



Desarrollo e implementación de una plataforma web de planificación estratégica y el pago de remuneración variable con Cuadros de Mando Integral, aplicando una arquitectura orientada a microservicios y técnicas de CI/CD para la entrega de Software como Servicio (SaaS)

Calvopiña Jácome, Miquely Estefany y Casanova Fuertes, Guillermo Josué

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero/a en Sistemas e Informática

Ing. Guerrero Idrovo, Rosa Graciela

19 de agosto del 2022



Tesis_Calvopiña_Casanova_03082022 1 (1).docx

Scanned on: 2:12 August 20, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	219
Words with Minor Changes	91
Paraphrased Words	52
Omitted Words	589



Escaneado e identificado por:
ROSA GRACIELA
GUERRERO IDROVO



Website | Education | Businesses



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“Desarrollo e implementación de una plataforma web de planificación estratégica y el pago de remuneración variable con Cuadros de Mando Integral, aplicando una arquitectura orientada a microservicios y técnicas de CI/CD para la entrega de Software como Servicio (SaaS)”** fue realizado por la señorita Calvopiña Jácome Miquely Estefany y el señor Casanova Fuertes Guillermo Josué; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 19 de agosto de 2022

Firma



Firmado digitalmente por:
ROSA GRACIELA
GUERRERO IDROVO

Ing. Rosa Graciela Guerrero Idrovo MSc.

CC: 1720513322



Departamento de Ciencias de la Computación
Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Calvopiña Jácome, Miquely Estefany y Casanova Fuertes, Guillermo Josué**, con cédulas de ciudadanía n° 2300364524 y n° 0401763230, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Desarrollo e implementación de una plataforma web de planificación estratégica y el pago de remuneración variable con Cuadros de Mando Integral, aplicando una arquitectura orientada a microservicios y técnicas de CI/CD para la entrega de Software como Servicio (SaaS)”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 19 de agosto de 2022

Firma

Calvopiña Jácome, Miquely Estefany

CC: 2300364524

Firma

Guillermo Josué, Casanova Fuertes

CC: 0401763230



Departamento de Ciencias de la Computación
Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Autorización de Publicación

Nosotros, **Calvopiña Jácome, Miquely Estefany y Casanova Fuertes, Guillermo Josué**, con cédulas de ciudadanía n° 2300364524 y n° 0401763230, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"Desarrollo e implementación de una plataforma web de planificación estratégica y el pago de remuneración variable con Cuadros de Mando Integral, aplicando una arquitectura orientada a microservicios y técnicas de CI/CD para la entrega de Software como Servicio (SaaS)"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 19 de agosto de 2022

Firma

Calvopiña Jácome, Miquely Estefany

CC: 2300364524

Firma

Guillermo Josué, Casanova Fuertes

CC: 0401763230

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación se lo dedicamos principalmente a Dios y a nuestros padres, con quienes hemos recorrido un largo camino hasta lograr estar donde estamos y convertirnos en lo que somos. Además, a nuestras hermanas por estar siempre presentes, dando su apoyo a lo largo de nuestras vidas académicas y personales y finalmente, al resto de personas que nos han sido compañía y ayudaron a que esta meta se cumpla con éxito.

Miquely Calvopiña y Guillermo Casanova

Agradecimiento

A nuestras familias, que nos enseñaron a perseverar incluso cuando nos encontremos lejos de ellos, les agradecemos por impulsarnos a conseguir nuestras metas sin importar las dificultades en el camino.

A los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por compartir sus conocimientos y por retornos cada día a ser mejores profesionales y seres humanos, de manera especial a la Ing. Graciela Guerrero quién guio este trabajo de titulación con entrega y paciencia.

Miquely Calvopiña y Guillermo Casanova

Índice de Contenidos

Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de Contenidos	8
Índice de tablas	11
Índice de figuras	13
Resumen	14
Abstract	15
Capítulo I	11
Introducción	11
Antecedentes	11
Planteamiento del problema	12
Objetivos	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Alcance	14
Capítulo II	17
Estado de la cuestión	17

Cadena de búsqueda y palabras claves	17
Criterios de Inclusión y Exclusión	18
Criterios de inclusión	19
Criterios de exclusión	19
Resultados	20
Capítulo III	23
Desarrollo	23
Herramientas	26
Plataforma de desarrollo	26
Django y Django Rest Framework	26
Angular	27
Git y GitHub	30
Herramientas para la gestión empresarial	31
Cuadro de Mando Integral	31
Interfaz de la aplicación	32
Capítulo IV	36
Evaluación y Resultados	36
Evaluación	36
Evaluación técnica del backend	36
Evaluación de usabilidad del frontend	37

	10
Capítulo V	54
Conclusiones y recomendaciones	54
Conclusiones	54
Recomendaciones	55
Trabajos Futuros	56
Bibliografía	58
Apéndices	61

Índice de tablas

Tabla 1 Alcance del trabajo de titulación	14
Tabla 2 <i>Resultados de la cadena de búsqueda en las distintas bases digitales</i>	18
Tabla 3 Especificación técnica de los servidores en el backend.	29
Tabla 4 Requerimientos de software para la ejecución de microservicios.	30
Tabla 5 Resultados de la encuesta demográfica a los participantes.	37
Tabla 6 Formato de respuestas de la escala SUS.	38
Tabla 7 Resultados de la encuesta de usabilidad aplicada a los participantes.	39
Tabla 8 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Visibilidad del Estado del Sistema”.	42
Tabla 9 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Lenguaje de los Usuarios”.	43
Tabla 10 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Control y libertad para el usuario”.	45
Tabla 11 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Consistencia y Estándares”.	46
Tabla 12 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Ayuda a los usuarios para Reconocimiento, Diagnóstico y Recuperación de errores”.	47
Tabla 13 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Prevención de errores”.	49
Tabla 14 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Reconocimiento antes que cancelación”.	50
Tabla 15 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Flexibilidad y eficiencia de uso”.	51

Tabla 16 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Estética de diálogos y Diseño minimalista”. 52

Tabla 17 Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Ayuda general y documentación”. 52

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de flujo con el proceso realizado para obtener los trabajos relacionados incluidos en la revisión luego de la aplicación de criterios de inclusión, exclusión y consentimiento de los investigadores.	20
Figura 2 Arquitectura de la solución planteada	24
Figura 3 Diagrama de casos de uso	25
Figura 4 Esquema de la estructura del contenedor de la base de datos.	28
Figura 5 Interfaz de gestión de personal	32
Figura 6 Interfaz de creación de usuario	33
Figura 7 Interfaz de gestión de cuadros de mando integral	34
Figura 8 Interfaz de inicio para usuarios con rol empleado	35
Figura 9 Puntaje de aceptabilidad del SUS.	41

Resumen

La administración de empresas ha evolucionado a lo largo de los años gracias al uso de nuevas herramientas y tecnologías, por lo que la gerencia debe ir siempre un paso más allá en el uso de nuevas alternativas que permitan obtener mejores resultados. Parte de esta evolución se a la creciente necesidad de la planificación estratégica que pretende alinear la dirección de la empresa con sus objetivos globales e individuales de cada operativo, y los recursos que se necesitan para cumplirlos; dentro de esta planificación se encuentran herramientas como los cuadros de mando integral y la remuneración variable, existentes hace años en métodos manuales, es decir, no existen soluciones web que junten ambas herramientas y sobre todo en español. Es por esto que el objetivo del presente trabajo de titulación es desarrollar una solución que cubra esta problemática y además considere: i) las propuestas de otros autores con sistemas similares, ii) una arquitectura basada en microservicios, y iii) la implementación y análisis al ser aplicada en una empresa real para evaluar tanto el funcionamiento como el diseño del sistema. Finalmente, se obtuvo que la solución desarrollada cumplió satisfactoriamente sus funciones, además de ser bien recibida por la empresa participante, por lo que se considera viable.

Palabras claves: Arquitectura orientada a microservicios, Aplicaciones web, Planificación estratégica, Remuneración variable, Cuadros de mando integral.

Abstract

Business administration has evolved over the years thanks to the use of new tools and technologies, so management must always be one step further in the use of new technologies that allow better results. Part of this evolution is due to the growing need of strategic planning that aims to align the company's management with its global and individual objectives for each operator, and the resources needed to reach them; within this planning there are tools such as balance scorecards and variable remunerations, existing for years in manual methods, but in fact, there is no web solutions that combine both tools and in Spanish. That is why the goals of this degree paperwork is to develop a solution that covers this problem and also considers: i) the proposals of other authors with similar systems, ii) an architecture based on microservices, and iii) the implementation and analyses to be applied in a real company to evaluate both, the operation and the design of the system. Finally, it was obtained that the developed solution satisfactorily fulfilled its functions, in addition to being well received by the participating company, for which it is considered viable.

Keywords: Microservice Oriented Architecture, Web applications, Strategic planning, Variable remuneration, Balanced Scorecard.

Capítulo I

Introducción

El primer capítulo del presente trabajo de titulación aborda diferentes puntos relevantes para su desarrollo, entre los que constan, los antecedentes, planteamiento del problema, justificación del trabajo, alcance, objetivo (tanto general como específicos) y, por último, la estructura que el trabajo va a contemplar en los posteriores capítulos.

Antecedentes

Un estudio del año 2018 menciona que en los últimos 80 años el sistema empresarial a nivel mundial ha experimentado varios cambios (Moreno, Cevallos, & Balseca), de manera tan rápida como se han modificado estilos de vida o comportamientos en la sociedad, es por ello que varias empresas han optado por la gestión o planeación estratégica como solución a este reto, denominado aceleración del cambio.

La planificación estratégica es cada vez más común en distintas organizaciones, sin embargo, un estudio de la planeación estratégica en empresas ecuatorianas (Troya, 2009) indica que los planes estratégicos no siempre llegan a aplicarse correctamente debido a la falta de actitud, conocimiento o herramientas en la etapa de ejecución. Nueve años después del estudio mencionado, esta limitante vuelve a ser detectada por Bonifaz y Pomaquero (2018) en su estudio aplicado en Chimborazo, como causante de que el *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Penipe* no cuente con una metodología para la gestión del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) iniciado en el año 2017.

El cambio es uno de los factores a considerar en la planeación estratégica, ya que cualquier cambio puede convertirse en fuente de oportunidades o amenazas para las organizaciones. Actualmente, en Ecuador y el mundo, los cambios más severos han sido los que ha dejado la pandemia por el COVID-19, ya que han afectado a países no solo en materia de salud, también en el ámbito el financiero con el cierre de negocios, inactividad o desvinculación

de personal. Sin embargo, Huilcapi, Troya y Ocampo (2020) determinan en su estudio que existen pymes que superaron la crisis por el COVID-19 en el país, gracias al uso de buenas prácticas, como la planeación estratégica, porque optimizó sus procesos administrativos y financieros, además de permitir la fijación de objetivos a mediano y largo plazo.

Planteamiento del problema

La planificación estratégica es fundamental para determinar la dirección del negocio, ya que esta define los objetivos a alcanzar, los caminos a tomar y los recursos necesarios para lograrlos. Sin embargo, no basta con que la empresa tenga claros sus objetivos, sino que es necesario el correcto desempeño de los trabajadores para poder ejecutar las estrategias planteadas. Lo que actualmente se considera un problema, ya que la Organización Internacional del Trabajo (2021) en su más reciente estudio encontró que el paso de la pandemia influyó en el contexto empresarial y en países como Ecuador, sus efectos se reflejaron en la destrucción de fuentes de empleo o pérdidas de horas de trabajo, el estudio indica que esta situación mantiene a los trabajadores desmotivados, incurriendo en un decremento de resultados y toma de decisiones incorrectas.

En el presente proyecto de Integración Curricular se busca brindar una solución a los retos que presenta la planificación estratégica y a los problemas por la falta de un vínculo entre las metas asignadas a los trabajadores y el cumplimiento de los objetivos empresariales, a través de uso de tecnologías de software para brindar a las empresas una herramienta que permita gestionar, supervisar y difundir la planificación estratégica, el cumplimiento de objetivos a corto y largo plazo, y la toma de decisiones gerenciales, al mismo tiempo que se brinda una solución para la implementación de la remuneración variable de los empleados según el cumplimiento de metas, con el objetivo de aumentar la motivación de los trabajadores y el compromiso de ellos con la institución.

Justificación

Una planeación estratégica permite establecer un camino a recorrer para alcanzar objetivos, obteniendo una mayor rentabilidad y longevidad del negocio, sin embargo, para ella se necesita mantener una alta satisfacción laboral. Herrera (2014) sostiene que un sistema de retribución motiva el talento de los miembros de una organización y maximiza su obtención de resultados, sin embargo, este es un proceso que debe ser realizado correctamente para que sea percibido como justo.

El papel de las herramientas de software dentro de las organizaciones empresariales es cada vez más notorio e importante gracias a la disminución de errores humanos en procesos administrativos. Actualmente existen alternativas que permiten la gestión de la planificación estratégica empresarial, sin embargo, estas no conectan su funcionalidad con el concepto de remuneración variable. El presente trabajo de titulación busca desarrollar un sistema de fácil implementación que permita a las empresas gestionar de manera sencilla las estrategias institucionales y el cumplimiento de los objetivos, al mismo tiempo que se involucra y motiva a los trabajadores a través de un sistema de remuneración basado en metas cumplidas.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una aplicación web basada en microservicios para la gestión de la planificación estratégica y el pago de remuneración variable en empresas, mediante la aplicación de Cuadros de Mando Integral o Balanced Scorecard y su posterior despliegue a través de servicios cloud.

Objetivos Específicos

- Investigar trabajos relacionados con respecto a la planificación estratégica y remuneración variable haciendo uso de Cuadros de Mando Integral en empresas.
- Desarrollar una aplicación web conformada de diferentes componentes que cumplan con los requerimientos funcionales del sistema, una interfaz gráfica que

permita el fácil uso del sistema y despliegue en ambiente cloud, de manera que pueda ser accedida a ella a través de cualquier navegador web.

- Evaluar la implementación de la aplicación en una empresa, desde la perspectiva del cliente y de los usuarios, mediante métricas de funcionalidad, facilidad de uso y la confiabilidad, a través de encuestas y pruebas.
- Determinar las conclusiones, recomendaciones y posibles oportunidades de mejora en un trabajo a futuro, a partir de los resultados encontrados después de la implementación de la aplicación web.

Alcance

El alcance del presente proyecto de titulación se encuentra dividido como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1

Alcance del trabajo de titulación

Objetivos	Preguntas de investigación	Alcance
Investigar trabajos relacionados con respecto a la planificación estratégica y remuneración variable haciendo uso de Cuadros de Mando Integral en empresas.	<p>a. ¿Existen aplicaciones web para gestionar la planificación estratégica y la remuneración variable?</p> <p>b. De existir aplicaciones similares a la planteada</p>	<p>a. Se investigarán trabajos desde el 2017 hasta el 2022</p> <p>b. Se consultarán trabajos relacionados que estén enfocados en la planificación estratégica y la remuneración variable en empresas.</p>

<p>Desarrollar una aplicación web compuesta de diferentes componentes que cumplan con los requerimientos funcionales del sistema, una interfaz gráfica que permita el fácil uso del sistema y despliegue en ambiente cloud, de manera que pueda ser accedida a ella a través de cualquier navegador web.</p>	<p>a. ¿Qué tecnologías se utilizarán para el desarrollo del sitio web?</p>	<p>a. Para el desarrollo de la aplicación se utilizará Django para Backend, Angular para Frontend y será desplegada sobre la infraestructura de un proveedor de PaaS.</p>
<p>Evaluar la implementación de la aplicación en una empresa, desde la perspectiva del cliente y de los usuarios, midiendo métricas como la funcionalidad, facilidad de uso y la confiabilidad, a través de encuestas y pruebas.</p>	<p>a. ¿En qué empresa se realizará la implementación de la aplicación web? b. ¿Qué técnicas serán usadas para evaluar la usabilidad del sistema?</p>	<p>a. La aplicación será aplicada y evaluada en una distribuidora autorizada de CNT ubicada en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas b. Se utilizarán encuestas y se realizará una evaluación heurística basada en el método de Jakob Nielsen y sus diez principios.</p>

Nota. Esta tabla muestra el alcance que tiene el presente trabajo de titulación, sin embargo, se recalca que este proyecto no abarca la presentación de un sistema en producción abierto al público o instituciones en general. Fuente propia.

Hipótesis de Trabajo

La aplicación web incrementará la motivación en los empleados por cumplir sus metas al recibir remuneraciones por su desempeño y contar con una planificación estratégica eficiente que permita el alcance de los objetivos de la empresa.

Estructura del trabajo

A lo largo de este documento se detallarán los aspectos relevantes sobre el desarrollo y evaluación de la herramienta de software a desarrollar, y de la investigación correspondiente para apoyar este proyecto.

En el primer capítulo se detallan los aspectos necesarios para comprender el contexto del presente proyecto.

El segundo capítulo cuenta con una revisión de la literatura relacionada y las etapas correspondientes para llevar a cabo el estado del arte.

En el tercer capítulo se habla del proceso de desarrollo de la aplicación web, con el objetivo de informar sobre la estructura de la aplicación y el proceso de su construcción y despliegue.

En el cuarto capítulo se habla sobre la evaluación del software y de los resultados obtenidos y, por último, el quinto capítulo contiene las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros obtenidos posteriormente al desarrollo y evaluación del proyecto.

Capítulo II

Estado de la cuestión

El presente capítulo tiene como objetivo realizar una revisión de la literatura obtenida al seguir la metodología Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses PRISMA (2009) como base para realizar un informe de revisión sistemática y metaanálisis guiado por las preguntas de investigación formuladas, las palabras clave y las cadenas de búsqueda definidas.

Preguntas de investigación

Como primer paso en la revisión sistemática, se formularon preguntas de investigación que actúan como guía de la información que se debe buscar en los artículos relacionados. Las preguntas de investigación formuladas se detallan a continuación:

- **RQ1: ¿Existen aplicaciones web para gestionar la planificación estratégica y la remuneración variable?**

El objetivo de esta pregunta de investigación es el conocer si existen herramientas similares a la propuesta y que características, ventajas o desventajas ofrecen.

- **RQ2: En caso existir aplicaciones similares a la planteada, ¿qué tecnologías fueron usadas para su desarrollo?**

De existir aplicaciones similares a la propuesta, el objetivo de la pregunta de investigación es conocer que o cuáles tecnologías son las adecuadas para una gestión de la planificación estratégica de una empresa con el uso de Cuadros de Mando Integral y el cálculo de remuneración variable basado en objetivos.

Cadena de búsqueda y palabras claves

Las palabras claves seleccionadas fueron utilizadas para conformar la cadena de búsqueda ideal, misma que fue implementada en diferentes bases de datos científicas (con los

cambios respectivos) para encontrar artículos relacionados. La cadena de búsqueda obtenida fue la siguiente:

(Balance ScoreCard AND Strategic Planning) OR (Variable remuneration) AND (organization) AND (web application) AND (SaaS)

Luego de la búsqueda de artículos en cada base de datos científica, se obtuvo un total de 541 trabajos relacionados antes de aplicar criterios de inclusión y exclusión, en la Tabla 2 se puede observar el número de artículos obtenidos por base digital.

Tabla 2

Resultados de la cadena de búsqueda en las distintas bases digitales

Bases digitales	Cantidad de artículos
ACM	100
WOC	182
Science Direct	159
Otros	103

Nota. En esta tabla se visualizan los resultados obtenidos por cada base digital. Fuente propia.

Criterios de Inclusión y Exclusión

La cantidad de artículos obtenidos anteriormente no representa la cantidad de artículos utilizados para el presente trabajo de titulación, ya que existe la posibilidad de duplicación o presentación de artículos poco relevantes al tema. Razón por la que se determinaron los siguientes criterios.

Criterios de inclusión

- **I1.** Trabajos publicados desde el año 2018 hasta el 2022
- **I2.** Trabajos enfocados en empresas
- **I3.** Trabajos que investiguen la gestión de la planificación estratégica con cuadros de mando integral o sobre remuneración variable.

Criterios de exclusión

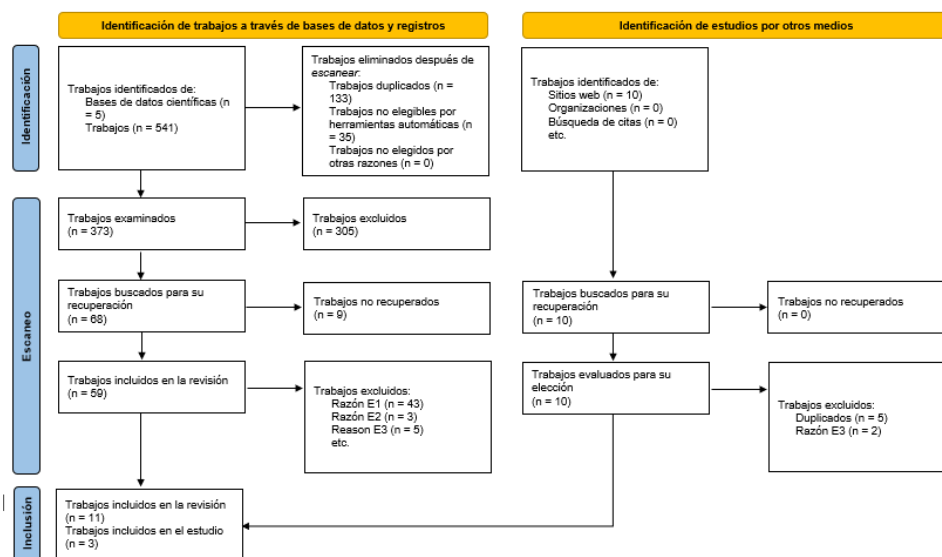
- **E1.** Trabajos que no sean implementados en empresas.
- **E2.** Trabajos que no hagan uso de Cuadros de Mando Integral para la planificación estratégica.
- **E3.** Trabajos que no incluyan uso de herramientas o mejora de una metodología BSC tradicional.

Diagrama de flujo PRISMA

La declaración PRISMA consiste de una lista de 27 ítems y un diagrama de flujo de cuatro fases que deben ser realizadas en orden, con el objetivo de realizar una correcta selección de trabajos para la revisión sistemática (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009). En la Figura 2 se puede observar el diagrama de flujo de estas cuatro fases aplicado a la revisión de artículos relacionados del presente trabajo de titulación.

Figura 1

Diagrama de flujo recomendado por la declaración PRISMA.



Nota. En la figura se utiliza el diagrama de flujo recomendado por la declaración PRISMA que se ha realizado para obtener los trabajos relacionados incluidos en la revisión luego de la aplicación de criterios de exclusión, inclusión y consentimiento de los investigadores.

Resultados

Gallo, Dobrovic, Cabinova, Portlova, Strakova y Mihalcova (2021) mencionan que la gerencia es responsable de adaptarse a la globalización de los mercados con el uso de herramientas y metodologías nuevas como los cuadros de mando integral (Balance Score Card, en inglés), es por eso que hoy en día se pueden encontrar soluciones de software similares a la propuesta en este estudio.

En la revisión sistemática realizada se encontró que el 75% de las herramientas se encuentran en inglés y el 25% restante en español, dentro de este último grupo de herramientas, se encontró la solución de una empresa ecuatoriana que se enfoca únicamente en remuneración variable y que al igual que las demás herramientas, se entrega a los clientes como aplicación

web. Esta información será utilizada para dar respuesta a las preguntas de investigación previamente planteadas:

- **RQ1: ¿Existen aplicaciones web para gestionar la planificación estratégica y la remuneración variable?**

Gallo y autores (2021) encontraron que el 50% de las empresas involucradas en su estudio utilizaban herramientas para la gestión de BSC y mencionan que el desarrollo de sistemas de información y tecnologías hacen posible que las actividades comerciales aumenten y se adapten a las necesidades de los clientes. Las aplicaciones encontradas cuentan con varios años en el mercado, sin embargo, no abarcan la gestión de remuneración variable en conjunto con el BSC, sino que lo hacen de manera independiente y se detallan a continuación:

1. Evolution: Un módulo de remuneración variable desarrollada por una empresa ecuatoriana con gran experiencia en el mercado y con clientes en distintos sectores de la industria como financiero, de gobierno, agroindustrial, minero, agrícola, entre otras (Evolution, 2021). Esta alternativa compone un módulo y no un software independiente, por lo que la implementación del sistema puede requerir de otros módulos, aumentando así los costos y obligando a la adquisición de otras herramientas del mismo proveedor.
2. Actio: La propuesta promete una visión global y gestión integral de los resultados, se basa en el cálculo de remuneración variable en Cuadros de Mando Integral y permite tanto la bonificación por área como por empleado (Actio, 2021), sin embargo, al igual que la solución de Evolution, esta alternativa es un módulo que requiere de otros para funcionar correctamente. Algunas de las organizaciones que utilizan las soluciones de este proveedor son el Tribunal Supremo de Justicia de Brasil, Cemig, Droguerías Araujo, Hospital Israelita Albert Einstein, entre otros.
3. Primeum Incentive Manager: Herramienta que propone una disminución de hasta el 40% en el tiempo y reducción de hasta el 90% en errores de cálculo de la remuneración

variable (Primeum, 2022). No obstante, sus métodos de remuneración no se apegan a la metodología de Cuadros de Mando Integral, ni cuenta con un sistema para la gestión de la planificación estratégica, tal y como se propone en el presente proyecto. Al igual que las opciones anteriores, cuenta con clientes que han implementado sus sistemas con satisfacción, entre ellos Janssen, AstraZeneca, Ferrer, Heineken y otras.

- **RQ2: En caso existir aplicaciones similares a la planteada, ¿qué tecnologías fueron usadas para su desarrollo?**

La mayoría de las alternativas analizadas cuentan con una arquitectura modular, que permite conectar con distintas piezas de software (usualmente del mismo proveedor). Es importante mencionar que, aunque existen herramientas para implementación interna, muchas de ellas se ofertan a través de clientes web y móvil sin necesidad de infraestructura propia.

Capítulo III

Desarrollo

La presente sección del estudio pretende detallar la arquitectura propuesta, además de detallar las herramientas utilizadas y el motivo de uso en la aplicación, además del funcionamiento de la aplicación.

Arquitectura

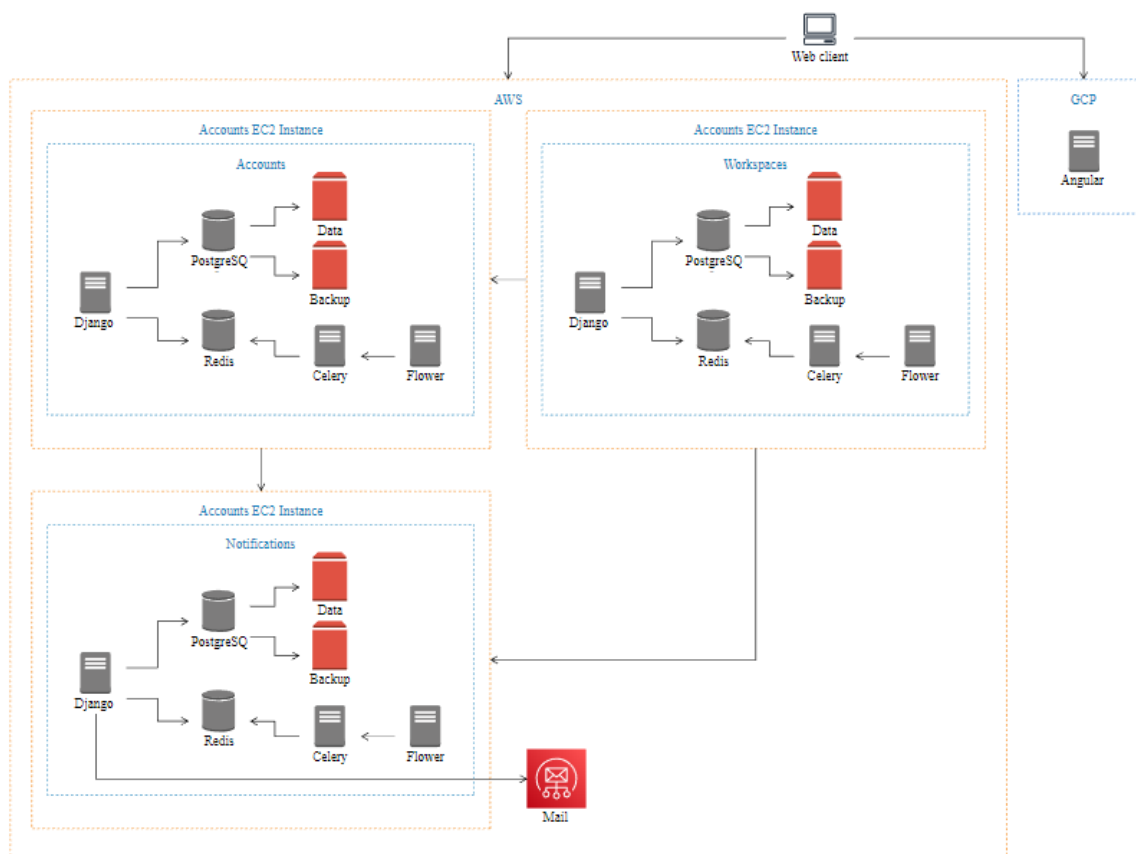
Para el presente proyecto se propone un diseño de arquitectura orientada a microservicios, lo que supone descomponer las especificaciones de la aplicación en forma de microservicios, de manera que estos puedan comunicarse entre sí de manera síncrona a través de APIs REST y también de forma asíncrona según se requiera. Cada microservicio contará con su propia base de datos y se ejecutará en un contenedor dentro de AWS a través de un proceso de entrega continua (CD) mediante GitHub.

La aplicación propuesta contará con un cliente web para el usuario y un sistema de backend con los siguientes microservicios:

- **Cuentas de usuario:** permitirá la gestión de las cuentas de usuario y de los roles que estos tienen en el sistema. Además, abarca operaciones relacionadas a la identificación y autorización de usuarios, así como recuperación de credenciales.
- **Notificaciones:** se encargará de notificar a los usuarios a través de la aplicación web y de correos electrónicos sobre eventos importantes en el sistema.
- **Espacios de trabajo:** incluye todo el funcionamiento de la aplicación relacionado a la gestión estratégica y el cálculo de la remuneración variable.

Figura 2

Arquitectura de la solución planteada



Nota. La figura representa la arquitectura utilizada para el desarrollo del proyecto. Fuente propia.

La solución está diseñada para dos tipos de usuarios como se observa en la Figura 3, el primero se encuentra diseñada para la gerencia de la organización, ya que dentro de sus funciones específicas se encuentran:

- Gestión del personal
- Gestión de objetivos o metas por persona
- Gestión de los cuadros de mando integral generales para la empresa

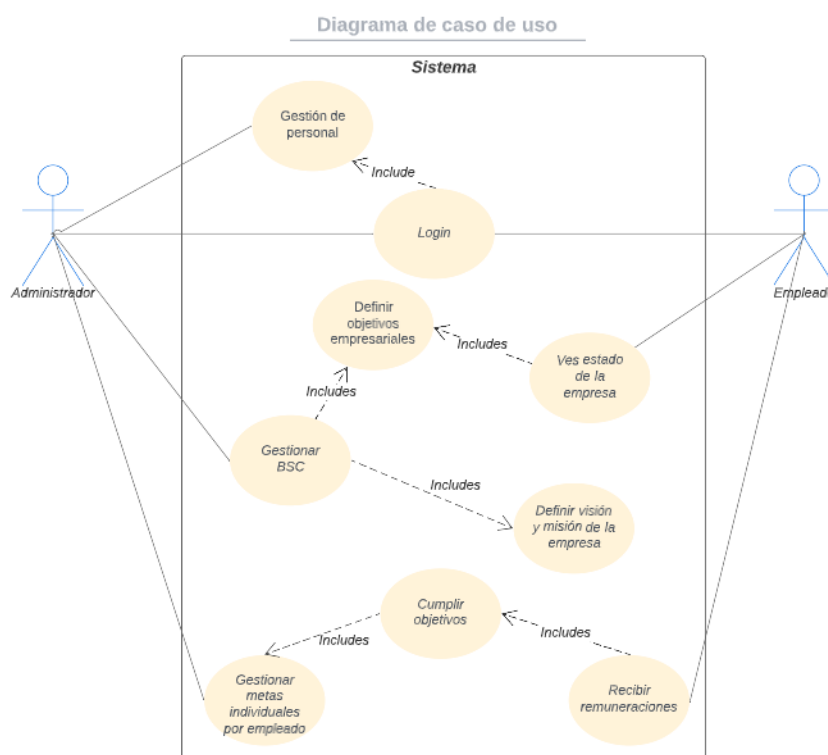
Mientras que el segundo usuario se compone por el empleado, cuyas funciones consisten en:

- Informarse de las metas de la empresa
- Visualizar el cumplimiento de sus propias metas
- Solicitar actualizaciones en sus datos de información

La gerencia, a través de la gestión del personal es la que se encarga de enrolar a los empleados en la plataforma con los datos que ha recibido de este, por lo que el sistema no cuenta con una sección de registro. El sistema hará esta distinción de usuarios tomando en cuenta los roles asignados al momento de agregar un empleado.

Figura 3

Diagrama de casos de uso



Nota. El diagrama representa las acciones principales de los usuarios dentro del sistema.

Fuente propia.

Herramientas

Plataforma de desarrollo

La agenda de transformación digital del Ecuador 2022 - 2025 (ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2022-0022 , 2022) tiene como objetivo impulsar la introducción de soluciones tecnológicas tanto de hardware como de software, haciendo uso de tecnología de vanguardia, como factor clave en la automatización de procesos. Esto, sumado al crecimiento en el acceso a internet que Alvino (2021) menciona que el país obtuvo, donde un 10.17 millones de personas ya son usuarios de internet, motivaron a la decisión de realizar una solución como aplicación web que se encuentre realizada con tecnologías innovadoras que se mencionarán a continuación.

Django y Django Rest Framework

Django es un marco de trabajo desarrollado en Python y enfocado al desarrollo de aplicaciones web. Destaca por ofrecer una experiencia de desarrollo rápido de soluciones, además de ser seguro, escalable, versátil y cargado de funcionalidades que facilitan las tareas más comunes del desarrollo (Django docs, 2022). Por otro lado, Django Rest Framework es un kit de herramientas que extiende la funcionalidad de Django para la implementación de servicios REST (DRF docs, 2022).

En este proyecto, Django será empleado en la creación de los microservicios que componen el backend de la aplicación. Al momento de redacción de este documento, Django es uno de los marcos de trabajo de desarrollo web más utilizados en la industria. Algunas de las organizaciones que lo utilizan son Instagram, The New York Times, Nasa Science, Pinterest, entre otras.

Django fue implementado por la facilidad y rapidez de desarrollo que este marco de trabajo oferta. Además de que dicha herramienta ya incluye varios componentes que aceleran la productividad y la calidad de los resultados, tales como un ORM, un middleware de autenticación

y sitios de administración predeterminados. Cada microservicio que conforma el backend se encuentra configurado para correr sobre contenedores de Docker; fueron construidos sobre Django y exponen REST APIs valiéndose de Django REST Framework.

Angular

Angular es un framework de desarrollo basado en componentes que permite construir aplicaciones web escalables (Angular, 2022). El objetivo del uso de este framework en el proyecto es crear interfaces intuitivas y fáciles de usar, basándose en el diseño centrado en el usuario, que involucra al usuario en todas las fases a lo largo del desarrollo de un producto. El objetivo del diseño centrado en el usuario es la creación de productos que los usuarios encuentren útiles y usables; es decir, que satisfagan sus necesidades teniendo en cuenta sus características (Garreta & Mor, 2022). Fue elegido en parte, por su facilidad de consumo de servicios con la inyección del componente HttpClient en los diferentes servicios, ya que contiene métodos para realizar peticiones HTTP y consumir los servicios REST expuestos por el backend.

PostgreSQL

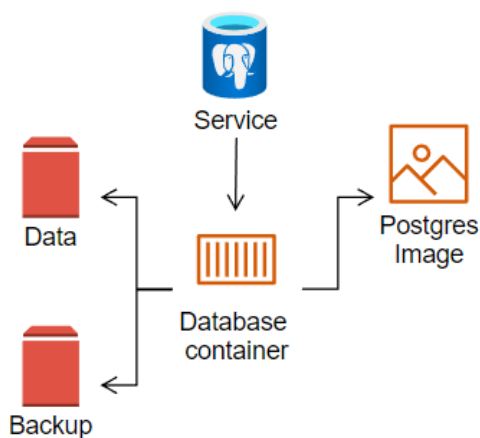
PostgreSQL es el gestor de bases de datos de código abierto más avanzado en todo el mundo. PostgreSQL ofrece una alternativa para la gestión de bases de datos relacionales (PostgreSQL docs, 2022), y se emplea en el presente proyecto para el almacenamiento de los datos necesarios para el funcionamiento de la aplicación.

Para el funcionamiento del backend de la aplicación, varios contenedores son ejecutados con imágenes de Docker. Cada contenedor de PostgreSQL alberga una base de datos para cada microservicio y conecta a dos volúmenes de datos, uno de ellos destinado al almacenamiento de los datos de la aplicación y el otro para los respaldos pertinentes del volumen principal.

Para comprender de mejor manera el funcionamiento de la base de datos en la arquitectura propuesta se presenta el gráfico a continuación. Es necesario que el contenedor para la base de datos ejecute una imagen de Postgres, misma que se obtiene del registro oficial de Docker, sin embargo, esto no es suficiente para garantizar la persistencia de los datos una vez que el contenedor sea detenido, para lo cual es necesario que se asigne un volumen para almacenar los registros de la base de datos de cada microservicio, y también otro que permita almacenar copias de seguridad del volumen principal, esto último con el fin de garantizar la posibilidad de restauración en caso de fallo o corrupción. Una vez configurado todo lo anterior mencionado, el contenedor puede prestar el servicio de base de datos.

Figura 4

Esquema de la estructura del contenedor de la base de datos.



Nota. La figura muestra los componentes necesarios para el funcionamiento del contenedor de la base de datos y persistencia de la información. Fuente propia.

AWS

Amazon Web Services es la plataforma en la nube más adoptada y completa del mundo. Entre otras cosas, permite el despliegue de aplicaciones web, consumo de APIs para servicios

de Inteligencia Artificial, implementación de bases de datos y funcionalidades de seguridad (AWS docs, 2022). Algunas de las empresas que utilizan los Servicios Web de Amazon para la construcción de sus aplicaciones son Coca-Cola, Siemens y Johnson & Johnson (AWS docs, 2022). En el presente proyecto se emplea AWS para el despliegue de la aplicación.

Gran parte de la arquitectura de la aplicación está soportada por los servicios del nivel gratuito de Amazon Web Services, sin embargo, este nivel no abarca la infraestructura suficiente para el despliegue de todos los microservicios, por lo que se tuvo que aceptar ciertos costos de facturación. Para poder desplegar los microservicios de la aplicación fue necesario habilitar instancias de EC2 con las siguientes características:

Tabla 3

Especificación técnica de los servidores en el backend.

Característica	Especificación
Sistema	Ubuntu Jammy 22.04 amd64 server
Memoria RAM	1GB
Almacenamiento	Volumen gp2 8GB.
Número de vCPUs	1

Nota. La tabla muestra las características más importantes de los servidores (AWS EC2 micro t2) implementados en el backend.

Las instancias ejecutadas en EC2 requieren dependencias para ejecutar cada microservicio, de manera que se generó una imagen (AMI) para el posterior despliegue de instancias. A continuación, se detallan los sistemas requeridos en la imagen.

Tabla 4

Requerimientos de software para la ejecución de microservicios.

Requerimiento	Versión	Observación
Docker	19.03.0	
Docker Compose	3.8	
Git	2.37.2	Preinstalada

Nota. La tabla muestra las aplicaciones requeridas en los servidores para el despliegue y ejecución de microservicios en el backend.

Posteriormente fue necesario modificar las reglas de entrada y salida del tráfico de red, para garantizar que los microservicios y el frontend puedan comunicarse entre sí a través de peticiones y respuestas sobre el protocolo HTTP sin la necesidad de configurar reglas para otro tipo de protocolos, gracias a la containerización de cada microservicio, que permitió levantar sus respectivas dependencias a través de una misma configuración de “Docker compose”, por lo que el resto de tráfico se lleva a cabo a través de la red virtual por defecto de Docker.

Git y GitHub

Git es un sistema de control de versiones diseñado para gestionar cualquier tipo de proyecto sin importar su tamaño. Destaca por ser sencillo de aprender y un buen rendimiento (Git docs, 2022).

Es la herramienta para el control de versiones más utilizada en la industria. Entre las empresas que lo utilizan se encuentran Google, Facebook, Microsoft, Twitter, LinkedIn, Netflix, Android y varias más (Git docs, 2022).

Tanto Git como GitHub tuvieron gran participación en la gestión del desarrollo y del despliegue de la aplicación. Git permitió una eficiente gestión y control de cambios, mientras que

los repositorios de GitHub de cada microservicio fueron configurados con distintos “GitHub actions” para garantizar la calidad del código. Principalmente GitHub lleva a cabo la Integración Continua (CI) del proyecto, garantizando que se cumplan las reglas del linter y también la correcta ejecución de las pruebas automáticas; al mismo tiempo de que emite alertas cada vez que el grafo de dependencias necesita ser actualizado.

Herramientas para la gestión empresarial

Cuadro de Mando Integral

Balanced Scorecard (BSC) es un sistema para la planificación y gestión estratégica. Usualmente se utiliza para comunicar lo que la empresa busca lograr, priorizar proyectos, productos y servicios; medir el progreso de los objetivos estratégicos y alinear el trabajo de día a día con la estrategia empresarial (Balanced Scorecard Basics, 2022).

Balanced Scorecard propone examinar la organización desde cuatro puntos de vista: Financiero, del cliente, proceso interno y capacidad organizacional, para luego poder desarrollar los objetivos y las iniciativas necesarias para lograrlos (Balanced Scorecard Basics, 2022).

Dentro de esta metodología se propone la creación de mapas estratégicos con el objetivo de visualizar y comunicar la manera en la que la empresa crea valor. Básicamente un mapa estratégico es un diagrama de relación causa y efecto entre los objetivos estratégicos. Además, es necesario medir el rendimiento de cada objetivo estratégico, para lo cual se especificarán indicadores (KPI), lo cual permite conocer la brecha entre el estado actual y el objetivo planteado. El principal beneficio de estar al tanto del cumplimiento de los objetivos estratégicos es la capacidad para la implementación de iniciativas estratégicas que permitan maximizar el rendimiento organizacional (Balanced Scorecard Basics, 2022).

Interfaz de la aplicación

Las interfaces de la aplicación fueron desarrolladas bajo la normativa de diseño Material Design, que fue implementada en Angular con el módulo Angular Material. En la fase de investigación perteneciente al diseño centrado en el usuario se obtuvieron los requisitos de la aplicación, las necesidades del usuario y las limitaciones y deseos, de ellas se obtuvo que las secciones primordiales de la aplicación sean las siguientes:

- **Gestión de personal**

Como se observa en la figura 5, la gerencia debe contar con el módulo de gestión de personal en donde el personal tiene la opción de cargar los datos de empleados de la empresa, administrar sueldos y metas relacionadas a las de la empresa para cumplir con el objetivo macro de la organización.

Figura 5

Interfaz de gestión de personal

Nombre completo	Correo electrónico	Usuario	Fecha de ingreso	Acciones
Lisa Gutierrez	lisa.gutierrez@inteldirect.com	lgutierrez1	Mar 22, 2018	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Alejandro Valarezo	alejandro.valarezo@inteldirect.com	avalarezo1	Sep 01, 2019	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Jose Gutierrez	jose.gutierrez@inteldirect.com	jpgutierrez1	Dec 18, 2018	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Jacqueline Jacome	jacqueline.jacome@inteldirect.com	jjacome1	Jan 31, 2020	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Anderson Chacon	anderson.chacon@inteldirect.com	achacon1	Nov 16, 2018	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Andrea Perez	andrea.perez@inteldirect.com	aperez1	Mar 02, 2019	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Diana Cruz	amanda.cruz@inteldirect.com	acruz1	Feb 10, 2018	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Alison Zambrano	alison.zambrano@inteldirect.com	azambrano1	Mar 25, 2020	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Valeria Jacome	alexandra.jacome@inteldirect.com	ajacome1	Jul 11, 2022	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Andrea Calahorrano	andrea.calahorrano@inteldirect.com	acalahorrano1	Aug 28, 2022	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Katherine Alvarado	katherine.alvarado@inteldirect.com	kalvarado1	Nov 22, 2019	[Edit] [Delete] [Dropdown]
Carla Gomez	carla.gomez@inteldirect.com	cgomez1	Jul 11, 2021	[Edit] [Delete] [Dropdown]

Nota. La figura representa la visualización de los usuarios en el sistema para acceso a la plataforma, los usuarios consisten en los empleados de la empresa con la distinción de rol de si es administrador o no. Fuente propia.

Por otro lado, en la creación de un usuario en el sistema, se realiza la configuración de su periodo de trabajo, como se observa en la figura 6, un periodo consta de la fecha de inicio, fecha de fin, salario y salario base, tal y como se determina en el contrato de un empleado.

Figura 6

Interfaz de creación de usuario

The screenshot shows a web browser window with the URL 'www.workgoals.tk/users'. The page title is 'Agregar usuario' and the subtitle is 'Usuarios / Crear'. There are 'Cancelar' and 'Agregar' buttons in the top right corner. A progress bar indicates two steps: 'Datos de usuario' (completed) and 'Datos del contrato' (current step). The 'Datos del contrato' section includes the following fields:

- Fecha de inicio: 15-08-2022
- Fecha de fin: 01-01-2035
- Fecha de fin: (dropdown menu)
- Vendedor: (dropdown menu)
- Salario: 0.00
- Salario base: Escribir

There are also two radio button options: 'Dejar vacío para tomar el salario propio del cargo'.

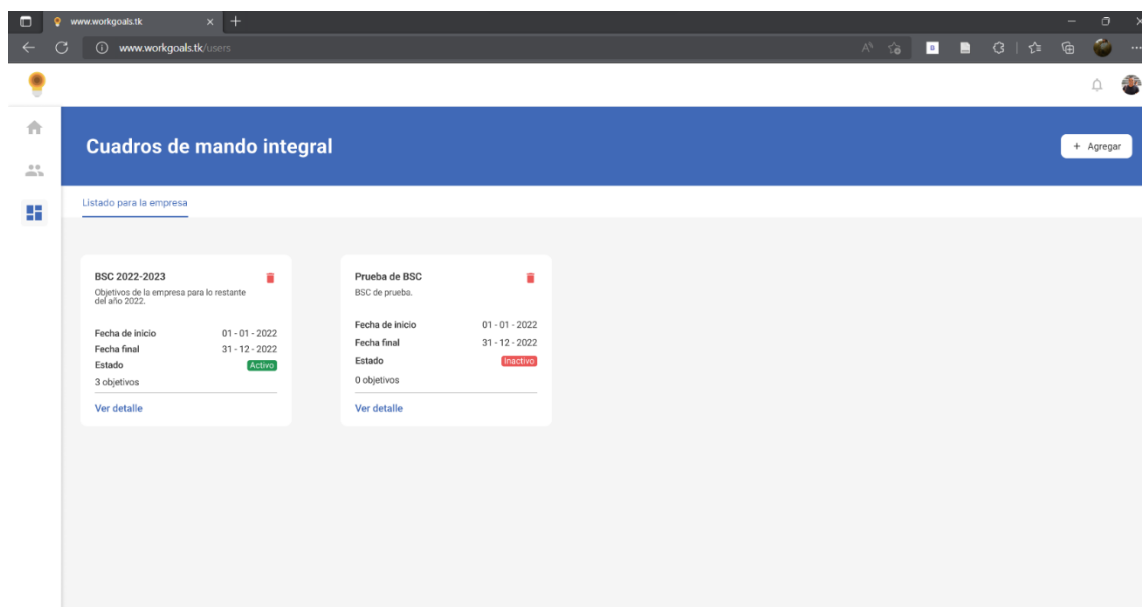
Nota. La figura representa la creación de un usuario, en ella se contempla la definición del periodo de trabajo. Fuente propia.

- **Gestión de Cuadros de mando integral**

La gestión de Cuadros de Mando Integral consta del despliegue de las diferentes planificaciones de la empresa, la figura 7 muestra el cuadro de mando integral que la empresa participante creó para lo restante del año 2023, la interfaz es sencilla para visualizar los elementos más relevantes de ella.

Figura 7

Interfaz de gestión de cuadros de mando integral



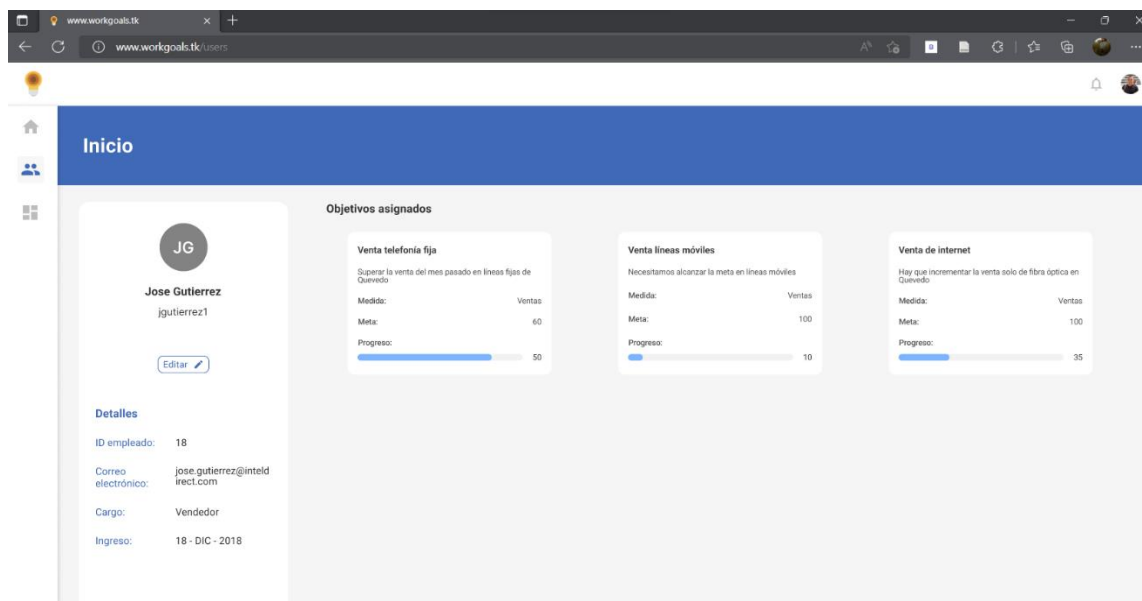
Nota. La figura representa la visualización de los objetivos planteados en el cuadro de mando integral. Fuente propia.

- **Visualización de metas**

De parte del empleado, se puede visualizar los objetivos o metas a cumplir con gráficas que aumenten la motivación de trabajar para recibir la remuneración establecida por meta como se visualiza en la figura 8.

Figura 8

Interfaz de inicio para usuarios con rol empleado



Nota. Visualización de metas por cumplir del lado del empleado. Fuente propia.

Una vez detallada la arquitectura, las herramientas de desarrollo, las funcionalidades y las acciones de los usuarios, se cierra el presente capítulo, alegando que la arquitectura propuesta y las herramientas seleccionadas contribuyeron a un desarrollo y funcionamiento eficaz del sistema.

Capítulo IV

Evaluación y Resultados

En el presente capítulo se evidencia la evaluación de la propuesta presentada en el trabajo de titulación, para ello se han establecido tres secciones: i) Evaluación, ii) Resultados obtenidos y iii) Aprendizaje. La evaluación del sistema consta de las respectivas pruebas de backend y frontend, que, al resultar exitosas, permitieron la implementación del sistema en la empresa participante. Además, la distribuidora autorizada de CTN permitió la aplicación de encuestas sobre la usabilidad de las interfaces del sistema.

Evaluación

Evaluación técnica del backend

Tras la ejecución de los microservicios en el entorno de nube de AWS es necesario contemplar las siguientes consideraciones sobre el funcionamiento del sistema.

- Se desplegaron 3 microservicios en un entorno para pruebas. Cada microservicio engloba contenedores para una base de datos PostgreSQL, una base de datos Redis y los servicios Celery y Flower para monitoreo de procesos encolados.
- Los servidores para microservicios fueron desplegados el 10 de julio del 2022. Dos de ellos encendiéndose y apagándose en la mañana y en la noche, respectivamente con la finalidad de aminorar costos.
- El día 14 de julio y por única vez, los microservicios de Cuentas y Notificaciones quedaron fuera de servicio debido a un consumo excesivo de recursos computacionales tras una actualización. El incidente ocurrió en horario de oficina y fue solucionado en 10 minutos tras la asignación de recursos y reinicio de los servicios.
- En promedio, el tráfico de salida en la red por cada microservicio fue de entre 15 y 20 paquetes cada 5 minutos. El tráfico de entrada tuvo un comportamiento similar.

- El consumo de CPU en los servidores no rebasó el 50%, salvo por una única vez, provocando el incidente antes mencionado.
- Durante la evaluación, se rebasó la cuota gratuita de recursos y se facturó alrededor de \$1.50.

Evaluación de usabilidad del frontend

Según lo establecido por Nielsen (1994), la usabilidad consiste de múltiples atributos, entre ellos los establecidos por la ISO 9241-11: i) eficacia, ii) eficiencia y iii) satisfacción. Para abarcar esto se realizó una encuesta a los participantes de la distribuidora de CNT certificada utilizando la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) y una evaluación de heurísticas establecida por Sánchez, Zata y Jiménez (2017).

Para la evaluación se tomó en cuenta a 20 participantes delegados por la empresa, a quienes se les dio una inducción al uso del sistema, seguido de la aplicación de una encuesta demográfica, cuyos resultados se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5

Resultados de la encuesta demográfica a los participantes.

Pregunta	Respuestas
¿En qué rango de edad se encuentra?	16 a 24 años (35%)
	25 a 33 años (35%)
	36 a 44 años (15%)
	45 a 55 años (15%)
	55 a más (0%)
¿Qué cargo desempeña en la empresa?	Vendedor (55%)
	Jefes de zona (15%)

	Secretaria (15%)
	Gerencia (15%)
¿Con qué genero se identifica?	Masculino (60%)
	Femenino (40%)

Nota. La tabla muestra las aplicaciones requeridas en los servidores para el despliegue y ejecución de microservicios en el backend.

La Escala de Usabilidad del Sistema se encuentra conformada por diez ítems y fue utilizada debido a su facilidad de aplicación, validez y confiabilidad al ser aplicada en muestras con tamaños reducidos. Cada ítem debe ser respondido escogiendo un número en la escala que se puede interpretar como se observa en la tabla 6.

Tabla 6

Formato de respuestas de la escala SUS.

Valor	Medición
1	Totalmente desacuerdo
2	Desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Nota. La tabla muestra la manera de interpretar las opciones de la escala SUS para responder los ítems en la encuesta.

En la Tabla 7 se observa la distribución de las respuestas obtenidas según lo percibido por los participantes en cada ítem, el porcentaje representa la cantidad de personas que optaron por un puntaje en específico.

Tabla 7

Resultados de la encuesta de usabilidad aplicada a los participantes.

Ítem	Respuestas
Creo que me gustaría utilizar este sistema con gran frecuencia.	5 (25%)
	4 (60%)
	3 (10%)
	2 (5%)
Encontré el sistema innecesariamente complejo.	3 (10%)
	2 (60%)
	1 (30%)
Pensé que el sistema era fácil de usar.	5 (25%)
	4 (60%)
	3 (15%)
Pienso que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar el sistema.	3 (15%)
	2 (35%)
	1 (50%)

Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas.	5 (40%)
	4 (40%)
	3 (20%)
Pensé que había demasiada inconsistencia en el sistema.	4 (5%)
	3 (5%)
	2 (35%)
	1 (55%)
Me imagino que la mayoría de las personas aprenderían a utilizar este sistema muy rápidamente.	5 (40%)
	4 (50%)
	3 (10%)
Encontré el sistema muy complicado de usar.	3 (25%)
	2 (40%)
	1 (35%)
Me sentí muy seguro al usar el sistema.	5 (35%)
	4 (45%)
	3 (15%)
	2 (5%)
Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder ponerme en marcha con este sistema.	4 (10%)
	3 (10%)

2 (35%)

1 (45%)

Nota. La tabla muestra los resultados de la aplicación de la encuesta SUS a los participantes.

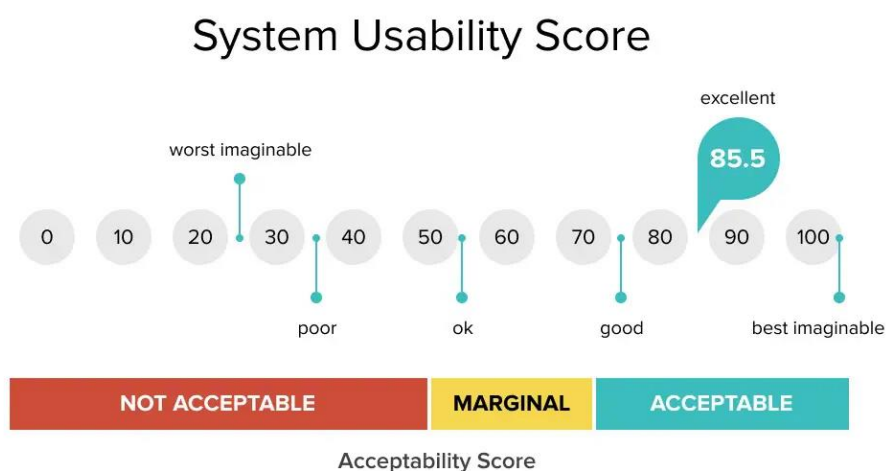
Una vez obtenidos los resultados, se calculó el puntaje SUS de los veinte participantes con la ayuda de la fórmula descrita por Brooke (1995):

$$Score = \left(\left(\sum_{i=2m-1}^{10} item_m - 1 \right) + \left(\sum_{i=2m}^{10} 5 - item_m \right) \right) \times 2.5$$

El presente trabajo de titulación obtuvo una puntuación promedio de 79.5 que cabe dentro de la categoría de bueno como se observa en la figura 9 sobre cómo interpretar el resultado SUS. Este resultado se considera satisfactorio y demuestra que los participantes aceptaron de manera positiva al sistema, sin embargo, existen elementos que pueden y deben ser mejorados.

Figura 9

Puntaje de aceptabilidad del SUS.



Nota. Visualización de las categorías de diseño en base al puntaje SUS obtenido, sirve para la interpretación del resultado y la toma de decisiones en cuanto a diseño. Tomado de (Adobe).

Una vez obtenida la percepción de los participantes sobre las interfaces del sistema, se realizó una comprobación del cumplimiento de los principios heurísticos de Nielsen siguiendo la lista de comprobación de ítems de D. Pierotti descrita por Gonzales (2006) para analizar el estado del sistema con respecto a cada una de las heurísticas.

Tabla 8

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística "Visibilidad del Estado del Sistema".

Ítems	Respuesta
¿Cada parte de la interfaz comienza con un título o encabezamiento que describa el contenido de la pantalla?	SI
¿El esquema de diseño de los íconos y su estética es consistente en todo el sistema?	SI
Cuando se selecciona un ícono particular rodeado por otros íconos, ¿se distingue el ícono seleccionado claramente?	SI
Los menús de instrucciones, puntos de entrada de datos y mensajes de error ¿aparecen en el mismo lugar de la pantalla o en el mismo menú?	SI
Si se utilizan ventanas emergentes (pop-up) para mostrar mensajes de error, ¿permiten estas ventanas que el usuario visualice el error en la interfaz cuando se despliegan?	SI
¿Hay algún tipo de "feedback" para cada acción u operación?	NO

Luego de que usuario completa una acción o un grupo de acciones, ¿el "feedback" del sistema indica que el siguiente grupo de acciones puede comenzarse?	SI
¿Hay algún tipo de "feedback" visual cuando los objetos de la interfaz son seleccionados o movidos?	SI
La terminología utilizada en los menús, ¿es consistente con el dominio de conocimiento del usuario en relación a la tarea a realizar?	NO
Si los usuarios navegan entre diferentes pantallas del sistema, ¿el sistema utiliza etiquetas conceptuales, mapa de menús o marcas de navegación a modo de ayudas para esa navegación?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la primera heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

La tabla 8 se enfoca en los ítems de la heurística de visibilidad del sistema de Nielsen, la cual consiste en mantener a los usuarios informados del estado del sistema a través de retroalimentación. El sistema cumple satisfactoriamente con la mayoría de los ítems en la evaluación, pero como se obtuvo de la encuesta SUS, existen elementos que pueden ser mejorados, en este caso, usar una terminología más familiar para el usuario, lo que se complementa con la segunda heurística, cuyos resultados se reflejan en la tabla 10.

Tabla 9

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística "Lenguaje de los Usuarios".

Ítems	Respuesta
¿Los íconos son concretos y familiares para el usuario?	SI

Dados un determinado usuario, una determinada lista de nombres de ítems y variables para realizar tareas. ¿las opciones en los menús (nombres de los ítems) están ordenadas en la manera más lógica para el usuario?	SI
Si existe una secuencia natural para la selección de elementos en un menú, ¿esta implementada esa secuencia?	SI
Si las formas de los objetos de la interfaz son utilizadas como pistas visuales, ¿conducen con las convenciones culturales de los usuarios?	NO
Los colores seleccionados, ¿corresponden a valores esperados según el código de los usuarios?	NO
Cuando una tecla botón virtual para presionar en la pantalla (prompt) implica una acción necesaria, ¿incluye un mensaje con palabras consistentes con esa acción?	SI
Cuando se ingresan datos en la pantalla, ¿la terminología utilizada para describir la tarea es familiar para los usuarios?	SI
Cuando la pantalla incluye preguntas que debe ser respondidas, ¿el lenguaje de esas preguntas es simple y claro?	SI
Los títulos de los menús, ¿siguen un mismo estilo gramatical?	SI
Los títulos de los menús, ¿siguen un mismo estilo gramatical?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la segunda heurística.

Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

Se observa que existe relación entre lo obtenido en la tabla 9 con la tabla 10 sobre el uso de utilizar lenguaje más común para los usuarios, esto se debe a la terminología empleada para los Cuadros de Mando Integral, que tienen mayor reconocimiento con su nombramiento en inglés o como algunos usuarios participantes mencionaron “lo conocían únicamente como planificación empresarial”.

Tabla 10

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Control y libertad para el usuario”.

Ítems	Respuesta
Cuando una tarea efectuada por el usuario se completa ¿el sistema espera alguna señal del usuario antes de procesar la tarea?	SI
¿Se pregunta al usuario que confirme acciones que tendrán consecuencias drásticas, negativas o destructivas?	SI
¿Los usuarios pueden cancelar operaciones en progreso?	NO
¿Los menús son anchos (muchos ítems) antes que profundos (muchos niveles)?	SI
Si el sistema posee múltiples pantallas para entrada de datos, ¿los usuarios pueden moverse hacia adelante o hacia atrás entre las páginas en el conjunto?	SI
¿Los usuarios pueden revertir sus acciones de manera sencilla?	NO
Si el sistema permite a los usuarios revertir sus acciones, ¿existe un mecanismo que permita deshacer varias acciones de manera simultánea?	NO

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la tercera heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

En base a la tabla 10 referente al control y libertad para el usuario, el sistema ha demostrado oportunidades de mejora, ya que esta heurística habla sobre la necesidad de los usuarios de contar con salidas de emergencia ante acciones por error. En la lista de comprobación de la heurística se puede observar como en la versión actual del sistema, los usuarios no cuentan con escapes en operaciones en progreso o con atajos para revertir acciones por lo que los autores lo consideran importante para el desarrollo de futuras versiones.

Tabla 11

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Consistencia y Estándares”.

Ítems	Respuesta
¿Los formatos de la compañía o de la industria han sido respetados de manera consistente a lo largo de las distintas pantallas del sistema?	SI
¿El abuso de letras en mayúsculas en la pantalla ha sido evitado?	SI
¿No hay más de 12/20 tipos de iconos?	NO
¿Cada ventana posee un título?	SI
¿Es posible utilizar barras de desplazamiento horizontal y vertical en cada ventana?	NO
¿Los menús son presentados de manera vertical?	SI
Si una opción de un menú es la de “salir”, ¿esta opción aparece como último del menú?	NO

Fuentes: hasta tres tipos	SI
Tamaño: Hasta cuatro veces	SI
Color: Hasta cuatro colores diferentes (colores adicionales utilizados ocasionalmente)	SI
¿Se evitan pares de colores espectralmente extremos y altamente cromáticos?	SI
¿Las acciones del usuario están nombradas de manera consistente a lo largo de los diferentes apuntadores del sistema?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la cuarta heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

En la tabla 11 se puede observar que el sistema cumple satisfactoriamente con la cuarta heurística de Nielsen, más conocida como heurística de consistencia y estándares, sin embargo, cabe recalcar que la negativa en el quinto ítem de la lista de comprobación, se debe únicamente a que existe un solo menú dentro del sistema que no cuenta con opción de salir, ya que este se encuentra en la barra de navegación superior de la pantalla para cerrar la sesión del usuario.

Tabla 12

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Ayuda a los usuarios para Reconocimiento, Diagnóstico y Recuperación de errores”.

Ítems	Respuesta
¿Los mensajes de error son gramaticalmente correctos?	SI
¿Los mensajes de error evitan el uso de signos de admiración?	NO
¿Los mensajes de error evitan el uso de palabras violentas u hostiles?	SI

¿Todos los mensajes de error del sistema utilizan un estilo gramatical, una terminología, una forma y abreviaturas consistentes?	SI
Si se detecta un error en un campo de entrada de datos, ¿el sistema posiciona el curso en ese campo o lo resalta de alguna manera?	SI
¿Los mensajes de error informan al usuario sobre la severidad del error cometido?	NO
¿Los mensajes de error sugieren la causa del problema que los ha ocasionado?	NO
¿Los mensajes de error proporcionan información semántica apropiada?	SI
¿Los mensajes de error proveen información sintáctica apropiada?	SI
Si el sistema está pensado para que lo utilicen tanto usuarios expertos como novatos, ¿existen diferentes niveles de complejidad en los mensajes de error disponibles?	NO

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la quinta heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

En los resultados de la tabla 12 se puede establecer una relación con la tabla 10 en el manejo de errores del sistema, ya que la quinta heurística habla sobre la ayuda a los usuarios para el reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores que después de esta evaluación se han establecido como oportunidades de mejora para el sistema.

Tabla 13

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Prevención de errores”.

Ítems	Respuesta
¿Las entradas de datos no son sensibles a mayúsculas siempre que sea posible?	SI
¿El sistema previene a los usuarios de cometer errores siempre que esto sea posible?	NO
¿El sistema alerta a los usuarios si están a punto de cometer un error potencialmente serio?	NO
¿Se han utilizado puntos o guiones bajos (underscores) para indicar la longitud de los campos?	SI
Si el sistema muestra múltiples ventanas, ¿es la navegación entre ellas simple y visible?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la sexta heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

Manteniendo la oportunidad de mejora enfocada en el control de errores, la tabla 13 demuestra su concordancia con tablas anteriores sobre el control y la prevención de errores, queda claro que el diseño de mejores mensajes de error ayuda a la prevención de aparición de errores.

Tabla 14

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Reconocimiento antes que cancelación”.

Ítems	Respuesta
¿Las áreas de texto tienen “espacios de respiración” que las rodean?	SI
¿Existe una distinción visual obvia entre los menús en donde solo es posible seleccionar múltiples opciones?	SI
¿Se han agrupado los ítems en zonas lógicas, utilizando encabezamientos para distinguir entre dichas zonas?	SI
Las zonas ¿tienen como máximo entre doce y catorce caracteres de ancho, y entre seis y siete líneas de alto?	SI
¿Las zonas han sido separadas por espacios, líneas, color, letras, títulos resaltados, líneas de separación o áreas sombreadas?	SI
¿Se utilizan los bordes para identificar grupos significativos?	NO
¿La codificación de color es consistente dentro de todo el sistema?	SI
¿Existe buen contraste de brillo y de color entre los colores usados para imágenes y fondo?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la séptima heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

La tabla 14 se enfoca en el reconocimiento antes que cancelación, es decir, en la importancia de que el usuario no necesite esforzarse en recordar la información de una pantalla

para seguir su proceso en otra, es mejor mantener los elementos que necesite a la vista, lo que la lista de comprobación determina que el sistema cumple satisfactoriamente.

Tabla 15

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Flexibilidad y eficiencia de uso”.

Ítems	Respuesta
¿El sistema ofrece atajos para “encontrar siguiente” y “encontrar previo” en búsquedas en bases de datos?	NO
¿Si las listas de menús son cortas (siete ítems o menos), ¿pueden los usuarios seleccionar in ítem moviendo el cursor?	SI
En las pantallas de entradas de datos, ¿los usuarios tienen la opción de hacer “clic” directamente sobre un campo o utilizar un atajo de teclado?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la octava heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

La tabla 15 cuenta con tres ítems de la lista original a cumplir por el hecho de que el sistema es web y no realizaba la gran mayoría de los ítems que en el formulario inicial se mencionaban, sin embargo, esta tabla se enfoca en la octava heurística sobre la flexibilidad y eficiencia de uso que habla sobre tener elementos que igualen el campo para usuarios inexpertos y experimentados, lo que el lenguaje humano utilizado en el sistema cumple y ha sido mencionado por los usuarios participantes en las pruebas de usabilidad.

Tabla 16

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Estética de diálogos y Diseño minimalista”.

Ítems	Respuesta
¿La información esencial para tomar decisiones (y solo esta información) es mostrado en la pantalla?	SI
¿Los íconos son visualmente distinguibles de acuerdo a su significado conceptual?	SI
¿Cada ícono esta resaltado con respecto a su fondo?	SI
¿Cada pantalla de entrada de datos incluye un título simple, corto, claro y suficientemente distintivo?	SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la novena heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

Otra característica del sistema que ha sido mencionada por los usuarios participantes en las pruebas fue el uso de información relevante y diseño minimalista, la tabla 16 demuestra el cumplimiento del sistema con esta heurística que busca facilidad de entendimiento para los usuarios al utilizar únicamente información relevante para los procesos.

Tabla 17

Resultados de la lista de comprobación sobre la heurística “Ayuda general y documentación”.

Ítems	Respuesta
¿Existe una interfaz de ayuda?	NO

Navegacional (¿dónde estoy?)

SI

Nota. La tabla presenta los resultados de la lista de comprobación para la décima heurística. Ítems tomados de (Gonzales, Afra, & Lorés, 2006).

Para las evaluaciones de usabilidad con los usuarios participantes se realizó un manual de introducción al sistema, sin embargo, la décima heurística va más allá de eso y denota la necesidad de que el sistema disponga de una pantalla de ayuda y documentación que sea fácil de buscar y que cuente con información sobre las tareas del usuario. Cabe recalcar que, pese a este apartado de ayuda, el sistema es y siempre debería ser usado sin que el usuario sienta la necesidad de usar la documentación en cada etapa o proceso.

Finalmente, tras realizar ambas pruebas de usabilidad del frontend, se determinó que, para un primer acercamiento, el sistema desarrollado se encuentra en buenas condiciones, puede ser usado por cualquier tipo de usuario y cumple con su función, lo que, al mismo tiempo, sustenta el desarrollo del presente trabajo ya que, al comentarlo con los participantes, el sistema impulsa la participación y el cumplimiento de metas para la empresa a comparación del método manual antes usado.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Tras la culminación del presente trabajo de investigación se puede concluir, de manera general, que el principal objetivo de la misma fue cumplido. Se logró desarrollar, implementar y poner a prueba una aplicación web orientada a microservicios que sirve como herramienta para facilitar la gestión de la planificación estratégica empresarial y los procesos de pago basados en remuneración variable por el cumplimiento de objetivos. La calidad del software en cuanto a funcionalidad cumple con las características necesarias de aceptabilidad, y de igual manera si se habla de la usabilidad del sitio, esto se concluye tras el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación. No obstante, se debe tener en cuenta que el producto generado es únicamente una herramienta y por tanto no garantiza buenos resultados si esta no es bien empleada.

De forma específica y referenciando a los objetivos específicos de este proyecto, se puede también obtener las siguientes conclusiones.

- Se logró obtener una versión de prueba del sistema planteado que implementa de manera exitosa la funcionalidad requerida para la gestión de la planificación estratégica empresarial y el cálculo de la remuneración variable basada en el cumplimiento de objetivos. La aplicación fue implementada en la infraestructura de AWS y evaluada bajo los parámetros planteados en la definición del presente proyecto.
- De la evaluación a los usuarios se concluye que la usabilidad del sitio es aceptable y la aplicación en general es relativamente fácil de usar. No obstante, la accesibilidad del sitio podría mejorarse implementando características de personalización que se adapten a un mayor número de tipo de usuarios, como el uso de una tipografía de mayor tamaño para

personas de edad avanzada, o herramientas de narración para personas con discapacidad visual, por colocar solo algunos ejemplos.

- La aplicación en cuestión cumple con la funcionalidad principal planteada como objetivo del proyecto, sin embargo, es posible el desarrollo de nuevos componentes que brinden herramientas importantes para los usuarios como predicciones basadas en los datos históricos o sugerencias inteligentes para una correcta planificación de objetivos. Si bien es cierto que esto no forma parte del planteamiento inicial, resulta interesante mencionarlo y recalcarlo como un posible trabajo futuro.
- El presente proyecto de investigación dio como uno de sus principales resultados una aplicación orientada a microservicios desplegada en la nube, y esto implica que se deben cancelar ciertos costos al proveedor de infraestructura (cómputo, almacenamiento, email, red y direcciones IP públicas). Estos costos dependen de la escalabilidad y capacidad de concurrencia que la empresa requiera del sistema, dando de esta forma la oportunidad de adaptar flexiblemente los precios de operación al presupuesto institucional.

Recomendaciones

Con toda la información obtenida del proceso de desarrollo y evaluación se han establecido las siguientes recomendaciones:

- Incluir publicaciones en su mayoría en el idioma inglés, ya que desafortunadamente el término “Cuadros de Mando Integral” no se encuentra tan comúnmente usado como “Balance Score Card”.
- Realizar soluciones tecnológicas centradas en el usuario permite enfocar su diseño a las necesidades de las personas para las que va dirigido el desarrollo, ya que este proceso permite determinar sus puntos de dolor que al final se traducen en oportunidades de mejora. Las soluciones diseñadas con el usuario final en el centro de ellas, dan paso a

una buena experiencia del cliente, es decir, dan paso a una buena percepción cada vez que el usuario interactúa con el sistema.

- Ampliar el tiempo de implementación de la solución para tener mayor información sobre el cumplimiento de los objetivos de una empresa a largo plazo de la mano del sistema propuesto en este trabajo de titulación, pese a que el tiempo utilizado ha reflejado un correcto funcionamiento y mejor acompañamiento que las herramientas utilizadas anteriormente a esta solución.
- Se recomienda, previo a la implementación de sistemas ejecutados sobre la nube, la consideración de la concurrencia y escalabilidad que la empresa requiere del sistema, esto con la finalidad de poder predecir el costo de mantener la aplicación en línea y destinar el presupuesto necesario. Es imposible conocer con exactitud los valores de facturación, pero se puede mencionar que en gran parte dependerá directamente de factores como el número de usuarios y la medida de uso.

Trabajos Futuros

El presente trabajo de investigación y el proyecto planteado dejan algunas líneas de investigación que pueden ser estudiadas por trabajos futuros. A continuación, se presentan algunos temas que no fueron abordados por exceder el alcance planteado en este proyecto, pero que podrían ser abordados en trabajos a futuro.

- Realizar un estudio del impacto generado en la planificación estratégica y motivación del personal a largo plazo debido a la implementación de plataformas como la desarrollada en este proyecto. Si bien en este trabajo se llevó a cabo una evaluación de aquello, podría ser interesante un estudio más exhaustivo y prolongado para obtener resultados más precisos.
- Implementar nuevos componentes de software para extender la funcionalidad del sistema planteado. La arquitectura presentada se encuentra orientada a microservicios y expone

APIs que pueden utilizarse para implementar nuevas funcionalidades, tales como generación personalizada de reportes, analítica de datos, predicciones de rendimiento y sugerencias inteligentes en la planificación estratégica empresarial.

- Desarrollo de una aplicación móvil que le otorgue al usuario una alternativa al aplicativo web. El estudio del impacto de las notificaciones en tiempo real de los eventos en el sistema y la extensión del alcance del aplicativo podría revelar importantes diferencias con respecto a los resultados obtenidos con la interfaz web.
- Mejorar la prevención de errores a través del diseño de alertas de error con información más detallada y complementar con acciones de recuperación de desastres para que el usuario aumente su confianza con el sistema y sienta mayor control sobre el mismo.

Bibliografía

- Actio. (2021). *Actio*. Obtenido de <https://actiosoftware.com/en/home-actio-software/>
- Adobe. (s.f.). *The System Usability Scale & How it's Used in UX*. Obtenido de Adobe XD Ideas: <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-testing/sus-system-usability-scale-ux/>
- Alvino, C. (5 de Mayo de 2021). *Branch*. Obtenido de Estadísticas de la situación digital de Ecuador en el 2020-2021: <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-ecuador-en-el-2020-2021/#:~:text=La%20C%C3%A1mara%20Ecuatoriana%20de%20Comercio%20Electr%C3%B3nico%20p%C3%B3blico%20que%20el%20comercio,para%20el%202021%20estima%20crecimiento>
- Angular. (2022). *Angular*. Obtenido de What is Angular?: <https://angular.io/guide/what-is-angular>
- Bonifaz, L. E., & Pomaquero, J. C. (2018). PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA Y GESTIÓN PÚBLICA POR OBJETIVOS: CASO DE ESTUDIO GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PENIPE – CHIMBORAZO – ECUADOR. *Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Brooke, J. (1995). SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*
- Gallo, P., Dobrovic, J., Cabinova, V., Pártlova, P., Straková, J., & Mihalcova, B. (2021). Increasing the Efficiency of Enterprises in Tourism Sector Using Innovative Management Methods and Tools. *Social Sciences*.
- Garreta, D. M., & Mor, P. E. (2022). Diseño centrado en el usuario. *Universidad Oberta de Catalunya*, 58.
- Gonzales, M., Afra, P., & Lorés, J. (2006). Evaluación Heurística. *La Interacción Persona Ordenador* (págs. 1-40). AIPO Press.

- Herrera, S., Sabogal, M. C., & Soto, A. L. (2014). *Impacto de la implementación de un esquema de compensación variable en la efectividad organizacional para la empresa Profamilia*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Huilcapi , N. Ú., Troya, K. T., & Ocampo, W. L. (2020). Impacto del COVID-19 en la planeación estratégica de las pymes ecuatorianas. *Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento Recimundo*, 76-85.
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la sociedad de la información. (27 de Julio de 2022). ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2022-0022 . *Agenda de transformación digital del Ecuador 2022 - 2025*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*.
- Moreno, C. J., Cevallos, D. M., & Balseca, N. I. (2018). La planeación estratégica en el sector empresarial ecuatoriano. Estudio de caso: Cerraduras Ecuatorianas S.A. *Revista Espacios*, 18.
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. California: Morgan Kaufmann.
- Plus Monkey. (2021). *Evolution*. Obtenido de Software de talento humano en Ecuador: <https://www.evolution.com.ec/software-de-talento-humano-recursos-humanos-nomina.html>
- Primeum. (2022). *Primeum*. Obtenido de Softwares dedicated to Incentive Compensation: <https://www.primeum.com/en/software-incentive-compensation>
- React. (2022). *React*. Obtenido de <https://es.reactjs.org/>

Sánchez, J. F., Zapata, C. M., & Jiménez, J. A. (2017). Evaluación heurística de la usabilidad de software para facilitar el uso del computador a personas en situación de discapacidad motriz. *Revista EIA*, 63-72.

Trabajo, O. I. (2021). *Empleo mundial y perspectivas sociales*. Ginebra: ILO Publications.

Troya, A. J. (2009). *La Planeación Estratégica en la empresa ecuatoriana*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar / Corporación Editora Nacional.

Apéndices