo | Función para el consumo del servicio web de autorización de comprobantes | 4 | 3 |
| | Desarrollo | Control y almacenamiento de errores | 2 | 2 |
| | Desarrollo | Punto para consulta de estado de comprobantes electrónicos | 1 | 1 |
| | Desarrollo | Autorización automática de comprobantes pendientes | 1 | 1 |
| | Desarrollo | Pruebas en ambientes de pruebas y producción | 2.6 | 3 |
| Reuniones | Gestión | Planificación | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Diarias | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Revisión | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Retrospectiva | 0.1 | 0.1 |
| TOTAL | | | 20 | 20.4 |

Nota. Autoría propia.

Para el desarrollo del Sprint 2 se inició con el uso del software SoapUI que permite realizar el consumo de servicios web WSDL, que en este caso se ha creado el proyecto con las rutas del servicio web del SRI para la recepción y autorización de comprobantes electrónicos.

Figura 19

Proyecto en SoapUI



Nota. Autoría propia.

Una vez creado el proyecto, la herramienta permite observar la estructura del XML que en el caso de la recepción del comprobante es necesario adjuntar el documento firmado en formato Base64, y para la autorización del comprobante se realiza la petición con la clave de acceso para obtener el estado del documento electrónico.

Figura 20

Estructura de XML para consumo del servicio web del SRI

The first screenshot shows the raw XML for the 'RecepcionComprobantesOffline' endpoint. The XML structure is as follows:

```
<soapenv:Envelope xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/" xmlns:ec="http://ec.gob.ec">
  <soapenv:Header/>
  <soapenv:Body>
    <ec:validarComprobante>
      <!--Optional:-->
      <xml>Base64</xml>
    </ec:validarComprobante>
  </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

The second screenshot shows the raw XML for the 'AutorizacionComprobantesOffline' endpoint. The XML structure is as follows:

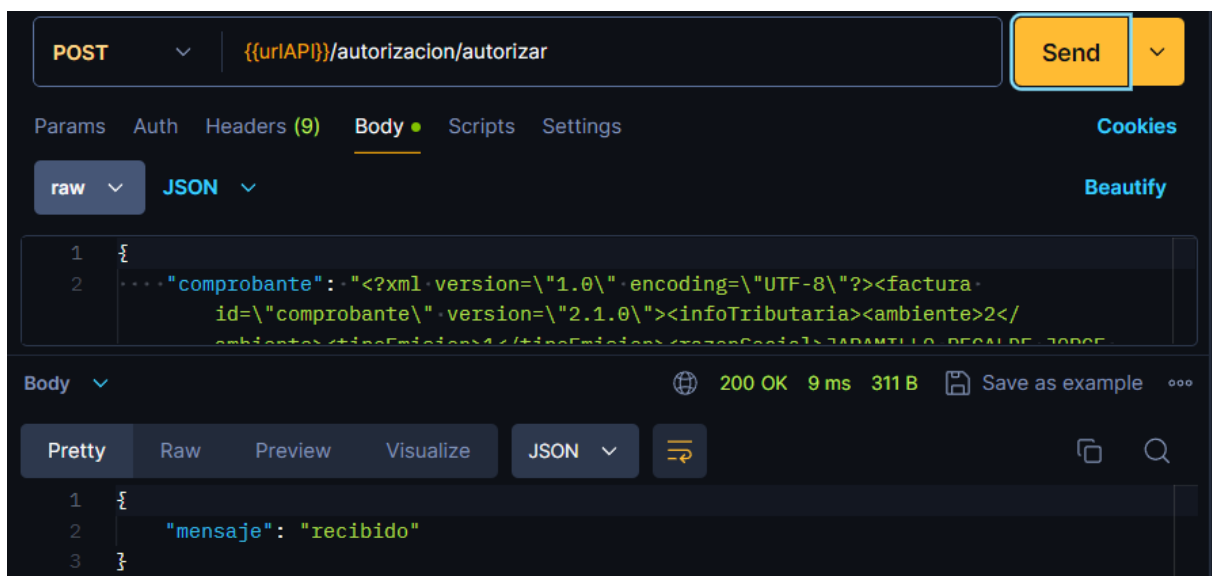
```
<soapenv:Envelope xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/" xmlns:ec="http://ec.gob.ec">
  <soapenv:Header/>
  <soapenv:Body>
    <ec:autorizacionComprobante>
      <!--Optional:-->
      <claveAccesoComprobante>?</claveAccesoComprobante>
    </ec:autorizacionComprobante>
  </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Nota. Autoría propia.

Las funciones para el consumo del servicio web se ejecutan dentro del proceso de autorización de comprobantes en el que se realiza la petición al servicio de recepción de comprobantes y después de tres segundos se realiza la consulta del estado del comprobante, por este motivo es que la ruta responde con un objeto JSON especificando el mensaje de recibido y se ejecuta en segundo plano para no interferir con la autorización de comprobantes emitidos posteriormente, al finalizar el estado del comprobante es actualizado en la base de datos.

Figura 21

Autorización de comprobantes electrónicos



Nota. Autoría propia.

Para igualar la información con el sistema cliente se desarrolló la ruta para la consulta del estado de los comprobantes por medio de las claves de acceso. Además, los comprobantes electrónicos pueden mantener el estado de “PENDIENTE”, esto por pérdida de datos en las peticiones de validación o autorización que se realizan al servicio web del SRI o por mantenimiento del mismo. Por este motivo, se ha hecho uso de la herramienta node-cron que permite automatizar la ejecución de una tarea en un determinado tiempo.

Tabla 19

Reunión de retrospectiva Sprint 2

| Reunión de retrospectiva | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|---------------------|
| Sprint: 2 | | | | |
| Fecha: 23/05/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Aspectos positivos | Aspectos negativos | Lecciones aprendidas | Acciones propuestas |
| HU-04 Consumo al servicio web del SRI | Envío de comprobantes electrónicos al momento de emisión | de Tiempo de ejecución al depende su conexión internet | de Conocimiento en el uso de tecnologías para la comunicación entre aplicaciones | N/A |

Nota. Autoría propia.

2.4.4 Sprint 3

Tabla 20

Sprint 3

| SPRINT BACKLOG | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|---------------------|
| Sprint: 3 | | | | |
| Total horas: 25 | | | | |
| Fecha Inicio SP3: 24/05/2024 | | | | |
| Fecha Final SP3: 01/06/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Fase Desarrollo | TAREA | TIEMPO ESTIMADO (Horas) | TIEMPO REAL (Horas) |
| HU-05 Generación del RIDE | Análisis | Investigación de herramientas para la creación de documentos PDF | 1.8 | 2 |
| | Análisis | Consulta de formato del RIDE definido en la ficha técnica del SRI | 1.8 | 2 |
| | Desarrollo | Creación de la cabecera del RIDE | 3 | 4 |
| | Desarrollo | Creación del RIDE de factura | 3 | 4 |
| | Desarrollo | Creación del RIDE de comprobante de retención | 3 | 3.5 |
| | Desarrollo | Creación del RIDE de nota de crédito | 3 | 3.5 |
| Desarrollo | Creación del RIDE de nota de débito | 3 | 3 | |

| | | | | |
|--------------|------------|--|-----------|-------------|
| | Desarrollo | Creación del RIDE de guía de remisión | 3 | 3 |
| | Desarrollo | Creación del RIDE de liquidación de prestación de bienes y servicios | 3 | 2 |
| Reuniones | Gestión | Planificación | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Diarias | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Revisión | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Retrospectiva | 0.1 | 0.1 |
| TOTAL | | | 25 | 27.4 |

Nota. Autoría propia.

Con el fin de desarrollar las actividades del Sprint 3, mediante la investigación de herramientas para la creación de documentos PDF, se ha optado por PDFKit que es una biblioteca que proporciona varios métodos para insertar texto, imágenes o figuras. El motivo de selección de esta tecnología fue por su función de agregar contenido modificando la posición de los componentes de forma automática.

Sin embargo, la desventaja de PDFKit hasta su versión 0.14.0 es que no cuenta con un método nativo para la creación de tablas, por esta razón es necesario el uso de la extensión pdfkit-table que mediante una configuración para la cabecera y datos se puede realizar la representación de la información en tablas.

Figura 24

Ejemplo uso de biblioteca PDFKit

```
const lorem = 'Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam in suscipit purus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Vivamus nec hendrerit felis. Morbi aliquam facilisis risus eu lacinia. Sed eu leo in turpis fringilla hendrerit. Ut nec accumsan nisl.';

doc.fontSize(8);
doc.text(`This text is left aligned. ${lorem}`, {
  width: 410,
  align: 'left'
})
```



Nota. (Foliojs, 2024)

Para la creación de los RIDE se inició por el desarrollo de la cabecera la cual está dividida en dos secciones, la izquierda en la que se visualiza el logo de la empresa y se detalla los datos informativos sobre el negocio, y la derecha en la que se visualiza la información del comprobante electrónico.

Figura 25

Cabecera del RIDE

Pág. 1 / 1

| | |
|---|---|
|  | R.U.C.: 1000000008001 FACTURA Nro: 001-001-000000001 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN 0101202401100000000800120010010000000010000000001 Fecha y Hora de Autorización: 2024-01-01T12:00:00 AMBIENTE: PRODUCCIÓN EMISIÓN: NORMAL CLAVE ACCESO  0101202401100000000800120010010000000010000000001 |
| RAZÓN SOCIAL NEGOCIO NOMBRE COMERCIAL NEGOCIO Dir. Matriz: Dirección matriz Dir. Sucursal: Dirección establecimiento OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI Agente de Retención Resolución Nro.: 1 CONTRIBUYENTE RÉGIMEN GENERAL | |

Nota. Autoría propia.

Posteriormente, para la creación de cada tipo de comprobante se desarrolló un método para cada uno, ya que en el apartado del cuerpo se presentan algunas diferencias en la visualización de los datos del consumidor y la información de la tabla de detalles del comprobante.

Figura 26

Cuerpo del RIDE de Factura

| Razon Social / Nombres y Apellidos: Razón social comprador | | | | Identificación: 1000000008 | | |
|---|----------------|-----|-------|-----------------------------------|-------|-------|
| Fecha Emisión: 01/01/2024 | | | | | | |
| Código | Descripción | IVA | Cant. | P. Uni. | Desc. | Total |
| 00001 | Producto 00001 | 15 | 1.00 | 50.00 | 0.00 | 50.00 |
| 00002 | Producto 00002 | 15 | 1.00 | 50.00 | 0.00 | 50.00 |
| 00002 | Producto 00002 | 15 | 1.00 | 50.00 | 0.00 | 50.00 |

Nota. Autoría propia.

Figura 27

Cuerpo del RIDE de Liquidación de bienes y prestación de servicios

| Nombres y Apellidos: Razón social proveedor | | | | Identificación: 1000000008001 | | |
|--|---|-----|-------|--------------------------------------|-------|---------|
| Fecha emisión: 31/12/2023 | | | | | | |
| Dirección: Dirección proveedor | | | | | | |
| Código | Descripción | IVA | Cant. | P. Uni. | Desc. | Total |
| B | EJEMPLO DE GASTO REALIZADO POR EL NEGOCIO | 0 | 1 | 1000.00 | 0.00 | 1000.00 |

Nota. Autoría propia.

Figura 28

Cuerpo del RIDE de Nota de crédito

| Razon Social / Nombres y Apellidos: Razón social comprador Fecha Emisión: 01/01/2024 | | Identificación: 1000000008 | | | | |
|---|---------------|-----------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| Comprobante que se modifica: FACTURA 001-001-000000002 Fecha emisión (Comprobante a modificar): 01/01/2024 Razón de Modificación: DEVOLUCION | | | | | | |
| Código | Descripción | IVA | Cant. | P. Uni. | Desc. | Total |
| 0001 | PRODUCTO 0001 | 15.00 | 1 | 10.00 | 0.00 | 10.00 |
| 0002 | PRODUCTO 0002 | 15.00 | 1 | 10.00 | 0.00 | 10.00 |
| 0003 | PRODUCTO 0003 | 15.00 | 1 | 10.00 | 0.00 | 10.00 |

Nota. Autoría propia.

Figura 29

Cuerpo del RIDE de Nota de débito

| Razon Social / Nombres y Apellidos: Razón social comprador Fecha Emisión: 01/01/2024 | | Identificación: 1000000008 | |
|---|--|-----------------------------------|--|
| Comprobante que se modifica: FACTURA 001-001-000000001 Fecha emisión (Comprobante a modificar): 01/01/2024 | | | |
| Razón de la modificación | | Valor de la modificación | |
| Interés por mora | | 50.00 | |

Nota. Autoría propia.

Figura 30

Cuerpo del RIDE de Guía de remisión

| Identificación (Transportista): 1000000008001 Razon Social / Nombres y Apellidos: Razón social transportista Placa: AAA0001 Punto de partida: Dirección de partida Fecha inicio Transporte: 01/01/2024 Fecha fin Transporte: 01/01/2024 | | |
|--|---------------|-------|
| Comprobante de venta: FACTURA 001-001-000000001 Fecha emisión: 01/01/2024 Número de Autorización: 0101202401100000000800120010010000000010000000001 Motivo Traslado: VENTA Destino (Punto de llegada): Dirección destinatario Identificación (Destinatario): 1000000008001 Razón Social / Nombres y Apellidos: Razón social destinatario Código Establecimiento Destino: 001 Ruta: IBARRA - QUITO | | |
| Código | Descripción | Cant. |
| 0001 | PRODUCTO 0001 | 1.00 |
| 0002 | PRODUCTO 0002 | 2.00 |
| 0003 | PRODUCTO 0003 | 3.00 |

Nota. Autoría propia.

Figura 31

Cuerpo del RIDE de Retención

| Razon Social / Nombres y Apellidos: Razón social sujeto retenido | | | | | | Identificación: 1000000008001 | | |
|--|-----------------|---------------|------------------|----------------|------------------|-------------------------------|----------------------|----------------|
| Fecha Emisión: 01/01/2024 | | | | | | | | |
| Comprobante | Número | Fecha Emisión | Ejercicio Fiscal | Base Imponible | Código Retención | Impuesto | Porcentaje Retención | Valor Retenido |
| FACTURA | 001001000000001 | 01/01/2024 | 01/2024 | 100.00 | | RENTA | 0.00 | 0.00 |
| FACTURA | 001001000000001 | 01/01/2024 | 01/2024 | 15.00 | | IVA | 10 | 1.50 |

Nota. Autoría propia.

Finalmente, para completar la creación del RIDE se desarrolló el pie del documento, el cual está dividido en tres secciones, el apartado de información adicional en el cual se detallan datos complementarios al documento, la sección de totales y el apartado de pagos en el que se detalla la forma de pago, valor y plazo.

Figura 32

Pie de documento del RIDE

| | | | | |
|--|--------------------------|--------------|-------------------------------|--------|
| INFORMACIÓN ADICIONAL | | | Subtotal 15% | 150.00 |
| Direcc.Cliente: | Ejemplo campo | | Subtotal sin impuestos | 150.00 |
| Correo.Cliente: | ejemplocampo@hotmail.com | | Total descuento | 0.00 |
| Telf.Cliente: | 0999999999 | | IVA 15% | 22.50 |
| Vendedor: | 999 | | Propina | 0.00 |
| Forma de Pago | Valor | Plazo | Valor total | 172.50 |
| OTROS CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | | | 172.50 | 1 días |

Nota. Autoría propia.

Tabla 21

Reunión de retrospectiva Sprint 3

| Reunión de retrospectiva | | | | |
|---------------------------------|--|---|---|---------------------|
| Sprint: 3 | | | | |
| Fecha: 01/06/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Aspectos positivos | Aspectos negativos | Lecciones aprendidas | Acciones propuestas |
| HU-05 Generación del RIDE | Creación del RIDE de comprobantes electrónicos | Necesidad de una extensión adicional para la creación de tablas | Conocimiento de herramientas para la creación de documentos PDF | N/A |

Nota. Autoría propia.

2.4.5 Sprint 4

Tabla 22

Sprint 4

| SPRINT BACKLOG | | | | |
|---|-----------------|---|-------------------------|---------------------|
| Sprint: 4 | | | | |
| Total horas: 20 | | | | |
| Fecha Inicio SP4: 02/06/2024 | | | | |
| Fecha Final SP4: 09/06/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Fase Desarrollo | TAREA | TIEMPO ESTIMADO (Horas) | TIEMPO REAL (Horas) |
| HU-06 Envío de documentos electrónicos | Desarrollo | Configuración de correo electrónico de diferentes proveedores | 1 | 2 |
| | Desarrollo | Plantilla de mensaje y función para el envío de correos electrónicos | 3 | 3 |
| | Desarrollo | Ruta de acceso para reenvío y manejo de errores | 2 | 1.5 |
| HU-07 Descarga de comprobantes electrónicos | Desarrollo | Consumo de servicio web de consulta | 2 | 1.5 |
| | Desarrollo | Ruta de acceso para descarga y manejo de errores | 2 | 1.5 |
| HU-08 RIDE y firma digital de proforma | Análisis | Investigación de herramientas para el firmado digital de documentos PDF | 3 | 4.5 |
| | Desarrollo | Creación del RIDE de proforma basado en el formato de factura | 3.5 | 3 |
| | Desarrollo | Firma digital visual con código QR del RIDE de proforma | 3.1 | 5 |
| Reuniones | Gestión | Planificación | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Diarias | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Revisión | 0.1 | 0.1 |
| | Gestión | Retrospectiva | 0.1 | 0.1 |
| TOTAL | | | 20 | 22.4 |

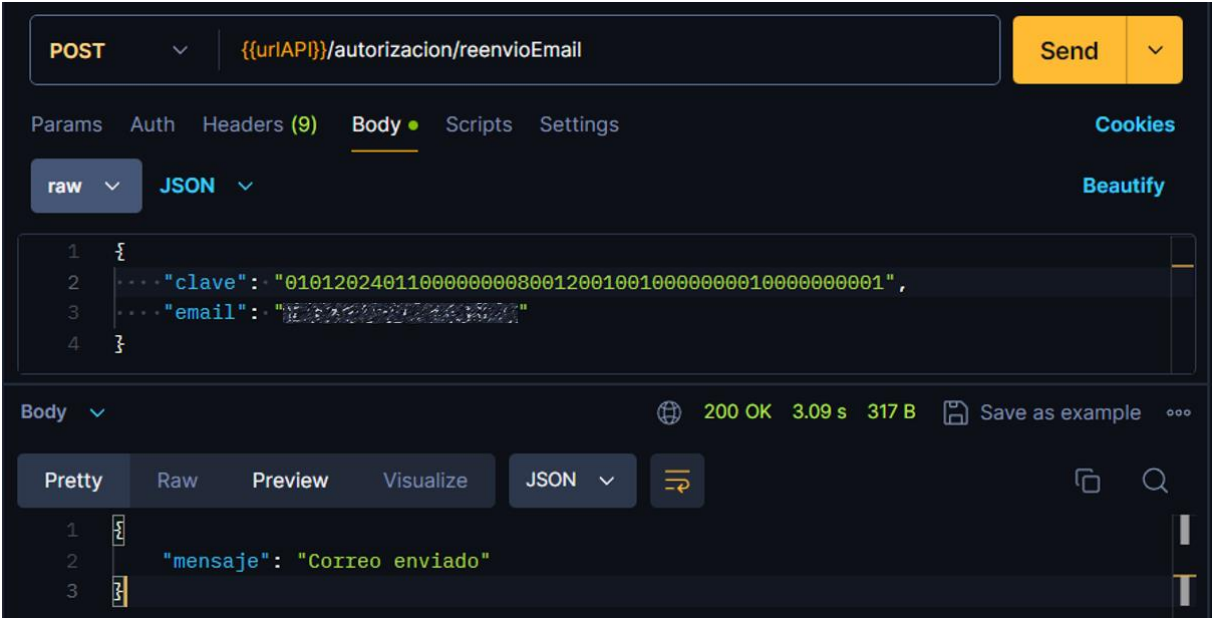
Nota. Autoría propia.

Para el desarrollo del Sprint 4 se inició con la creación del método para el envío de los documentos electrónicos, para el cual se definió una plantilla de mensaje de correo electrónico

con la razón social del cliente, número de documento y adjunto del RIDE y XML firmado. Esta función es usada en el proceso de autorización y reenvío de comprobantes electrónicos.

Figura 33

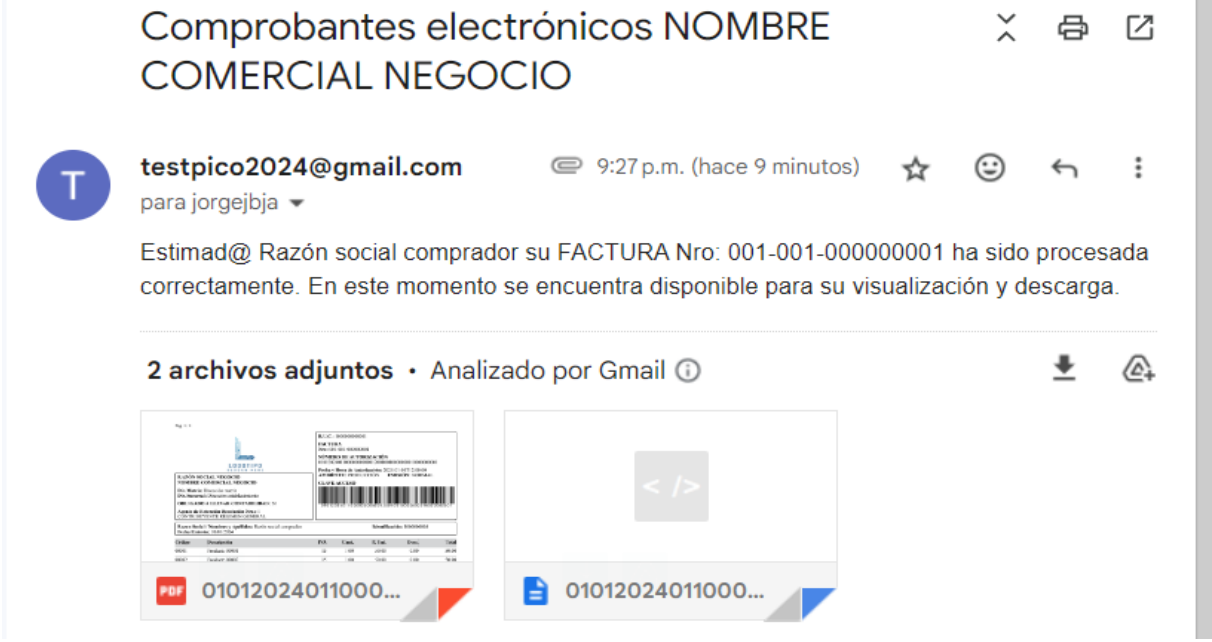
Envío de documentos electrónicos



Nota. Autoría propia.

Figura 34

Mensaje de correo electrónico de comprobante electrónico

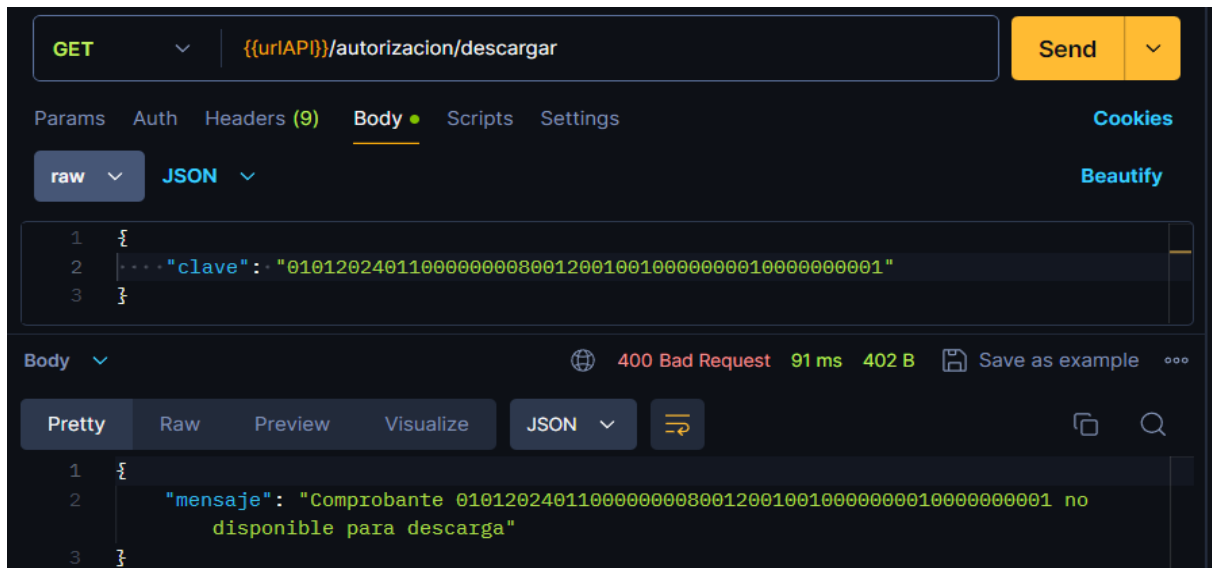


Nota. Autoría propia.

Para el desarrollo de la actividad HU-07 se utilizó la función para consumir el servicio web del SRI de autorización de comprobantes electrónicos, en el que si el comprobante aún no ha pasado por el proceso de autorización o no está disponible para consulta se define el mensaje de error de que no se ha encontrado el comprobante.

Figura 35

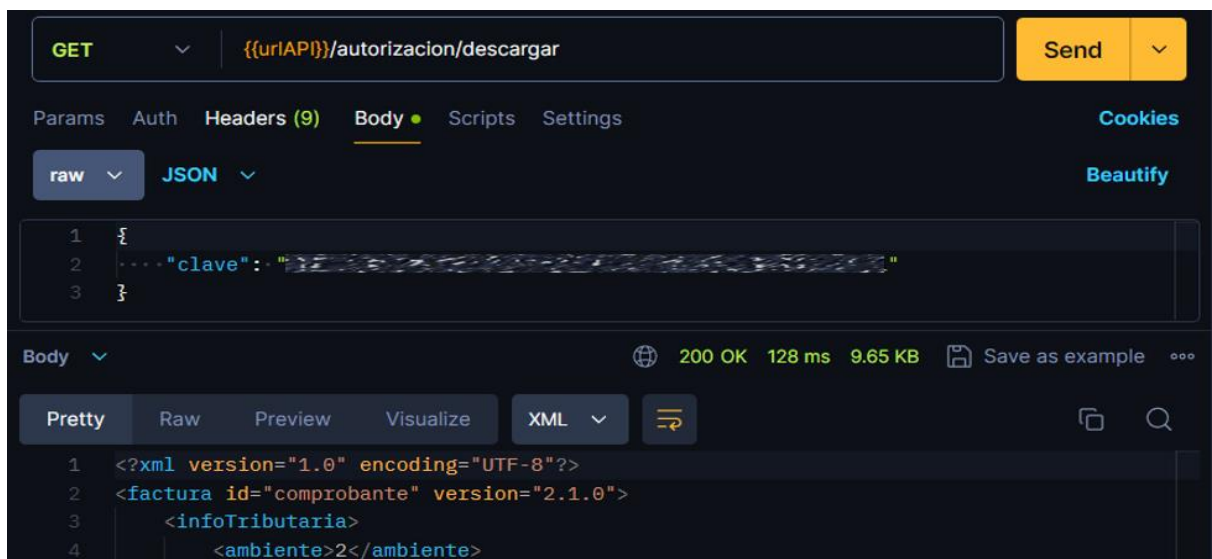
Respuesta sin resultado al descargar comprobante electrónico



Nota. Autoría propia.

Figura 36

Respuesta con resultado al descargar comprobante electrónico




Nota. Autoría propia.

Para la realización de la actividad HU-08 se inició por la modificación de la cabecera del RIDE, ya que este tipo de comprobante no cuenta con los atributos de: número de autorización, fecha y hora de autorización, ambiente, emisión y clave de acceso. Esto permite obtener un espacio en blanco en el documento el cual será aprovechado para insertar la firma digital visible.

Figura 37

RIDE de Proforma

Pág. 1 / 1



R.U.C.: 1000000008001
PROFORMA
 Nro: 001-001-000000001

RAZÓN SOCIAL NEGOCIO
NOMBRE COMERCIAL NEGOCIO
 Dir. Matriz: Dirección matriz
 Dir. Sucursal: Dirección establecimiento
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI
 Agente de Retención Resolución Nro.: 1
 CONTRIBUYENTE RÉGIMEN GENERAL

Razon Social / Nombres y Apellidos: Razón social comprador
 Fecha Emisión: 01/01/2024

Identificación: 1000000008

| Código | Descripción | IVA | Cant. | P. Uni. | Desc. | Total |
|--------|----------------|-----|-------|---------|-------|-------|
| 00001 | Producto 00001 | 15 | 1.00 | 50.00 | 0.00 | 50.00 |
| 00002 | Producto 00002 | 15 | 1.00 | 50.00 | 0.00 | 50.00 |
| 00002 | Producto 00002 | 15 | 1.00 | 50.00 | 0.00 | 50.00 |

INFORMACIÓN ADICIONAL

Direcc.Cliente: Ejemplo campo
Correo.Cliente: ejemplocampo@hotmail.com
Telf.Cliente: 0999999999
Vendedor: 999

Subtotal 15% 150.00
Subtotal sin impuestos 150.00
Total descuento 0.00
IVA 15% 22.50
Propina 0.00
Valor total 172.50

Nota. Autoría propia.

Para la comprobación del resultado se hizo uso del software FirmaEC, el cual es una herramienta que permite realizar el proceso de firma digital en documentos electrónicos, que en este caso para los documentos PDF se abre un visualizador en el cual se debe señalar la ubicación en la que se desea estampar la firma digital.

Figura 38

Firma digital con software FirmaEC



Nota. Autoría propia.

Figura 39

Resultado de firma digital con software FirmaEC



Nota. Autoría propia.

Para la realización de la firma digital se usaron las bibliotecas pdf-lib que permite la modificación de archivos PDF con lo que se puede desplazar a una posición específica del documento, y signpdf que cuenta con funciones para agregar firmas digitales visibles que enmarcan al código QR con información del firmante y fecha de firmado.

Figura 40

Resultado de firma digital con método desarrollado

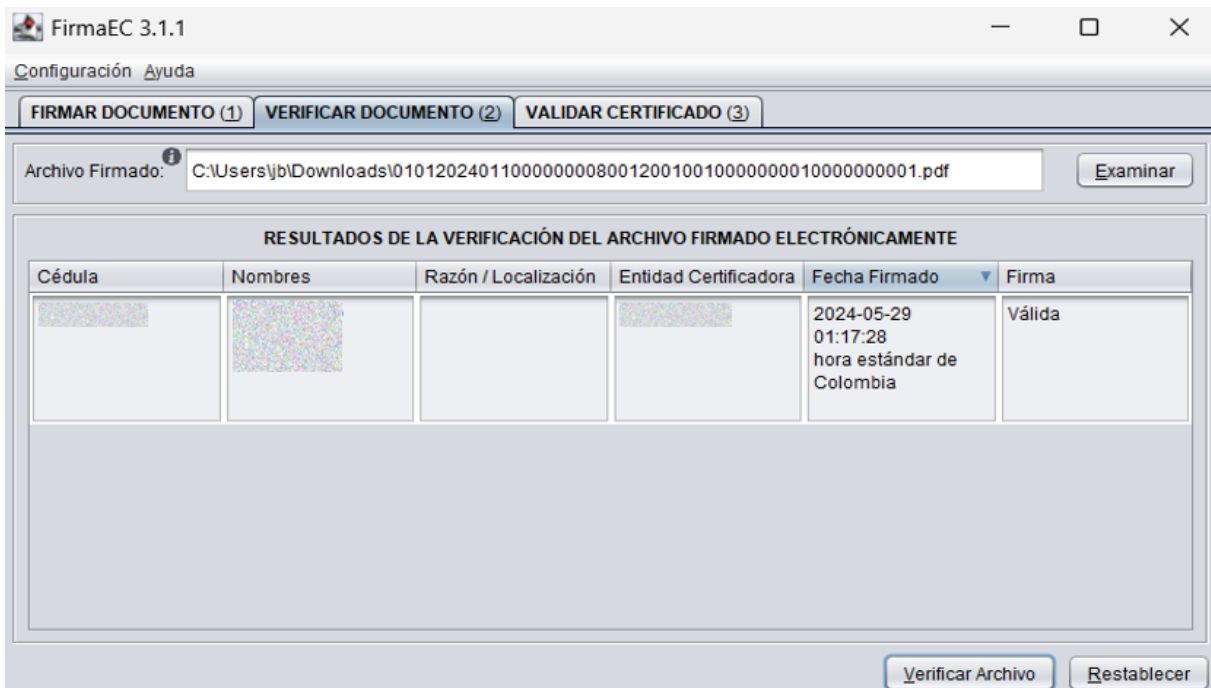
Pág. 1 / 1



Nota. Autoría propia.

Figura 41

Validación con software FirmaEC de firma digital del método desarrollado



Nota. Autoría propia.

Tabla 23

Reunión de retrospectiva Sprint 4

| Reunión de retrospectiva | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Sprint: 4 | | | | |
| Fecha: 09/06/2024 | | | | |
| Actividad / Historia de usuario | Aspectos positivos | Aspectos negativos | Lecciones aprendidas | Acciones propuestas |
| HU-06 Envío de documentos electrónicos | Cumplimiento de envío de comprobantes electrónicos mediante canales digitales | Dependencia de conexión a internet servicios de correo electrónico | Importancia de la comunicación entre el negocio y el cliente | Búsqueda de un servicio de correo electrónico empresarial |
| HU-07 Descarga de comprobantes electrónicos | Reutilización de métodos | Peticiones sin respuesta de los comprobantes electrónicos | Análisis de respuestas obtenidas al consumir el servicio web del SRI | N/A |
| HU-08 RIDE y firma digital de proforma | Cumplimiento de integridad en el documento pdf de proformas | Dependencia de bibliotecas adicionales para la manipulación de documentos PDF | Conocimiento de herramientas para el firmado digital en documentos PDF | Investigación constante de herramientas para el tratamiento de documentos PDF |

Nota. Autoría propia.

Finalmente, para la integración con el sistema PICO se ha realizado el consumo de la API REST mediante el uso de un objeto para la realización de peticiones HTTP, el cual se configuró para el envío de datos en formato JSON y la obtención de resultados en modo texto o binario en el caso de descarga de los documentos PDF.

Figura 42

Configuración para consumo de API REST en VFP9

```
FUNCTION ConsumeAPIWinHTTP(cURL, cMethod, cData)
    LOCAL oHTTP, cResponse
    oHTTP = CREATEOBJECT("WinHttp.WinHttpRequest.5.1")
    oHTTP.Open(cMethod, cURL, .F.)
    oHTTP.SetRequestHeader("Content-Type", "application/json")

    IF !EMPTY(cData)
        oHTTP.Send(cData)
    ELSE
        oHTTP.Send()
    ENDIF

    cResponse = oHTTP.ResponseText
    RETURN cResponse
ENDFUNC
```

Nota. Autoría propia.

Figura 43

Respuesta de peticiones al servicio desde sistema PICO

```
0|picoseAPI | ::ffff:127.0.0.1 - - [25/Jul/2024:21:01:48 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 2 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; Win32; WinHttp.Wi
nHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | :::1 - - [25/Jul/2024:21:01:48 +0000] "GET
      ; HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; Win32; WinHttp
.WinHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | ::ffff:127.0.0.1 - - [25/Jul/2024:21:01:48 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; W
in32; WinHttp.WinHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | :::1 - - [25/Jul/2024:21:01:48 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; Win32; WinHttp
.WinHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | ::ffff:127.0.0.1 - - [25/Jul/2024:21:01:48 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; W
in32; WinHttp.WinHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | :::1 - - [25/Jul/2024:21:01:48 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; Win32; WinHttp
.WinHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | ::ffff:127.0.0.1 - - [25/Jul/2024:21:01:49 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; W
in32; WinHttp.WinHttpReqest.5)"
0|picoseAPI | :::1 - - [25/Jul/2024:21:01:49 +0000] "GET
      HTTP/1.1" 200 21 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; Win32; WinHttp
.WinHttpReqest.5)"
```

Nota. Autoría propia.

CAPÍTULO 3

Validación de resultados

Para la validación de resultados se ha planteado la evaluación de cumplimiento en base a la característica de fiabilidad de la ISO/IEC 25010, específicamente bajo la subcaracterística de tolerancia a fallos en la que se analizan las métricas de prevención de fallas y redundancia, y la subcaracterística de recuperabilidad con la métrica de tiempo medio de recuperación (ISO/IEC 25010, 2023).

Prevención de fallas

El propósito de esta métrica es identificar cuantas fallas iniciales se tomaron en cuenta para evitar fallas críticas que en este caso suspendieran la disponibilidad del servicio, para lo cual se cuentan los incidentes de fallas críticas prevenidas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y la cantidad de situaciones de pruebas de fallas identificadas inicialmente (ISO/IEC 25010, 2023). Los resultados que se pueden obtener están entre 0 en el peor caso y 1 como valor deseado al aplicar la siguiente fórmula:

$$X = \frac{A}{B}$$

En donde:

- A: Número de incidentes de fallas prevenidas contra casos de pruebas de fallas iniciales.
- B: Número de casos de pruebas de fallas iniciales en pruebas.

Redundancia

El objetivo de esta métrica es poder determinar si los componentes o sistemas instalados de forma redundante pueden prevenir la interrupción del servicio, en la que se cuenta el número de componentes y el número de sistemas instalados de forma redundante (ISO/IEC 25010, 2023). Los resultados que se pueden obtener están entre 0 en el peor caso y 1 como valor deseado al aplicar la siguiente fórmula:

$$X = \frac{A}{B}$$

En donde:

- A: Número de sistemas instalados de forma redundante.
- B: Número total de componentes instalados.

Tiempo medio de recuperación

La finalidad de esta métrica es identificar el tiempo promedio de recuperación del sistema después de un fallo, para esto se cuenta la cantidad de veces en las que se ha detectado que el sistema entro en recuperación y el tiempo que le tomó realizar esta operación (ISO/IEC 25010, 2023). Los resultados que se pueden obtener están entre mayor o igual a 10 minutos en el peor caso y 0 minutos como valor deseado al aplicar la siguiente fórmula:

$$X = \frac{T}{A}$$

En donde:

- T: Tiempo que le tomó al sistema recuperarse.
- A: Número de casos que el sistema en recuperación.

3.1 Ejecución del modelo de evaluación

Para calcular la métrica de prevención se inicia por la detección de fallas críticas iniciales que pueden interrumpir el funcionamiento de la aplicación, previamente y durante el proceso de desarrollo se han identificado seis incidencias externas que pueden afectar a la disponibilidad del servicio, de las cuales se han definido casos de prueba para el tratamiento de los diferentes errores, que dependiendo del tipo de problema su registro se realiza en archivos .log o base de datos siendo necesario que se pueda ver la información mediante el consumo de la API REST.

- **F01:** Problema con archivo de firma electrónica

Figura 44

Control - F01

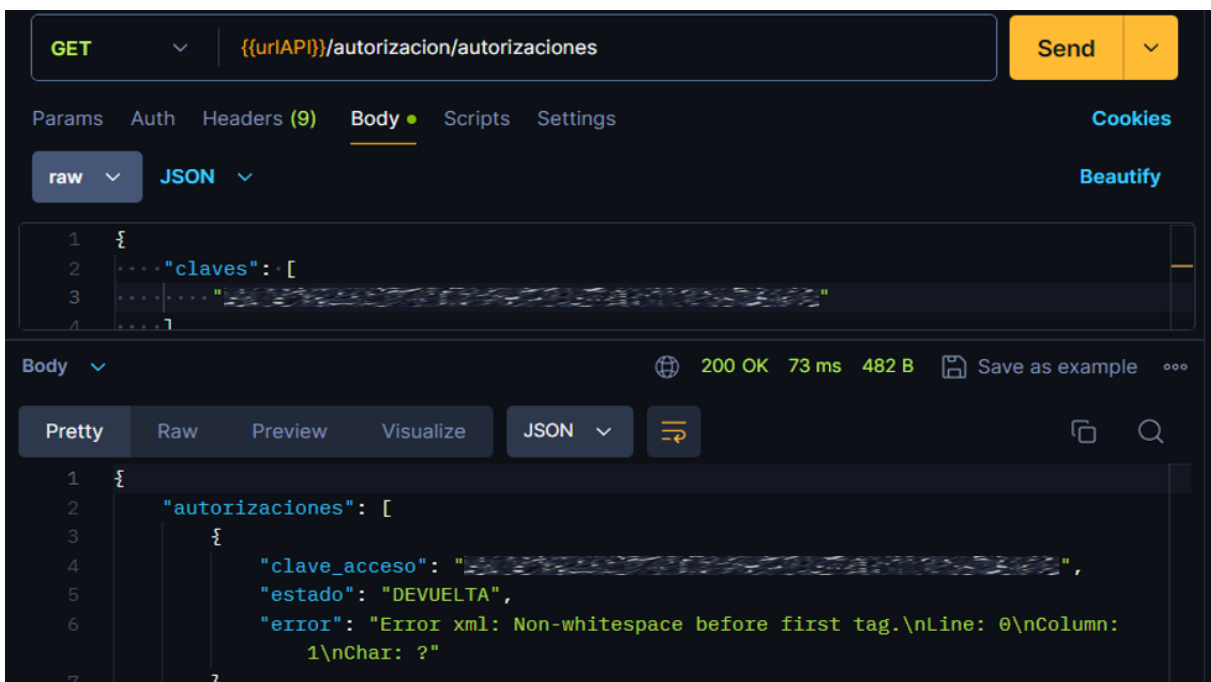


Nota. Autoría propia.

- **F02:** Comprobante XML mal formado

Figura 45

Control - F02

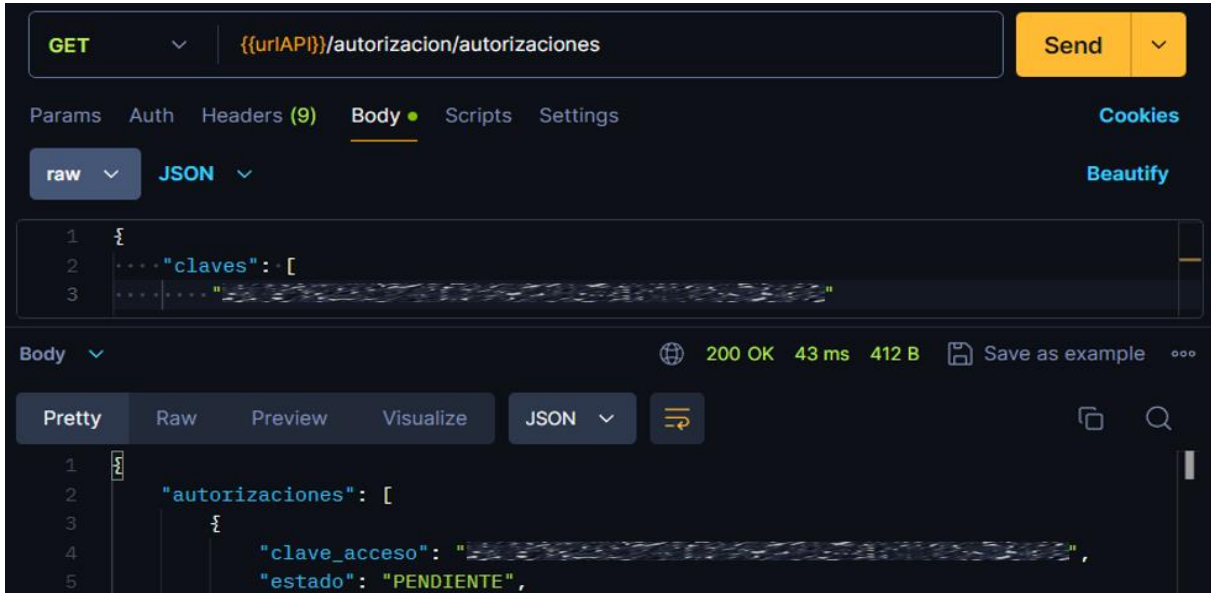


Nota. Autoría propia.

- **F03:** Servicio web del SRI suspendido

Figura 46

Control - F03

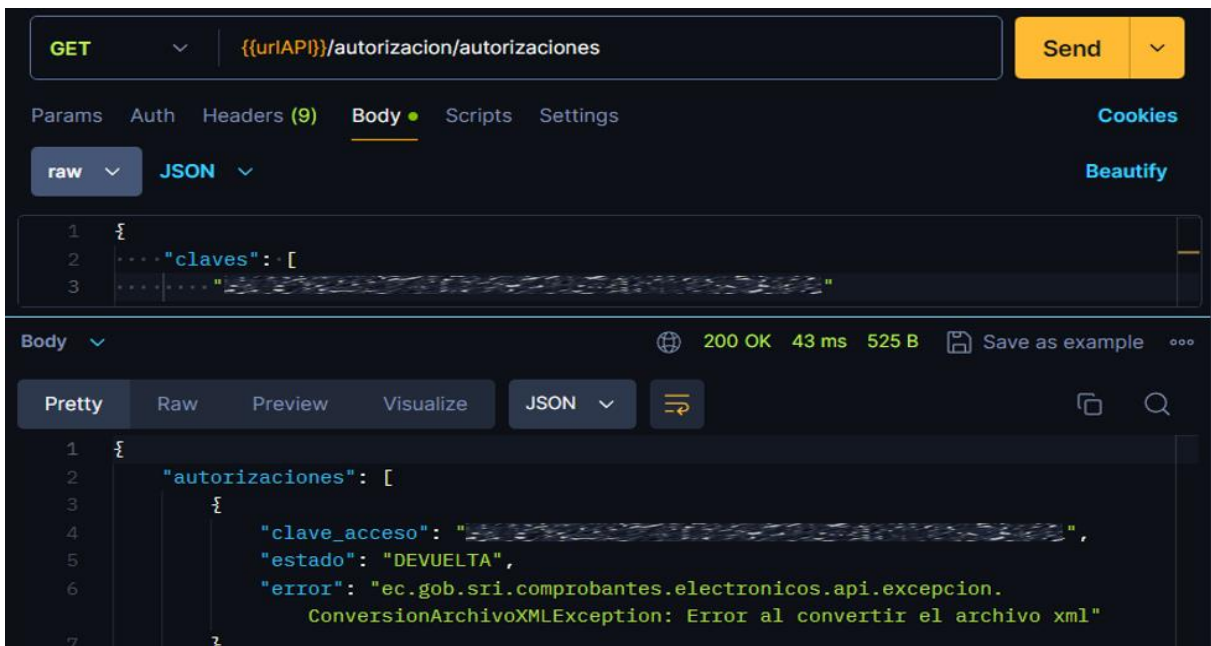


Nota. Autoría propia.

- **F04:** Errores en autorización de comprobantes

Figura 47

Control - F04

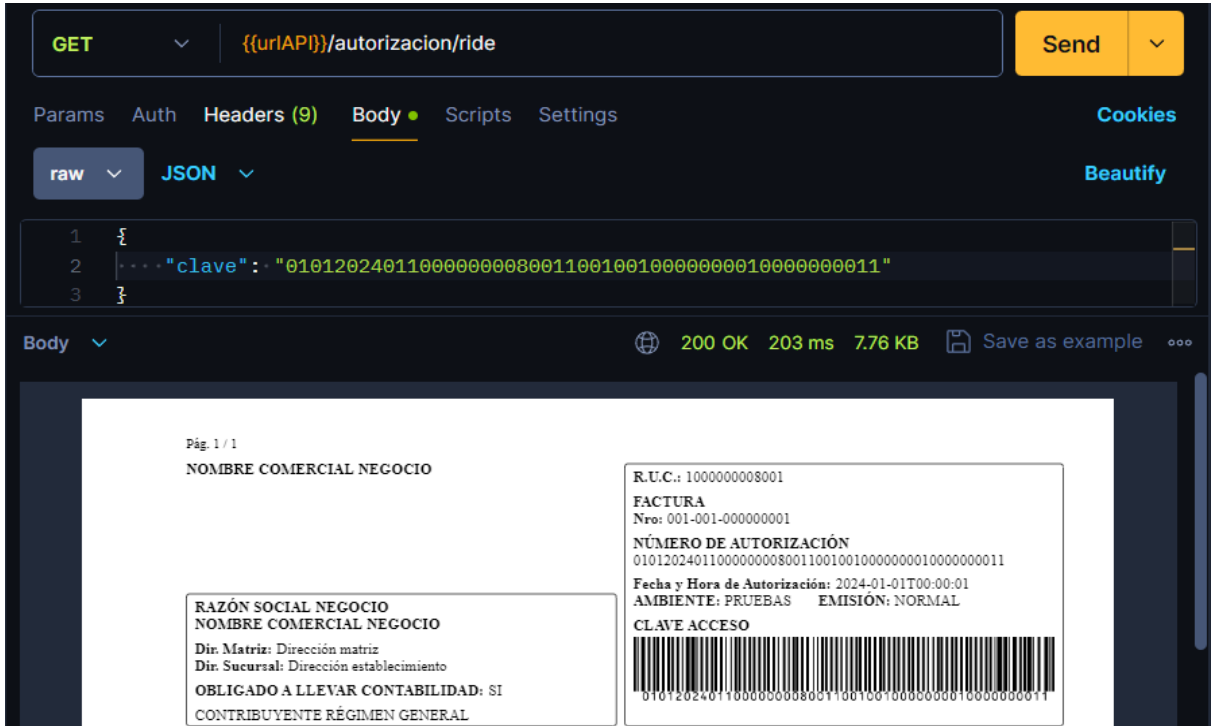


Nota. Autoría propia.

- **F05:** Logo de negocio o sucursal no existe

Figura 48

Control - F05

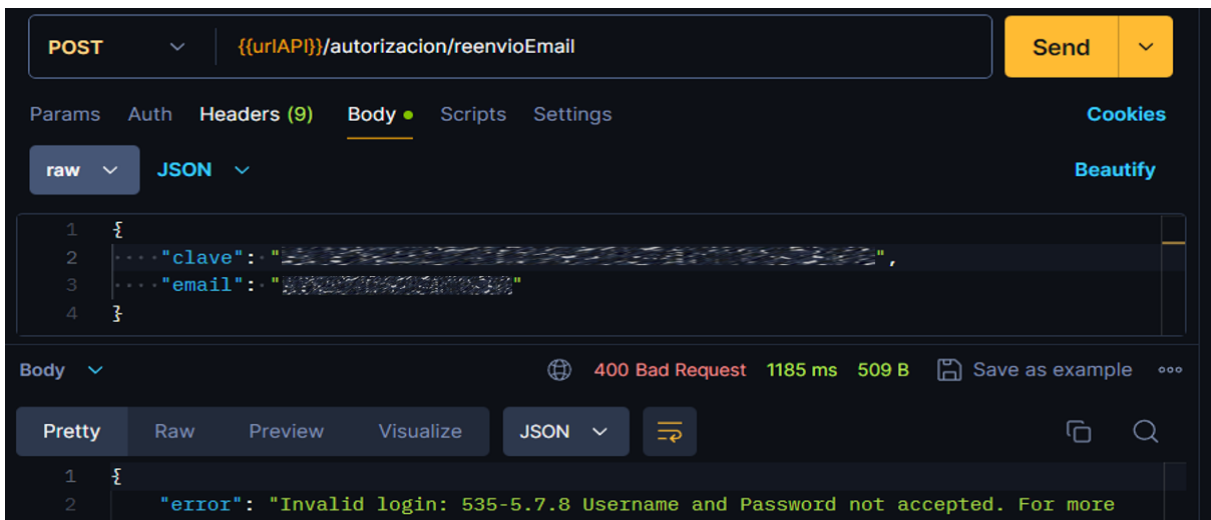


Nota. Autoría propia.

- **F06:** Problema de conexión con correo electrónico

Figura 49

Control - F06



Nota. Autoría propia.

Para la medición de la métrica de redundancia se identifica cuantos componentes o sistemas son instalados de forma redundante, los cuales tienen la finalidad de restaurar el servicio en caso de que se presentara algún incidente. Para satisfacer esta necesidad se ha hecho uso de la herramienta Process Manager 2 (PM2), la cual es un administrador de procesos para aplicaciones de Node.js que permite la gestión de la API REST para iniciar, detener o reiniciar el servicio de forma automática tras algún error o reinicio del equipo en donde está desplegada la aplicación.

Figura 50

Uso de herramienta PM2

```
@ ~$ pm2 list
```

| id | name | namespace | version | mode | pid | uptime | ↕ | status |
|----|------|-----------|---------|------|------|--------|---|--------|
| 0 | main | default | 1.0.0 | fork | 1783 | 80s | 0 | online |

Nota. Autoría propia.

Para la métrica de tiempo de recuperación de igual manera PM2 mediante el comando “pm2 status” permite ver las veces que el servicio ha sido reiniciado, y el comando “pm2 logs” se puede visualizar las salidas por terminal, en la cual se imprime el tiempo que demora la aplicación en inicializar. Además, el comando “pm2 monit” permite observar en tiempo real los procesos que son administrados por PM2.

Figura 51

Monitoreo de servicio con PM2

| Custom Metrics | | Metadata | |
|------------------------|-----------|------------------|---------|
| Used Heap Size | 23.53 MiB | App Name | main |
| Heap Usage | 96.67 % | Namespace | default |
| Heap Size | 24.34 MiB | Version | 1.0.0 |
| Event Loop Latency p95 | 1.61 ms | Restarts | 0 |
| Event Loop Latency | 0.63 ms | Uptime | 5m |
| Active handles | 4 | Script path | |
| Active requests | 0 | Script args | N/A |
| | | Interpreter | node |
| | | Interpreter args | N/A |
| | | Exec mode | fork |
| | | Node.js version | |

left/right: switch boards | up/down/mouse: scroll | Ctrl-C: exit

Nota. Autoría propia.

Figura 52

Logs del servicio

```

@ pm2 logs
[TAILING] Tailing last 15 lines for [all] processes (change the value with --lines option)
/root/.pm2/pm2.log last 15 lines:
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: RPC socket file :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: BUS socket file :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: Application log path :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: Worker Interval :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: Process dump file :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: Concurrent actions :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: SIGTERM timeout :
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log: =====
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log:
PM2 | 2024-07-10T03:46:05: PM2 log:
PM2 | 2024-07-18T06:59:52: PM2 log:
PM2 | 2024-07-18T06:59:52: PM2 log:
PM2 | 2024-07-18T06:59:52: PM2 log:
PM2 | 2024-07-18T06:59:52: PM2 log:
PM2 | 2024-07-18T06:59:52: PM2 log:
PM2 | 2024-07-18T06:59:52: PM2 log:

error.log last 15 lines:
out.log last 15 lines:
0|main | Server startup time: 8.511ms
0|main | Servidor en puerto
  
```

Nota. Autoría propia.

3.2 Recopilación de información

Para la métrica de prevención de fallas se evaluó el comportamiento de la API REST bajo los incidentes identificados, que al evitar la interrupción del servicio y registrando los incidentes en la base de datos y archivos .log se establecieron como fallas controladas.

Tabla 24

Registros para métrica prevención de fallas

| Prevencción de fallas | | |
|-----------------------|------------|-------------|
| Falla | Incidentes | Controlados |
| F01 | 1 | 1 |
| F02 | 1 | 1 |
| F03 | 1 | 1 |
| F04 | 1 | 1 |
| F05 | 1 | 1 |
| F06 | 1 | 1 |
| Total | 6 | 6 |

Nota. Autoría propia.

Ejecución de la fórmula:

$$X = \frac{6}{6}$$

$$X = 1$$

En relación con la métrica de redundancia se tomó la cantidad de componentes instalados que en este caso es la API REST y como componente redundante al uso de la herramienta de PM2 que permite mantener la disponibilidad del servicio.

Ejecución de la fórmula:

$$X = \frac{1}{1}$$

$$X = 1$$

Con respecto a la métrica de tiempo de recuperación se realizó una serie de 10 iteraciones en las que el servicio fue suspendido, los tiempos registrados son desde que PM2 reinicia aplicación hasta que ya se encuentra levantada la API REST.

Tabla 25

Registros para métrica de tiempo de recuperación

| Tiempo de recuperación | |
|-------------------------------|--------------------|
| Iteración | Tiempo (ms) |
| 1 | 7.17 |
| 2 | 4.73 |
| 3 | 4.38 |
| 4 | 5.05 |
| 5 | 4.57 |
| 6 | 5.83 |
| 7 | 4.86 |
| 8 | 4.47 |
| 9 | 4.49 |
| 10 | 4.33 |
| Total | 49.88 |

Nota. Autoría propia.

Ejecución de la fórmula:

$$X = \frac{49.88}{10}$$

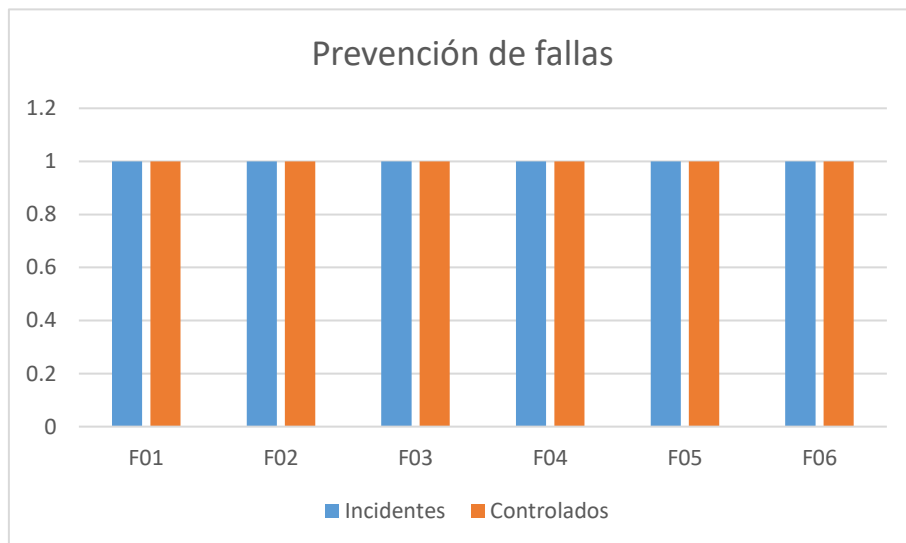
$$X = 4.99ms$$

3.3 Análisis de los resultados

Mediante la ejecución del modelo de evaluación los resultados obtenidos para la prevención de fallas, redundancia y tiempo de recuperación valida que la API REST cumple con las subcaracterísticas de tolerancia a fallos y recuperabilidad de la característica de fiabilidad de la ISO/IEC 25010, lo que permite afirmar que el servicio satisface las necesidades definidas frente al control de las fallas identificadas y capacidad de recuperación.

Figura 53

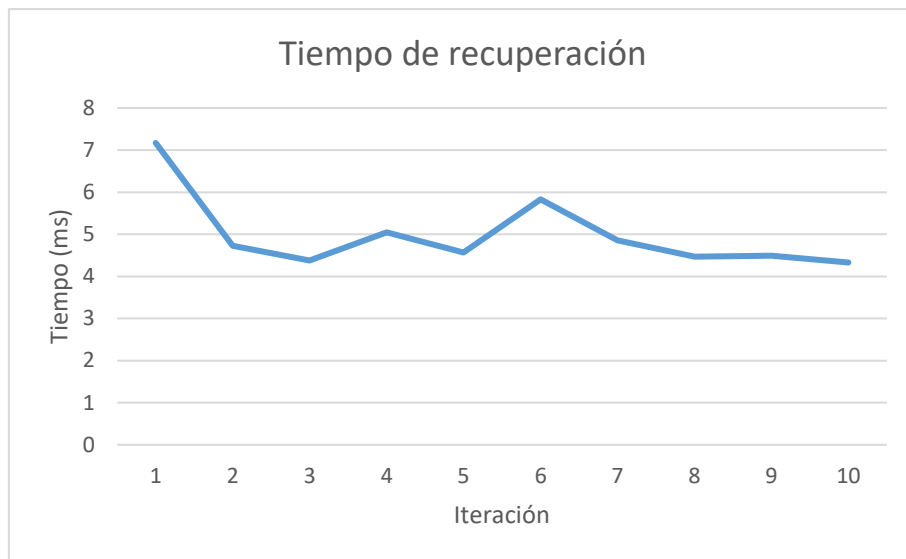
Prevención de fallas



Nota. Autoría propia.

Figura 54

Tiempo de recuperación



Nota. Autoría propia.

Tabla 26

Resultados de validación

| Resultado de validación | | | |
|-------------------------|---------------------|---------------|-----------|
| Métrica | Peor caso | Valor deseado | Resultado |
| Prevención de fallas | 0 | 1 | 1 |
| Redundancia | 0 | 1 | 1 |
| Tiempo de recuperación | $\geq 10\text{min}$ | 0min | 4.99ms |

Nota. Autoría propia.

CONCLUSIONES

La elaboración del marco teórico con respecto a la facturación electrónica y herramientas de desarrollo ha permitido adquirir la base del conocimiento necesaria para el desarrollo del presente proyecto. Mediante la revisión de la normativa legal, estándares internacionales, tecnologías y la metodología de desarrollo se logró comprender como se complementan los conceptos investigados y la importancia que tiene cada uno con respecto al desarrollo de una solución ágil y segura.

La creación de la API REST de autorización y envío de comprobantes electrónicos usando la metodología SCRUM se desarrolló cumpliendo los parámetros definidos. El uso de SCRUM facilitó el proceso de creación de la solución, esto gracias a la retroalimentación constante de las partes interesadas que, mediante reuniones de revisión sprints y adaptación continua para el manejo de errores se logró satisfacer las necesidades definidas en las historias de usuario.

La evaluación de la efectividad de la API REST según la característica de fiabilidad de la ISO/IEC 25010 en las subcaracterísticas de tolerancia a fallos y recuperabilidad ha entregado resultados positivos, demostrando que el servicio cumple con los estándares de calidad establecidos por esta norma. La API REST ha demostrado una respuesta adecuada a fallas serias y tiempos de respuesta rápidos en su capacidad de recuperación, esto mediante la realización de pruebas de tolerancia de errores y reinicio del servicio que garantizan la continuidad del servicio y minimizan el impacto de posibles fallos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar actualizando la base teórica con respecto a la normativa legal tecnologías de desarrollo y cambios técnicos relacionados a la facturación electrónica, ya que de presentarse algún cambio u optimización que requiera el proceso de autorización y envío de comprobantes electrónicos, pueda ser implementado de manera adecuada para mantener los resultados esperados manteniendo la calidad de la solución.

Mantener la metodología SCRUM para futuras etapas de cambios en el proyecto y proyectos desarrollados en conjunto, siguiendo los fundamentos de agilidad de la metodología fomentando las retroalimentaciones constantes y una adaptación continua para cumplir con los objetivos propuestos. Además de tomar en cuenta las herramientas online para la gestión de proyectos y los equipos de trabajo.

Monitorear continuamente el desempeño de la API REST para asegurar que mantenga su fiabilidad, y de ser necesario realizar una evaluación adicional bajo otras características de la ISO/IEC 25010 que permitan validar la calidad del software e identificar posibles puntos de refinamiento para obtener mejores resultados en el rendimiento del servicio.

BIBLIOGRAFÍA

- Adobe Communications Team. (2022). *What is Velocity in Agile? Formula & Examples | Adobe Workfront*. <https://business.adobe.com/blog/basics/velocity>
- Alfieri, E. (2022). *Improving SCRUM Project Duration Forecasting through Learning Curve Theory*.
- Angara, J., Prasad, S., & Sridevi, G. (2020). DevOPs project management tools for sprint planning, estimation and execution maturity. *Cybernetics and Information Technologies*, 20(2), 79–92. <https://doi.org/10.2478/cait-2020-0018>
- Asana. (2024). *Gestión del trabajo con Asana - Funciones, usos y productos • Asana*. <https://asana.com/es/product>
- Barberan, N., Santillan, R., Bastidas, T., & Peña, M. (2022). Comportamiento tributario de microempresas en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(98), 666–679. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.18>
- Becerra Molina, E., & Ojeda Orellana, R. (2022). Beneficios de la facturación electrónica en las pequeñas y medianas empresas del Ecuador. *Visionario Digital*, 6(4), 76–97. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v6i4.2366>
- Bogantes, A. (2020). *El rol de la seguridad informática en el ámbito académico y los sistemas de información asociados*.
- Bottorff, C., Hoory, L., & Watts, R. (2023). *What Is A Burndown Chart: Meaning & How To Use It – Forbes Advisor INDIA*. <https://www.forbes.com/advisor/in/business/what-is-a-burndown-chart/>
- Casp, M., & Kirkpatrick, K. (2021). *XML 101 for Journal Production Editors*.
- Catalán, S., & López, V. (2023). *Material de Lectura. Conceptos del Certificado Digital*.
- Chauhan, C., Dakoliya, M., & Sharma, R. K. (2021). Story Point Estimation: Methods and Challenges. In *AFRICAN DIASPORA JOURNAL OF MATHEMATICS*. www.newjournalzone.in
- Clarios Technology. (2024). *What is a burn up chart?* <https://www.clariostechology.com/productivity/blog/whatisaburnupchart/>
- Cumbicos Castillo, H. A., Señalín Morales, L. O., & Tapia Espinoza, N. J. (2023). La importancia del control interno contable en la gestión efectiva de las empresas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1635–1647. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6981
- European Telecommunications Standards Institute. (2006). *XML Advanced Electronic Signatures (XAdES)*.
- Express.js. (2024). *Express - Node.js web application framework*. <https://expressjs.com/>

- Flores, F., Sanhueza, V., Valdés, H., & Reyes, L. (2021). Metodologías ágiles: un análisis de los desafíos organizacionales para su implementación. *Revista Científica*, 43(1), 38–49. <https://doi.org/10.14483/23448350.18332>
- Foliojs. (2024). *Text in PDFKit*. <https://pdfkit.org/docs/text.html>
- Fuentes, J., & Pérez, S. (2022). *Comparative analysis of the board tool in the agile methodologies Scrum, Kanban and Scrumban in software projects*. <https://www.researchgate.net/publication/364302850>
- Hassanein, E., & Hassanien, S. (2020). *Cost Efficient Scrum Process Methodology to Improve Agile Software Development*. <https://sites.google.com/site/ijcsis/>
- International Business Machines. (2024). *¿Qué es una API REST? | IBM*. <https://www.ibm.com/es-es/topics/rest-apis>
- Intriago, H., Loor, K., & Cedeño, J. (2023). Facturación electrónica como obligación tributaria para los contribuyentes del régimen general en Portoviejo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 13962–13976. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4445
- ISO/IEC 25010. (2023). *ISO/IEC 25010*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?start=5>
- Jira Software. (2024). *Jira Software - Features | Atlassian*. <https://www.atlassian.com/software/jira/features>
- Kadenic, M. D., Koumaditis, K., & Junker-Jensen, L. (2023). Mastering scrum with a focus on team maturity and key components of scrum. *Information and Software Technology*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107079>
- Khan, W., Kumar, T., Zhang, C., Raj, K., Roy, A. M., & Luo, B. (2023). SQL and NoSQL Database Software Architecture Performance Analysis and Assessments—A Systematic Literature Review. In *Big Data and Cognitive Computing* (Vol. 7, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/bdcc7020097>
- Lai, S.-T., Susanto, H., & Leu, F.-Y. (2022). Project Management Mechanism Based on Burndown Chart to Reduce the Risk of Software Project Failure. In L. Barolli (Ed.), *Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications* (pp. 197–205). Springer International Publishing.
- Mallidi, R., & Sharma, M. (2021). Study on Agile Story Point Estimation Techniques and Challenges. *International Journal of Computer Applications*, 174(13), 9–14. <https://doi.org/10.5120/ijca2021921014>
- Martins, J. (2024). *Estimación por tallas de camisetas: Qué es y cómo puede ayudarte en la gestión de proyectos*. <https://asana.com/es/resources/t-shirt-sizing>
- Milhazes, T. (2023). *Scrum Implementation within a startup environment: Assuming the role of Scrum Master at Oryon Solutions*.
- Model, K., & Herzwurm, G. (2022). *Software-Supported Product Backlog Prioritization in Scrum Software Development Projects*. <http://ceur-ws.org>

- Moreano Guerra, C. B., Lalangui Aguilar, B. M., Escobar Erazo, T. E., & Mena Freire, V. G. (2023). La facturación electrónica ventajas y desventajas en las pequeñas empresas del Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 3315–3340. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7176
- Muñoz, J., Niola, G., Cáceres, E., Loza, V., & Camacho, P. (2023). Evasión de impuestos y facturación electrónica: afectación para el desarrollo económico social del Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1202–1217. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6267
- Muthucumaru, A. (2021). *The future of collaborative technology within Scrum/Agile practices*.
- Naciones Unidas. (2022). *ODS 9 Industria, innovación e infraestructura | Pacto Mundial ONU · Pacto Mundial*. <https://www.pactomundial.org/ods/9-industria-innovacion-e-infraestructura/>
- Navas, G., Dávila, P., Navas, R., & Silva, N. (2023). *IMPLEMENTACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELECTRÓNICA COMO MATERIAL DE CONSULTA PRESENTADO COMO ESTUDIO DE CASO*.
- Node.js. (2024). *Node.js — About Node.js®*. <https://nodejs.org/en/about>
- Periyasamy, K., & Chianelli, J. (2021). *A Project Tracking Tool for Scrum Projects with Machine Learning Support for Cost Estimation* (Vol. 76).
- PostgreSQL. (2024). *PostgreSQL*. <https://www.postgresql.org/about/>
- Postman. (2024). *What is Postman? Postman API Platform*. <https://www.postman.com/product/what-is-postman/>
- Przybyłek, A., Albecka, M., Springer, O., & Kowalski, W. (2022). Game-based Sprint retrospectives: multiple action research. *Empirical Software Engineering*, 27(1). <https://doi.org/10.1007/s10664-021-10043-z>
- Sassa, A. C., Alves De Almeida, I., Fernandes, T., & Silva De Oliveira, M. (2023). Scrum: A Systematic Literature Review. In *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 14, Issue 4). www.ijacsa.thesai.org
- Sealights. (2024). *The Sprint Backlog: Why It's Important and How to Make it Great*. <https://www.sealights.io/sprint-velocity/the-sprint-backlog-why-its-important-and-how-to-make-it-great/>
- Servicio de Rentas Internas. (2024a). *Facturación Electrónica*. <https://www.sri.gob.ec/facturacion-electronica#%C2%BFqu%C3%A9-es>
- Servicio de Rentas Internas. (2024b). *Facturación Electrónica - Base legal*. <https://www.sri.gob.ec/facturacion-electronica#base>
- Servicio de Rentas Internas. (2024c). *Facturación Electrónica - Información Técnica*. <https://www.sri.gob.ec/facturacion-electronica#informaci%C3%B3n>

- SoapUI. (2024). *Get Started With SOAP and WSDL Testing in SoapUI | SoapUI*.
<https://www.soapui.org/docs/soap-and-wsdl/>
- Spiegler, S., Heinecke, C., & Wagner, S. (2019). Leadership Gap in Agile Teams: How Teams and Scrum Masters Mature. In S. and C. F. Kruchten Philippe and Fraser (Ed.), *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming* (pp. 37–52). Springer International Publishing.
- Spiegler, S. V., Heinecke, C., & Wagner, S. (2021). An empirical study on changing leadership in agile teams. *Empirical Software Engineering*, 26(3).
<https://doi.org/10.1007/s10664-021-09949-5>
- Trello. (2024). *Gestiona los proyectos de tu equipo desde cualquier lugar | Trello*.
<https://trello.com/home>
- Verwijs, C., & Russo, D. (2021). *A Theory of Scrum Team Effectiveness*.
<https://doi.org/10.1145/1122445.1122456>
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723–9762.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- World Wide Web Consortium. (2001). *Web Service Definition Language (WSDL)*.
https://www.w3.org/TR/2001/NOTE-wsdl-20010315#_introduction
- World Wide Web Consortium. (2012). *W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures*. <https://www.w3.org/TR/xmlschema11-1/>
- Zamora, E., & Monar, C. (2024). Facturación Electrónica y su Impacto Económico en las Imprentas Autorizadas por el Servicio de Rentas Internas (SRI) de Manta. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 5(1), 151–171.
<https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i1.83>
- Zamora, L. (2020). Impacto del sistema tributario ecuatoriano en las microempresas Caso Tungurahua. *593 Digital Publisher CEIT*, 4–1(5), 208–222.
<https://doi.org/10.33386/593dp.2020.4-1.239>
- Žužek, T., Kušar, J., Rihar, L., & Berlec, T. (2020). Agile-Concurrent hybrid: A framework for concurrent product development using Scrum. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 28(4), 255–264.
<https://doi.org/10.1177/1063293X20958541>