

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



PROYECTO DE GRADO
SOFTWARE DE LOGÍSTICA Y GESTIÓN DE BUSES PARA TRANSPORTE DE
PASAJEROS Y ENVÍO DE ENCOMIENDAS.

CASO: EMPRESA DE TRANSPORTES CALI INTERNACIONAL

Proyecto de Grado para obtener el Título de Licenciatura en Informática

Mención: Ingeniería de Sistemas Informáticos

POSTULANTE: BLADIMIR WILSON RAMOS ESCOBAR

TUTOR: Ph. D. FRANZ CUEVAS QUIROZ

NUESTRA SEÑORA DE LA PAZ – BOLIVIA

2024

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	2
1.1.1. Antecedentes institucionales.	3
1.1.2. Proyectos similares	6
1.2. OBJETO DE ESTUDIO.	8
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	8
1.4. JUSTIFICACIÓN	9
1.5. OBJETIVOS	10
1.5.1. Objetivo general	10
1.5.2. Objetivos específicos.	10
1.6. ALCANCES Y LÍMITES	11
1.6.1. Alcances	11
1.6.2. Límites	11
1.7. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS	13
2.1.1. Logística	13
2.1.2. Transporte	13
2.1.3. Pasajero	14
2.1.4. Sistema de transporte.	15

2.2.	RESERVA Y VENTA DE PASAJES	15
2.2.1.	Proceso de reserva y venta de pasajes	15
2.2.2.	Emisión y gestion de boletos	15
2.2.3.	Cambios y cancelaciones	16
2.3.	LOGÍSTICA DE ENVÍO DE ENCOMIENDAS	16
2.3.1.	Encomienda	16
2.3.2.	Proceso de recepción	17
2.3.3.	Clasificación de encomiendas	17
2.3.4.	Embalaje y etiquetado	18
2.3.5.	Entrega al destinatario.....	18
2.4.	GESTIÓN DE BUSES.....	19
2.4.1.	Asignación de rutas	19
2.4.2.	Programación y asignación de conductores.....	19
2.5.	MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	20
2.5.1.	Autoridad de regulación y fiscalización de telecomunicaciones y transportes ...	20
2.5.2.	Ley general del transporte	21
2.5.3.	Reglamento regulatorio de transporte terrestre de pasajeros y carga	22
2.6.	INGENIERÍA DE SOFTWARE	25
2.7.	MODELO EN CASCADA	26
2.7.1.	Análisis y definición de requerimientos	27
2.7.2.	Diseño del sistema y del software	27
2.7.3.	Implementación y prueba de unidad	28
2.7.4.	Integración y prueba de sistema	28

2.7.5.	Operación y mantenimiento.	29
2.8.	INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS.	29
2.8.1.	Requerimientos funcionales.	29
2.8.2.	Requerimientos no funcionales.	30
2.8.3.	Actividades de la ingeniería de requerimientos.	30
2.9.	MODELO ENTIDAD - RELACIÓN	38
2.9.1.	Componentes del modelo.	39
2.10.	BASE DE DATOS	40
2.10.1.	Base de datos relacional	40
2.10.2.	Modelo relacional.	41
2.10.3.	Normalización	41
2.11.	PATRÓN DE DISEÑO WEB	43
2.12.	DISEÑO EN FORMA DE F.	43
2.13.	PATRÓN DE ARQUITECTURA	45
2.14.	PATRÓN MODEL-TEMPLATE-VIEW (MTV)	46
2.15.	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	47
2.16.	PRUEBAS	48
2.16.1.	Pruebas unitarias	49
2.16.2.	Pruebas integración	49
2.16.3.	Pruebas de sistema.	49
2.16.4.	Pruebas de aceptación	49
2.17.	MODELO DE CALIDAD BOEHM	50
2.17.1.	Estructura jerárquica del modelo de calidad Boehm	50

3.	MARCO APLICATIVO	53
3.0.1.	Requerimientos funcionales.	53
3.0.2.	Requerimientos no funcionales	53
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55

1 INTRODUCCIÓN

Los avances actuales de la informática (2024) y la difusión global de la Internet han cambiado la manera en que se desarrollan las actividades de la sociedad en los ámbitos de la comunicación, la calidad de vida y el comercio. Internet ofrece nuevas alternativas de negocio ya que esta nos permite llegar a una audiencia masiva y a un gran número de posibles clientes; se puede ofrecer nuestros servicios a un mercado mucho mayor porque el tiempo y la distancia dejan de ser obstáculos (Abarca et al., 2009).

Este desarrollo de la tecnología y su notable avance han hecho posible que los sistemas de información se integren en empresas, ya sean pequeñas, medianas o grandes. La competitividad del mercado ha sido el principal impulsor de este fenómeno, ya que obliga a las organizaciones a actualizar y mejorar sus mecanismos operativos para seguir siendo eficientes. Es fundamental en este escenario incorporar un sistema de información que no solo facilite la gestión y control de las operaciones, sino también brinde una solución completa para mejorar los procedimientos internos de la empresa. La adopción de estos sistemas tecnológicos brinda beneficios importantes al facilitar un seguimiento más preciso, la automatización de tareas repetitivas y una toma de decisiones mejorada mediante el uso de datos confiables en tiempo real. Además de mejorar la eficiencia operativa, esta acción también fortalece la capacidad de adaptación de la empresa a las demandas cambiantes del mercado.

Según Casanueva y García (2000) una empresa es como una entidad que mediante la organización de elementos humanos, materiales, técnicos y financieros proporciona bienes o servicios

a cambio de un precio que le permite la reposición de los recursos empleados y la consecución de unos objetivos determinados. Manejar grandes cantidades de información dentro de cualquier empresa demanda un nivel elevado de responsabilidad, usualmente, las compañías ponen más énfasis en la promoción de sus productos o servicios, sin embargo, es crucial no descuidar el aspecto administrativo.

Para las empresas de transporte y logística la digitalización de sus servicios se ha convertido en un factor crucial para la competitividad y eficiencia, la integración de soluciones tecnológicas ha permitido a muchas organizaciones optimizar sus operaciones y mejorar la experiencia del cliente. Las empresas de transporte y logística enfrentan la necesidad de modernizar sus sistemas para satisfacer las expectativas de sus clientes.

En este contexto, el desarrollo de un software de logística y gestión de buses para transporte de pasajeros y envío de encomiendas representa una oportunidad significativa para modernizar las operaciones y mejorar la experiencia del cliente.

Introducción Capítulo 1

Introducción Capítulo 2

Introducción Capítulo 3

Introducción Capítulo 4

1.1. ANTECEDENTES

La transformación digital ha impactado significativamente a diversas industrias, incluida la del transporte y la logística. La creciente demanda por servicios rápidos, eficientes y accesibles ha impulsado a las empresas a adoptar tecnologías avanzadas para mejorar sus operaciones.

La implementación de software especializado en la venta de pasajes y gestión de encomiendas no es un concepto nuevo, pero su evolución ha sido notable. Con el tiempo, la incorporación de tecnologías más avanzadas, como bases de datos relacionales, interfaces de usuario mejoradas

y capacidades de integración con otros sistemas, ha permitido el desarrollo de soluciones más robustas y eficientes. Estos avances han sido impulsados por la necesidad de mejorar la experiencia del cliente, reducir costos operativos y aumentar la competitividad en un mercado cada vez más exigente.

La adopción de tecnologías como la computación en la nube, el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de big data ha abierto nuevas posibilidades para la gestión integral de operaciones en el transporte terrestre. Estas tecnologías permiten la creación de ecosistemas digitales donde la venta de boletos, la gestión de flotas y el manejo de encomiendas pueden integrarse de manera fluida y eficiente. Sin embargo, el desarrollo e implementación de tales sistemas integrales presenta desafíos significativos, desde la complejidad técnica hasta la necesidad de adaptarse a diversas regulaciones y prácticas operativas existentes.

A nivel global, muchas empresas de transporte y logística han adoptado con éxito plataformas digitales para la venta de pasajes y gestión de encomiendas, logrando mejoras significativas en sus operaciones. Por ejemplo, compañías de renombre han implementado sistemas que permiten a los clientes reservar boletos y rastrear envíos en tiempo real, lo que ha aumentado la satisfacción del cliente y optimizado el flujo de trabajo interno.

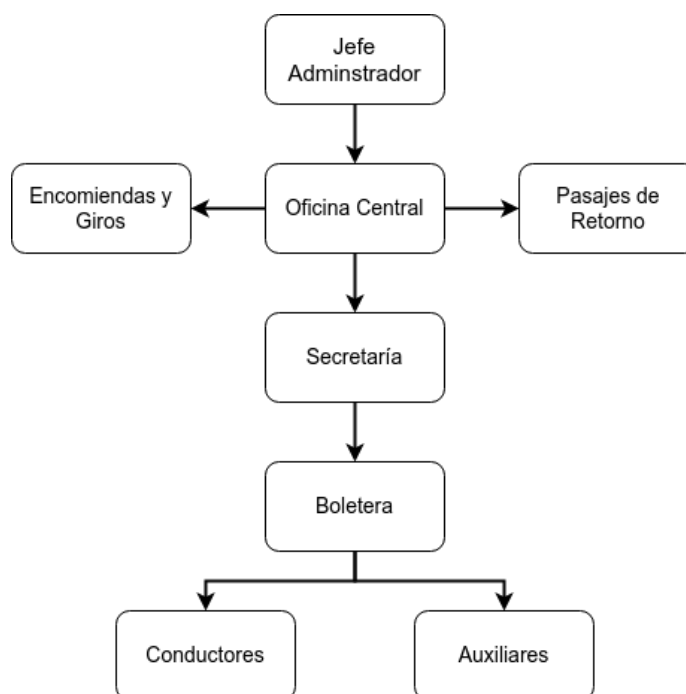
1.1.1. Antecedentes institucionales

La empresa de transportes Cali Internacional, con sede en la Terminal de Buses de La Paz y número de NIT 491462023, es una compañía destacada en el sector del transporte y la logística en Bolivia, desde su fundación, Cali Internacional ha brindado servicios de venta de pasajes y gestión de encomiendas, ganándose una sólida reputación por su compromiso con la calidad y la satisfacción del cliente. La ubicación estratégica en la Terminal de Buses de La Paz permite a la empresa atender a un amplio espectro de clientes, facilitando tanto los viajes como el envío de paquetes de manera eficiente y segura.

A lo largo de los años, Cali Internacional ha experimentado un crecimiento constante, adaptándose a los cambios del mercado y las necesidades de sus clientes. La empresa ha reconocido la importancia de incorporar tecnologías avanzadas para mejorar sus operaciones y mantenerse competitiva. Actualmente, enfrenta el desafío de modernizar sus procesos tradicionales de venta de pasajes y gestión de encomiendas, buscando una solución tecnológica que optimice sus operaciones y reduzca las ineficiencias. A continuación, en la (figura 1.1) se muestra el organigrama de la empresa de transportes Cali Internacional.

Figura 1.1

Organigrama de la empresa de transportes “Cali Internacional”.



Nota. Organigrama obtenido en entrevista con el administrador.

En la figura 1.1, se observa la estructura organizativa de la empresa, destacando los diferentes cargos que desempeñan los empleados, que van desde el administrador hasta los auxiliares de apoyo. Dentro del negocio, se encuentran los boleteros y conductores, quienes son responsables de la atención directa a los pasajeros y la operación de los vehículos. Paralelamente, en la oficina

central se gestionan las encomiendas, que son recibidas, clasificadas y preparadas para su envío. Cada uno de estos roles desempeña una función esencial para el funcionamiento eficiente y efectivo de la empresa, asegurando que tanto el transporte de pasajeros como la gestión de encomiendas se realicen con éxito y dentro de los estándares de calidad establecidos.

Misión de la empresa

Proporcionar servicios de transporte y logística de alta calidad, enfocándose en la venta de pasajes y el envío de encomiendas, con el objetivo de satisfacer plenamente las necesidades de nuestros clientes. Nos comprometemos a ofrecer un servicio eficiente, seguro y confiable, contribuyendo al bienestar y comodidad de nuestros usuarios.

Visión de la empresa

Ser la empresa líder en el sector del transporte y la logística en Bolivia, reconocida por nuestra innovación, eficiencia operativa y excelencia en el servicio al cliente. Aspiramos a expandir nuestra presencia y mejorar continuamente nuestros servicios para mantenernos a la vanguardia de la industria.

Objetivo general de la empresa

El objetivo general de Cali Internacional es consolidar y expandir nuestra posición en el mercado del transporte y la logística, mejorando continuamente la calidad de nuestros servicios y adoptando tecnologías avanzadas para optimizar nuestras operaciones y satisfacer las necesidades cambiantes de nuestros clientes.

Objetivos específicos de la empresa

- Mejorar la experiencia del cliente mediante la oferta de servicios más rápidos, seguros y fiables.
- Capacitar continuamente a nuestro personal para asegurar que estén equipados con las habilidades necesarias para manejar las nuevas tecnologías y brindar un servicio de alta

calidad.

- Implementar prácticas sostenibles en nuestras operaciones, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la responsabilidad social corporativa.

1.1.2. Proyectos similares

Para la presente investigación se han considerado los siguientes antecedentes:

Hurtado Samaniego (2019). “Aplicación web administrativa para reserva de servicios de transporte y envío de encomiendas para la empresa Romero y Asociados (AMBASEUR) de la ciudad de Ambato”. En este proyecto, se implementó una aplicación web para automatizar los procesos manuales de una empresa, mejorando la gestión de reservas de transporte y envíos de encomiendas. La plataforma permite publicitar las actividades de la empresa y recopilar información precisa sobre los clientes. Desarrollada utilizando la metodología XP, la aplicación facilita la adaptación rápida a cambios y la incorporación de funciones adicionales, como un chat en línea, optimizando así la eficiencia y aumentando la base de clientes.

Mora (2022). “Sistema gestión de servicio de viajes para la empresa Nuestra Señora de la Asunción C.I.S.A.”, esta investigación se centra en automatizar los procesos manuales de la empresa Nuestra Señora de la Asunción CISA mediante un sistema informático. En la primera etapa, se diagnosticaron los módulos de viajes, tráfico y ventas, entrevistando a responsables clave y recopilando los requerimientos necesarios. En la segunda etapa, se desarrolló un sistema informático web responsive que procesa automáticamente la información de estos módulos, integrando análisis, diseño y programación orientada a objetos, culminando en un sistema integrado con soporte audiovisual.

Arévalo Pineda y Vargas Gallardo (2021). “Desarrollo de una aplicación web para agilizar los procesos de la compra y venta de boletos de buses interprovinciales en el terminal de Milagro.”, este proyecto desarrolló un sistema web para la compra y venta de boletos en el terminal terrestre del

Cantón Milagro, con el objetivo de agilizar el proceso de boletería sin necesidad de contacto físico en ventanilla. Tras entrevistar a los socios del terminal para identificar los requisitos funcionales y no funcionales, se eligió la metodología ágil SCRUM para la organización y monitoreo constante del proyecto. El sistema se implementó utilizando Python, con Pycharm como IDE, Bootstrap 4 y Adminlte3 como plantillas, y PostgreSQL como base de datos. El resultado fue un sistema que satisface las necesidades del cliente, mejorando significativamente la experiencia de compra de boletos..

Sosa Pajuelo (2019). “Sistema informático web para la gestión de pasajes de la empresa de transporte Turismo Transol Barranca S.A.C.”, en la tesis se propone como objetivo principal desarrollar un sistema informático web para la gestión de pasajes en la empresa de transportes Turismo Transol Barranca S.A.C., abarcando tanto la venta como la reserva de boletos. Este sistema busca optimizar el tiempo de procesamiento mediante el uso de tecnología web. La investigación se llevó a cabo con un enfoque descriptivo, un diseño no experimental y un corte transversal, utilizando una población de 42 personas y una muestra de 6 usuarios. Se aplicó la metodología Proceso Unificado de Rational (RUP), empleando el Lenguaje de Modelamiento Unificado (UML) para la construcción de diagramas de casos de uso, facilitando el análisis del software. El sistema fue desarrollado en Java, con MySQL como gestor de datos y MySQL Workbench 6.3 CE para el modelado de la base de datos, entre otras herramientas que ayudaron a cumplir los requisitos de diseño. Los resultados permitieron agilizar los procesos de venta y reserva de pasajes, mejorando el manejo de la información y extendiendo el alcance a los clientes, lo que fortaleció el posicionamiento competitivo de la empresa a nivel regional.

Vivas Mena (2019). “Propuesta de implementación del sistema web de venta de boletos de viaje y gestión de encomiendas para la empresa Transportes Montero S.A.C. Piura; 2018.”, en esta investigación que fue desarrollada por la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, se centró en la mejora de procesos en organizaciones peruanas mediante la implementación de un sistema web para la venta de boletos y gestión de encomiendas en la empresa TRANSPORTES MONTERO S.A.C. en 2018. La investigación, de tipo cuantitativo y descriptivo con diseño no experimental y corte transversal, incluyó una muestra de 14 trabajadores. Los resultados mostraron que el 63 por ciento de los empleados consideraba que la empresa brindaba calidad en procesos y servicios, el 84 por ciento creía que los sistemas web agilizan los procesos, y el 81 por ciento opinaba que dichos sistemas eran eficientes, confirmando así la hipótesis planteada.

1.2. OBJETO DE ESTUDIO

Software de logística y gestión de buses para transporte de pasajeros y envío de encomiendas, el cual va automatizar y mejorar la venta de pasajes, así como en la recepción, procesamiento y envío de encomiendas.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa de transportes Cali Internacional, se encuentra ante diversos retos importantes en cuanto a administrar sus procesos tanto de venta de pasajes como de envío de paquetería, estas operaciones son llevadas a cabo de forma manual, lo que genera ineficiencias en el funcionamiento, largos tiempos de espera para los clientes y una alta posibilidad de cometer errores. Además de afectar negativamente la experiencia del cliente, estos problemas también restringen las posibilidades de crecimiento y competencia efectiva en un mercado cada vez más digital, la implementación de soluciones tecnológicas integrales se ha convertido en una estrategia clave para optimizar procesos.

Algunos de los problemas mas frecuentes son:

- Largos tiempos de espera en la compra de pasajes y envío de encomiendas debido a la falta de automatización.
- Errores en la gestión de reservas y envíos, lo que puede resultar en pérdidas financieras

y descontento entre los clientes.

- Falta de visibilidad y control sobre la demanda de servicios, lo que limita la capacidad de la empresa para ajustar su oferta y optimizar recursos.
- Dificultad para generar reportes y análisis que ayuden en la toma de decisiones estratégicas para la empresa.

Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo mejorar la venta de pasajes y la gestión de envío de encomiendas en la empresa Cali Internacional?

1.4. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un software de logística y gestión de buses para transporte de pasajeros y envío de encomiendas representa una respuesta estratégica ante la creciente demanda de soluciones tecnológicas en el sector de transporte y logística. La automatización de estos procesos no solo optimiza las operaciones internas, sino que también reduce significativamente los errores humanos y mejora la eficiencia. En vista de ello la mayoría de organizaciones se ha visto obligada a desarrollar un sistema web de calidad que brinde un mejor servicio a la comunidad, mejorando su imagen corporativa, demostrando que están al día con las nuevas tecnologías (Nuñez & Tituaña, 2005).

Además, este proyecto aborda la necesidad de ofrecer un servicio más accesible y conveniente para los clientes. En un entorno donde la digitalización se ha vuelto imprescindible, la adopción de un sistema informático para estos servicios es una ventaja competitiva que no se puede ignorar.

La digitalización de estos procesos en una plataforma única no solo agilizará las operaciones al automatizar tareas repetitivas y reducir la necesidad de intervención manual, sino que también mejorará significativamente la precisión y la transparencia de la información. Esta mejora permitirá a la empresa ofrecer un servicio más coherente y eficiente, ya que todos los datos estarán

centralizados y accesibles en tiempo real, lo que facilitará una gestión más efectiva de los recursos. Además, la integración de estos procesos en una sola plataforma reducirá costos operativos al eliminar redundancias y optimizar el uso de la infraestructura tecnológica. En última instancia, esto resultará en una mejor experiencia para el cliente, aumentando su satisfacción al recibir un servicio más rápido y confiable, y posicionando a la empresa como líder en innovación y eficiencia dentro de su sector.

Este proyecto se adapta a la necesidad de mantenerse al día con las tendencias tecnológicas actuales. Las empresas están siendo revolucionadas por la transformación digital, y aquellas que no se adapten corren el riesgo de quedarse atrás. Cuando la empresa implementa un software especializado, no solo se adapta a estas tendencias, sino que también está preparada para hacer frente a los desafíos futuros como la necesidad de incorporar nuevas tecnologías y responder a las demandas del mercado en constante cambio.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Desarrollar un software de logística y gestión de buses para transporte de pasajeros y envío de encomiendas para la empresa de transportes Cali Internacional de la ciudad de La Paz.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar los procesos actuales de venta de pasajes y envío de encomiendas en la empresa de transportes Cali Internacional para identificar las áreas de mejora y las necesidades tecnológicas específicas.
- Formular un diseño de interfaz centrado en la experiencia del usuario, facilitando su interacción con el sistema.
- Elaborar el diseño de la base de datos relacional a partir del análisis de los requerimientos del sistema, para llevar a la Tercera Forma Normal (3FN) y almacenar los datos.

- Diseñar el back-end para gestionar la venta de pasajes y el envío de encomiendas, asegurando la integración eficiente con la base de datos y la correcta ejecución de las operaciones solicitadas por los usuarios a través de la plataforma digital.
- Generar reportes y análisis de datos que facilite la toma de decisiones informadas por parte de la administración de la empresa.

1.6. ALCANCES Y LÍMITES

1.6.1. Alcances

El desarrollo de la presente investigación se encuentra dentro de los siguientes alcances:

- El proyecto abarcará la creación de una plataforma digital que permita a los usuarios realizar la compra de pasajes y la gestión de envíos de encomiendas de manera eficiente y segura.
- Se desarrollará un sistema de gestión de usuarios que permitirá a los empleados: iniciar sesión y gestionar las ventas de pasajes y envíos de encomiendas, mientras que los administradores podrán supervisar y manejar las operaciones.
- Se implementarán módulos que automatizarán tareas repetitivas como la generación de recibos, el seguimiento de envíos y la asignación de asientos en los buses de transportes.
- El sistema incluirá un módulo de reportes que permitirá a los administradores generar informes detallados sobre las ventas, la ocupación de los transportes, y la gestión de encomiendas.
- La plataforma será accesible desde diferentes tipos de dispositivos, incluyendo computadoras, tabletas, y smartphones, garantizando una experiencia de usuario consistente y accesible.

1.6.2. Límites

Los límites de la investigación son los siguientes:

- El sistema estará diseñado inicialmente para cubrir las operaciones de la Empresa de transportes Cali Internacional en su sede de la Terminal de Buses en La Paz.

- La integración se centrará en los sistemas internos existentes de la empresa.
- El software será compatible con las plataformas y dispositivos especificados.
- El soporte se limitará a las funcionalidades implementadas, las actualizaciones o desarrollos adicionales quedarán para fases futuras.

1.7. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La importancia del estudio del proyecto radica en la necesidad de modernizar los procesos operativos de empresas de transporte y logística, especialmente en un entorno donde la eficiencia y la rapidez son factores clave para la competitividad. En la actualidad, muchas empresas en este sector aún dependen de sistemas manuales o desactualizados que ralentizan las operaciones, sino que también incrementan el riesgo de errores humanos, afectando directamente la calidad del servicio ofrecido al cliente. Este proyecto, por lo tanto, no solo aborda una necesidad tecnológica, sino que también busca mejorar la experiencia del cliente al ofrecerle un servicio más ágil y fiable.

Desde una perspectiva social, este estudio tiene una importancia significativa al contribuir al avance tecnológico en un sector que afecta directamente a un gran número de personas. Al mejorar la eficiencia y la precisión en la venta de pasajes y el envío de encomiendas, se generan beneficios directos no solo para la empresa, sino también para los usuarios finales, quienes experimentarán un servicio más confiable y accesible. Esto, a su vez, puede fomentar una mayor confianza en los servicios digitales en general, impulsando el uso de la tecnología en otras áreas de la vida diaria.

Finalmente, la importancia de este estudio también reside en su capacidad para servir como modelo para futuras implementaciones tecnológicas en empresas similares. La metodología empleada, así como los desafíos superados durante el desarrollo del software, pueden ofrecer valiosas lecciones para otros proyectos dentro del sector, promoviendo un enfoque más sistemático y eficiente en la adopción de tecnologías de la información en la industria del transporte y la logística.

2 MARCO TEÓRICO

2.1. LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS

2.1.1. Logística

“Logística es planificar, operar, controlar y detectar oportunidades de mejora del proceso de flujo de materiales (insumos, productos), servicios, información y dinero. Es la función que normalmente opera como nexo entre las fuentes de aprovisionamiento y suministro y el cliente final o la distribución. Su objetivo es satisfacer permanentemente la demanda en cuanto a cantidad, oportunidad y calidad al menor costo posible para la empresa.”(Carro & González Gómez, 2013)

2.1.2. Transporte

Según Koch (2001): “El concepto de “transporte” hace referencia al traslado de personas y mercancías de un lugar a otro por diversas razones en el menor tiempo posible. En el caso de las personas, destacan los motivos laborales, de estudio o de satisfacción de otras necesidades como el ocio, el acceso a servicios de salud, entre otros; en el caso de las mercancías, la necesidad de producción de bienes industriales y de consumo y la posterior comercialización de estos hacen del proceso de transporte un elemento central.” Por su parte en la Ley General de Transporte (2011): “Se denomina transporte al traslado de un lugar a otro de personas y carga.”

El transporte es un componente de la logística, que se refiere al conjunto de recursos y estrategias utilizados para organizar un servicio o administrar una empresa. En el ámbito comercial, la logística se relaciona con el envío de productos al lugar adecuado, en el momento correcto y bajo las condiciones necesarias. Por lo tanto, el transporte de mercancías es una parte integral de la

logística. El propósito de una empresa es asegurar que la distribución y venta de sus productos se realice de manera eficiente y al menor costo posible. En este contexto, el transporte abarca tanto los vehículos como las infraestructuras asociadas, como camiones, barcos, trenes de carga, carreteras y puertos.

También existen dos tipos de transporte, el público y el privado.

Se habla de transporte público, para hacer referencia a los autobuses, trenes y otras unidades móviles que sirven para la movilización de los ciudadanos de una comunidad y que está solventado y manejado por el Estado vigente. Cabe señalar que en algunos casos, dichos coches pertenecen a empresas privadas que tienen algún tipo de acuerdo con el gobierno y han asumido la responsabilidad de brindar un servicio determinado a la comunidad. Resulta importante señalar que esta clase de transporte no tiene como propósito la generación de ganancias, sino que debe cumplir con un fin social y ser útil para la comunidad. Por ejemplo: “Los transportes públicos están colapsados y requieren de mayores inversiones para poder satisfacer las necesidades de la población”.

El transporte privado, en cambio, es el que pertenece a individuos o empresas particulares. En este caso los responsables de la manutención de dichos vehículos son sus dueños, al igual que serán quienes respondan por ellos en caso de accidente.

2.1.3. Pasajero

En la Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano’ (2012) en su artículo 59 se define a los usuarios o pasajeros como “Las personas naturales o jurídicas que utilizan un vehículo del servicio público o privado de transporte, para trasladarse de un origen a un destino a cambio de una tarifa establecida o remuneración convenida, son considerados usuarios o pasajeros en el marco de la presente Ley Municipal.”

2.1.4. Sistema de transporte

De acuerdo con García (2016): “Un sistema de transporte desde la perspectiva informática es una red interconectada de componentes físicos y digitales que utiliza tecnologías avanzadas de información y comunicación para optimizar el flujo de personas y mercancías. Incluye sistemas de gestión de tráfico, planificación de rutas en tiempo real, control de flotas y plataformas de información al usuario, todos ellos integrados mediante software especializado y bases de datos.”

2.2. RESERVA Y VENTA DE PASAJES

2.2.1. Proceso de reserva y venta de pasajes

El proceso de reserva y venta de pasajes es un componente fundamental en la operación de cualquier empresa de transporte de pasajeros. Según Aparicio (2013), este proceso implica una serie de pasos secuenciales que permiten al cliente asegurar su lugar en un viaje específico. Tradicionalmente, las empresas de transporte han utilizado diversos canales para la reserva y venta, incluyendo puntos de venta físicos, call centers, y más recientemente, plataformas en línea.

2.2.2. Emisión y gestión de boletos

La emisión y gestión de boletos es un proceso crítico que ha evolucionado significativamente con la tecnología. Agenjo y Mateu (2008) describen dos tipos principales de boletos en el transporte moderno: los electrónicos (e-tickets) y los impresos tradicionales. Independientemente del formato, los boletos deben contener información esencial como datos del pasajero, detalles del viaje, asiento asignado y un método de validación.

El proceso de emisión, según García (2016), debe ser ágil y estar vinculado directamente con la confirmación del pago. La gestión eficiente de boletos implica un sistema robusto de validación, ya sea en terminales o a bordo de los vehículos, así como la capacidad de reimpresión en caso de pérdida. Además, como señala Robusté Antón (2005), el seguimiento y registro de los boletos emitidos es importante para el control operativo y financiero de la empresa de transporte.

2.2.3. Cambios y cancelaciones

La gestión de cambios y cancelaciones es un aspecto delicado que requiere un equilibrio entre la flexibilidad para los clientes y la protección de los intereses de la empresa. Según Tejero (2015), las políticas de cambios y cancelaciones deben ser claras, especificando plazos permitidos y cargos aplicables.

El proceso de solicitud de cambios, como describe Castellanos Ramírez (2015), implica la verificación de disponibilidad para nuevas fechas y el cálculo de diferencias tarifarias. En cuanto a las cancelaciones, el sistema debe determinar el monto del reembolso según la política establecida. La gestión de reembolsos, de acuerdo con García (2016), debe ser eficiente y transparente, ofreciendo múltiples métodos según las preferencias del cliente.

Un aspecto importante señalado por Rivera et al. (2002) es la reasignación de asientos liberados, lo que permite optimizar la ocupación de los vehículos. Además, el registro detallado de cambios y cancelaciones proporciona datos valiosos para el análisis de patrones de comportamiento de los clientes y la mejora continua de los servicios.

En conjunto, estos procesos de reserva, emisión de boletos y gestión de cambios y cancelaciones forman la columna vertebral de la operación de venta de pasajes en una empresa de transporte. Su eficiente implementación y gestión son cruciales para la satisfacción del cliente y el éxito operativo de la empresa.

2.3. LOGÍSTICA DE ENVÍO DE ENCOMIENDAS

2.3.1. Encomienda

La encomienda es el objeto o paquete que se transporta de un punto a otro a través de un servicio de mensajería o transporte. Según Lambert y Stock (2001), “una encomienda representa una unidad logística que debe ser gestionada y tratada como tal, garantizando su integridad desde el origen hasta el destino final”. En el contexto del transporte de encomiendas, es fundamental contar

con un sistema que permita la correcta identificación, seguimiento y gestión de cada paquete.

García (2016) destaca que el concepto de encomienda ha evolucionado con el tiempo, especialmente con el auge del comercio electrónico. Actualmente, las empresas de transporte deben estar preparadas para manejar una amplia gama de artículos, desde documentos hasta productos perecederos, cada uno con sus propios requisitos de manipulación y transporte. Esta diversidad exige sistemas flexibles y adaptables que puedan responder a las necesidades cambiantes de los clientes y del mercado.

2.3.2. Proceso de recepción

El proceso de recepción es la primera etapa en la gestión de encomiendas, donde se verifica la información proporcionada por el remitente, se inspecciona el paquete y se registran los detalles necesarios para su envío. De acuerdo con García (2016), este proceso implica la verificación inicial del paquete, el registro de información relevante y la asignación de un identificador único. Escudero Serrano (2019) enfatiza la importancia de este paso para garantizar la trazabilidad y el manejo adecuado de la encomienda durante todo su trayecto.

Con el avance de las tecnologías, muchas empresas han implementado sistemas que automatizan el proceso de recepción, permitiendo la digitalización de la información desde el inicio del proceso logístico. Esto facilita un flujo continuo de datos entre las distintas etapas del envío, reduciendo errores humanos y optimizando los tiempos de procesamiento.

2.3.3. Clasificación de encomiendas

La clasificación de encomiendas es un paso fundamental para optimizar el proceso de envío. Según i Cos, De Navascués et al. (2001), las encomiendas se pueden clasificar según diversos criterios, como tamaño, peso, destino, urgencia o tipo de contenido. Tejero (2015) señala que una clasificación eficiente permite una mejor planificación de rutas y utilización de los espacios de carga.

Escudero Serrano (2019) agrega que la clasificación también juega un papel crucial en la

priorización de los envíos y la asignación de recursos. Por ejemplo, las encomiendas urgentes o perecederas pueden requerir un tratamiento especial y rutas más directas. Además, una clasificación adecuada facilita el cumplimiento de regulaciones específicas, como las relacionadas con el transporte de mercancías peligrosas o artículos restringidos.

2.3.4. Embalaje y etiquetado

El embalaje y etiquetado son procesos críticos para garantizar la integridad y correcta identificación de las encomiendas. Castellanos Ramírez (2015) destaca que el embalaje debe proporcionar protección adecuada según la naturaleza del contenido y las condiciones del transporte. Esto puede incluir el uso de materiales de amortiguación, envoltorios impermeables o contenedores especializados para artículos frágiles o sensibles a la temperatura.

El etiquetado, por su parte, es igualmente importante, ya que proporciona la información necesaria para la correcta identificación del paquete. Esta información incluye los datos del remitente y del destinatario, instrucciones especiales de manejo y, en muchos casos, códigos de seguimiento que permiten rastrear el paquete en tiempo real. Ballou (2004) menciona que un etiquetado claro y preciso es esencial para evitar errores en la clasificación y garantizar que el paquete llegue a su destino de manera eficiente. Las tecnologías modernas, como los códigos QR, también han facilitado este proceso, permitiendo una gestión más ágil de los envíos.

2.3.5. Entrega al destinatario

La entrega al destinatario es la fase final en la logística de encomiendas, y su éxito depende en gran medida de la eficiencia de los pasos previos. Según García (2016), este proceso implica la verificación de la identidad del destinatario, la obtención de una firma de recepción y la resolución de cualquier incidencia que pueda surgir. Tejero (2015) resalta la importancia de la puntualidad y la integridad de la entrega como factores clave en la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa de transporte.

Sin embargo, la entrega puede enfrentarse a diversos retos, como la ausencia del destinatario en el momento de la entrega o dificultades de acceso en ciertas áreas geográficas. Para contrarrestar estos problemas, empresas líderes en logística han implementado políticas de entrega flexible, que permiten a los clientes seleccionar franjas horarias de entrega, puntos de recogida o reprogramar la entrega.

2.4. GESTIÓN DE BUSES

2.4.1. Asignación de rutas

La asignación de rutas es uno de los procesos clave en la gestión de transporte de pasajeros, ya que su correcta planificación puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Según Molinero y Arellano (2005), este proceso implica la determinación de los recorridos óptimos que deben seguir los vehículos para cubrir la demanda de pasajeros de manera eficiente. Los autores señalan que una asignación de rutas efectiva debe considerar factores como la densidad poblacional, los patrones de viaje de los usuarios, la infraestructura vial disponible y las restricciones operativas de la empresa.

También Ballou (2004) destaca que la planificación de rutas tiene como objetivo maximizar la eficiencia operativa mediante la reducción de distancias y tiempos muertos. Ballou resalta que una asignación óptima de rutas no solo mejora la utilización de los vehículos, sino que también contribuye a una mejor satisfacción del cliente, al reducir los tiempos de entrega y los costos asociados.

2.4.2. Programación y asignación de conductores

La programación y asignación de conductores es un componente esencial en la gestión de buses, que busca optimizar el uso del recurso humano y garantizar la operación eficiente de los servicios. Según Mauttone et al. (2002), este proceso implica la optimización de recursos humanos para garantizar la cobertura eficiente de las rutas y horarios establecidos. Ibarra-Rojas y Rios-Solis

(2012) enfatizan la importancia de sincronizar los horarios de los conductores con los tiempos de llegada y salida de los vehículos, lo que no solo mejora la puntualidad del servicio, sino que también reduce los tiempos de espera para los pasajeros. Esta sincronización debe tener en cuenta factores como los períodos de descanso obligatorios, los cambios de turno y las variaciones en la demanda de pasajeros a lo largo del día.

Por otro lado, Molinero y Arellano (2005) añaden que la programación debe considerar no solo la eficiencia operativa, sino también el bienestar de los conductores, incluyendo aspectos como la fatiga, las preferencias personales y el equilibrio entre trabajo y vida personal. Esto subraya la necesidad de un enfoque holístico que balancee las necesidades operativas con las consideraciones humanas en la gestión del personal de transporte público.

2.5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

2.5.1. Autoridad de regulación y fiscalización de telecomunicaciones y transportes

La Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes (ATT), es una institución pública, técnica y operativa, con personalidad jurídica y patrimonio propio, independencia administrativa, financiera, legal y técnica, transitoriamente dependiente del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, de acuerdo a la Ley 164.

La ATT, tiene como objetivo regular las actividades que realizan las personas naturales y jurídicas, privadas, comunitarias, públicas, mixtas y cooperativas en los sectores de telecomunicaciones, transportes, tics y servicios postales, asegurando que se garantice los intereses y derechos de los consumidores y usuarios, los intereses del país y el desarrollo del sector, promoviendo la economía plural e inclusiva prevista en CPE, y brindando posibilidades para que más habitantes puedan acceder a los servicios (ATT, 2017).

2.5.2. Ley general del transporte

”Ley Nro. 165 de transporte, El Sistema de Transporte Integral - STI, en todo el Estado Plurinacional de Bolivia, se rige por la Constitución Política del Estado, los Tratados, Convenios e Instrumentos Internacionales, la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, la presente Ley, normas sectoriales y otras normas específicas del ordenamiento jurídico del Estado Plurinacional.”
(Ley General de Transporte, 2011)

Sus principios son:

Accesibilidad. Todas las usuarias y usuarios podrán acceder al Sistema de Transporte Integral - STI, por el medio y modalidad que escojan, los mismos que deben contar con facilidades de acceso y estar en condiciones de equidad, calidad y seguridad.

Calidad. El Sistema de Transporte Integral - STI, debe proveer un servicio en conformidad a los requisitos y estándares que garanticen un nivel de servicio adecuado de bienestar, eficiencia y eficacia, de acuerdo a la contraprestación autorizada.

Continuidad. El Sistema de Transporte Integral - STI, debe funcionar de manera permanente, regular y continua.

Eficacia. El servicio de transporte debe cumplir el propósito para el cual fue convenido.

Eficiencia. El Sistema de Transporte Integral - STI, debe prestar servicios en condiciones que garanticen el menor costo operacional y tiempo posible, contemplando un nivel de equidad, calidad y seguridad.

Participación y control social. Se garantizará y facilitará la participación y control social sobre la gestión pública por parte de la sociedad civil organizada.

Seguridad. El Sistema de Transporte Integral - STI, debe prestar servicios en condiciones que garanticen la integridad de personas y carga durante el traslado del lugar de origen al lugar de destino.

Sostenibilidad. El sistema de transporte debe prestar servicios que garanticen el menor impacto sobre la salud y el medio ambiente local y global. En el corto, mediano y largo plazo, sin comprometer el desarrollo de futuras generaciones.

Transparencia. Se garantiza la transparencia en el Sistema de Transporte Integral - STI.

Universalidad. Todas las usuarias y usuarios sin distinción alguna, tienen el derecho de utilizar el Sistema de Transporte Integral - STI, para su libre movilidad.

2.5.3. Reglamento regulatorio de transporte terrestre de pasajeros y carga

Resolución Ministerial N° 266 del 14 de agosto de 2017, emitida por el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda.

ARTÍCULO 1 (OBJETO.-) Reglamentar los aspectos regulatorios del servicio de transporte en la modalidad terrestre de pasajeros y carga en aplicación a la Ley N° 165 General de Transporte.

SECCIÓN III: DE LA INFORMACIÓN AL USUARIO Y LAS CONDICIONES PARA EL VIAJE

ARTÍCULO 14. (INFORMACIÓN AL USUARIO).

- I. El operador, previamente a la compra del pasaje, debe informar al usuario, de forma clara, precisa y oportuna, sobre lo siguiente:
 - a) Destinos, itinerario, rutas, tiempo de viaje, hora de salida y hora estimada de arribo del vehículo al lugar de destino.
 - b) Capacidad del vehículo y asientos disponibles de acuerdo a numeración.
 - c) Tarifas aprobadas por la Autoridad Regulatoria de acuerdo a las características del servicio de transporte terrestre interdepartamental.
 - d) Peso, volumen y cantidad permitidos para el transporte de equipaje facturado y de mano, restricciones del equipaje considerado peligroso y/o nocivo a la salud.
 - e) Condiciones del transporte requisitos y documentación necesaria para el viaje al país de destino; condiciones de reembolso en caso que el usuario desista del viaje; entre otros.

II. El operador tiene la obligación de informar al pasajero antes del inicio y durante el viaje lo siguiente:

- a) Características del servicio: destino, fecha, hora del viaje, número y categoría del bus y número de carril.
- b) Derechos y obligaciones de los usuarios.
- c) Demoras y/o cancelaciones, nueva hora de salida u otros aspectos relacionados al viaje.
- d) Rutas alternativas o desvíos y demoras del viaje por caso fortuito o fuerza mayor durante el viaje.

ARTÍCULO 15. (ACREDITACIÓN DE INFORMACIÓN PROPORCIONADA AL USUARIO).

El operador deberá aplicar diferentes mecanismos para brindar información confiable al usuario al momento de la compra del boleto, antes y durante la ejecución del servicio, y al momento de la entrega de carga y/o encomiendas, debiendo cumplir con esta obligación y acreditar tal situación.

ARTÍCULO 16. (MECANISMOS DE INFORMACIÓN).

En los monitores internos del vehículo del operador deben difundir material audiovisual, que informe y dé a conocer a los usuarios sus derechos, obligaciones y prohibiciones.

SECCIÓN IV: DEMORA, INTERRUPCIÓN Y/O CANCELACIÓN DEL VIAJE

ARTÍCULO 23. (ATENCIÓNES AL PASAJERO POR CAUSAS ATRIBUIBLES AL OPERADOR).

- I. En casos de cancelaciones, interrupciones, demoras, duplicidad de boletos o ante cualquier otro evento que sea imputable al operador, éste deberá:
 - a) Demoras: si la demora fuera mayor a los 15 minutos, informar a los pasajeros la causa y la nueva hora de salida del bus.

Si la demora fuera mayor a una (1) hora, deberán poner a disposición de los pasajeros otro bus de la misma categoría o acordar el transporte de éstos con otro operador.

- b) Cancelación: si el viaje es cancelado, deberá embarcar al pasajero en el siguiente bus disponible o de otro operador de idéntica categoría lo más rápidamente posible o en una fecha posterior que convenga al pasajero.
- c) Interrupción del viaje: si el viaje es interrumpido después de iniciado por fallas mecánicas y/o accidentes y no pueda continuar el recorrido, el operador se comunicará con su Centro de Contingencias e informará a los pasajeros las medidas a adoptar para auxiliarlos y el tiempo estimado en que llegará el auxilio para continuar el viaje, a fin de que el pasajero tome una determinación: esperar el bus de auxilio o tomar otro medio de transporte para llegar a destino.
- d) Duplicación de asientos: ante la venta de dos o más boletos para un solo espacio, deberá asignar al pasajero otro espacio en el bus o embarcarlo en otro bus de igual categoría. Solo a solicitud del usuario deberá rembolsar el 100 por ciento del valor del pasaje.
- e) Anticipación del viaje: en caso que el operador anticipe el viaje sin avisar al pasajero, deberá proporcionarle un espacio en el siguiente viaje que le resulte conveniente a su destino final. En estos casos, el pasajero no pagará ningún excedente si el nuevo espacio correspondiera a una tarifa superior.

- II. En todos los casos, el operador está terminantemente prohibido de recurrir directamente a la devolución; deberá agotar todas las posibilidades para cumplir con el contrato; optará por la devolución únicamente si el pasajero lo requiere.

ARTÍCULO 56.- (PROHIBICIONES DEL CONDUCTOR)

Queda terminantemente prohibido a los conductores de las unidades de servicio de transporte automotor público terrestre en corresponsabilidad con el operador, lo siguiente:

- a) Presentarse al trabajo con síntomas de haber ingerido bebidas alcohólicas, o bajo la influencia de sustancias psicotrópicas o ingerirlas en horas de trabajo.
- b) Transportar pasajeros en los pasillos, buzones y cabina del bus.
- c) Realizar paradas no programadas o desviar el vehículo de su recorrido oficial, a menos que fuera instrucción de las autoridades correspondientes.
- d) Abandonar el vehículo en plena carretera.
- e) Efectuar paradas no autorizadas cuya duración exceda los 20 minutos.
- f) Agredir físicamente o psicológicamente a los usuarios, personal de la Autoridad Competente, Policía Boliviana u operador del servicio de Terminal Terrestre.
- g) Usar radios o parlantes con alto volumen de sonido.

2.6. INGENIERÍA DE SOFTWARE

La Ingeniería de Software es una disciplina dentro de la informática encargada de la aplicación de un enfoque sistemático y metodológico al desarrollo, operación y mantenimiento de sistemas de software de alta calidad. Este campo surgió en respuesta a la creciente complejidad de los sistemas informáticos y a la necesidad de garantizar que los programas y aplicaciones sean confiables, eficientes y ajustados a los requisitos del cliente.

Según Sommerville (2011), la ingeniería de software implica la aplicación de principios científicos y de ingeniería en el diseño, desarrollo, prueba y mantenimiento de software. Este enfoque abarca desde el análisis de requisitos, la creación de modelos, la implementación del software, hasta la prueba y verificación del mismo. La clave de la ingeniería de software radica en estructurar cada etapa del proceso de desarrollo de manera que permita crear sistemas que sean fácilmente mantenibles y adaptables a los cambios.

Además, Pressman (2010) enfatiza que la ingeniería de software no solo se ocupa del código, sino que integra el manejo de proyectos, la gestión de riesgos y la implementación de técnicas para

la verificación de la calidad del producto. Esta disciplina ayuda a gestionar el ciclo de vida completo del software, desde el diseño hasta el mantenimiento, lo cual es esencial en proyectos complejos que requieren altos estándares de calidad y funcionalidad.

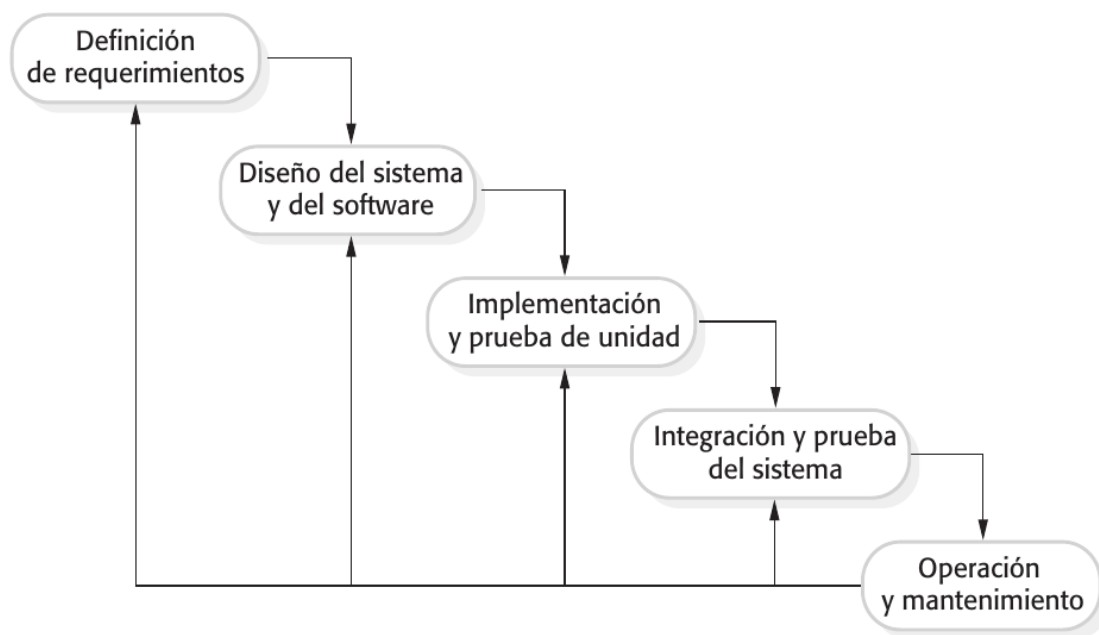
2.7. MODELO EN CASCADA

El modelo en cascada es uno de los enfoques tradicionales más conocidos en la ingeniería de software. Se originó a partir de la necesidad de estructurar los proyectos de desarrollo de manera más controlada y predecible, lo cual fue posible gracias a su enfoque lineal y secuencial. Según Sommerville (2011), el modelo en cascada divide el proceso de desarrollo en una serie de fases bien definidas, donde cada etapa tiene que completarse antes de pasar a la siguiente. Esto proporciona un marco organizado y claro para proyectos con requisitos claramente establecidos desde el inicio.

El modelo ha sido ampliamente utilizado en proyectos con entornos más controlados, como aquellos relacionados con sistemas críticos y empresariales, donde la precisión y la estabilidad son fundamentales. De acuerdo con Pressman (2010), una de las principales ventajas del modelo en cascada es su capacidad para proporcionar una excelente visibilidad de los avances, ya que permite una planificación minuciosa y detallada desde las etapas iniciales. Esto lo convierte en una opción favorable cuando los requisitos no cambian con frecuencia y el desarrollo debe seguir una ruta específica sin grandes variaciones.

Este modelo, sigue siendo un método relevante para proyectos que requieren control estricto y documentación exhaustiva, como los del ámbito gubernamental o grandes corporaciones, donde los cambios son poco frecuentes (Sommerville, 2011).

Las diferentes etapas del modelo en cascada, que abarcan desde el levantamiento de requisitos hasta el mantenimiento del sistema, estas se ilustran en la figura 2.1, donde se visualiza el flujo secuencial característico de este enfoque.

Figura 2.1*Etapas del Modelo en Cascada.***Nota.** Obtenido de Sommerville (2011).**2.7.1. Análisis y definición de requerimientos**

En esta fase inicial, se establecen los servicios, restricciones y objetivos del sistema en consulta con los usuarios. Todos estos elementos se definen en detalle y sirven como especificación del sistema (Sommerville, 2011).

Esta fase implicaría identificar las necesidades de la empresa de transporte, como la gestión de la venta de boletos, el registro de encomiendas y la asignación de rutas de buses. Se debe trabajar con los principales interesados, como administradores y empleados de la empresa, para definir claramente los procesos actuales y los problemas que el software debería resolver.

2.7.2. Diseño del sistema y del software

Esta etapa implica la transformación de requisitos en una representación del software que pueda ser evaluada por su calidad antes de comenzar la codificación, se establecen la arquitectura

general del sistema, la estructura de los datos, las interfaces principales y los algoritmos que proporcionarán la funcionalidad deseada, creando así un plan detallado para la construcción del producto (Pressman, 2010).

2.7.3. Implementación y prueba de unidad

Durante esta etapa, el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla con su especificación (Sommerville, 2011).

En esta etapa, se lleva a cabo la programación del software utilizando herramientas adecuadas como lenguajes de programación, así como frameworks que permitan la integración de las funcionalidades necesarias.

2.7.4. Integración y prueba de sistema

Es un proceso incremental donde los diferentes componentes o módulos del sistema se combinan y prueban como un sistema completo. Es una fase crítica que tiene dos objetivos distintos pero relacionados: por un lado, integrar los diferentes módulos o componentes en un sistema funcional completo, y por otro, verificar que el software satisface los requerimientos especificados y detectar errores de interacciones entre componentes, esta fase no solo se trata de encontrar errores en el software, sino también de demostrar al cliente que el sistema cumple con sus necesidades (Sommerville, 2011).

En esta fase, se realizarían pruebas funcionales para garantizar que los procesos de venta de boletos, la gestión de encomiendas y la asignación de buses operen correctamente. Las pruebas incluirían la simulación de transacciones, el seguimiento de encomiendas y la verificación de la correcta asignación de rutas y conductores.

2.7.5. Operación y mantenimiento

Normalmente, esta es la fase más larga del ciclo de vida. El sistema se instala y se pone en uso práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios del sistema una vez que se descubren nuevos requerimientos (Sommerville, 2011).

2.8. INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS

Algunas definiciones de la ingeniería de requerimientos son:

Según Pressman (2010), la ingeniería de requerimientos proporciona el mecanismo apropiado para entender lo que desea el cliente, analizar las necesidades, evaluar la factibilidad, negociar una solución razonable, especificar la solución sin ambigüedades, validar la especificación y administrar los requerimientos a medida que se transforman en un sistema funcional.

De acuerdo a Sommerville (2011), la ingeniería de requerimientos establece la base para todas las fases posteriores del desarrollo de software, lo que la convierte en un proceso fundamental para garantizar el éxito del proyecto.

Dadas las definiciones anteriores podemos decir que la ingeniería de requerimientos es: una parte importante del desarrollo de software porque se puede utilizar para definir y comprender las expectativas y necesidades de las personas que utilizan el sistema. Este proceso incluye diversas actividades enfocadas en la investigación, documentación, uso y gestión de requisitos de software para garantizar que el producto final satisfaga las necesidades del negocio y de los clientes, lo que también se clasifica en requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales.

2.8.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales son descripciones de las funciones y capacidades específicas que el sistema debe realizar, es decir, las tareas concretas que el software debe ejecutar para cumplir con los objetivos de negocio. Según Sommerville (2011), estos requerimientos "definen los servicios y

funciones del sistema, que son visibles y utilizables para los usuarios o clientes”. Ejemplos comunes incluyen autenticación de usuario, procesamiento de transacciones o la generación de reportes.

2.8.2. Requerimientos no funcionales

Por otro lado, los requerimientos no funcionales se refieren a las cualidades y restricciones del sistema, tales como rendimiento, seguridad, y facilidad de uso. Estos determinan cómo debe comportarse el sistema y qué condiciones debe cumplir para ser eficiente y confiable, sin especificar funciones concretas. Para Pressman (2010), estos requerimientos son esenciales porque “determinan la calidad global del softwarez abarcan aspectos como tiempos de respuesta y compatibilidad. Sommerville (2011) también destaca que los requerimientos no funcionales suelen influir en la arquitectura y diseño general del sistema más que en sus funciones específicas.

2.8.3. Actividades de la ingeniería de requerimientos

Hay múltiples enfoques para definir las actividades de la ingeniería de requerimientos y la elección de un modelo particular a menudo depende del tamaño y la complejidad del software en desarrollo. Esto da lugar a la posibilidad de que se implementen diferentes actividades, las cuales pueden variar tanto en su cantidad como en su naturaleza.

A continuación, se detallan las actividades que forman parte de la ingeniería de requerimientos para el presente proyecto:

Paso 1: Levantamiento de requerimientos

Paso 2: Análisis de requerimientos

Paso 3: Especificación de requerimientos

Paso 4: Validación de requerimientos

Paso 5: Gestión de requerimientos

Paso 1: Levantamiento de requerimientos

En este primer paso se busca identificar, comprender y documentar las necesidades y

expectativas de los usuarios y las partes interesadas respecto al sistema a desarrollar. Esta actividad es el primer paso en el ciclo de vida del software y se fundamenta en la interacción continua entre los desarrolladores, los usuarios y otros actores del proyecto. El objetivo principal es asegurar que el sistema refleje adecuadamente las funciones y características que se requieren, permitiendo que su implementación sea exitosa.

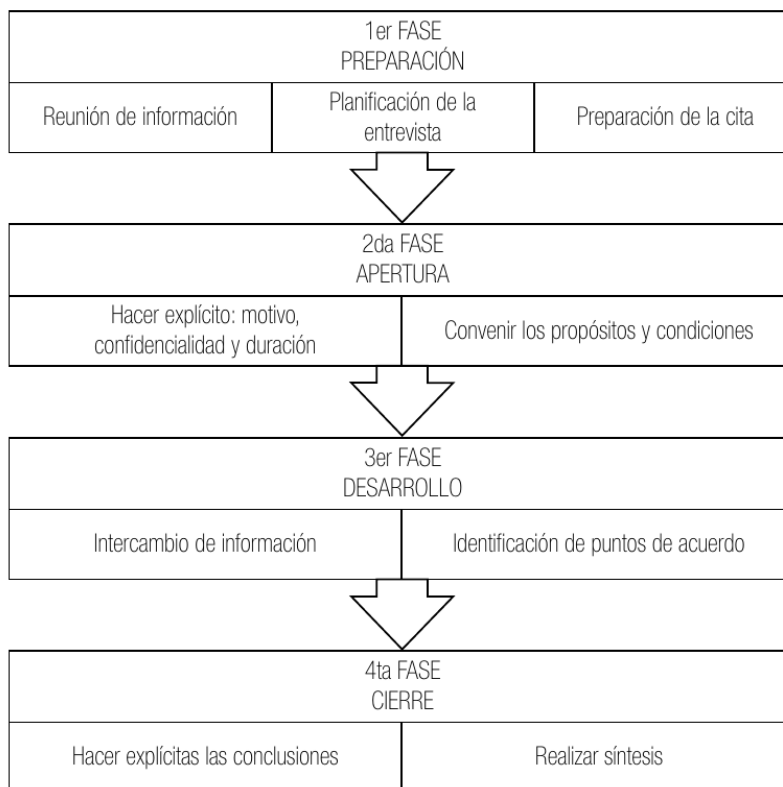
La complejidad de esta fase radica en la diversidad de las fuentes de información y la posibilidad de que existan diferencias entre lo que los usuarios creen que necesitan y lo que realmente es necesario para el negocio. Según Sommerville (2011), uno de los mayores desafíos es interpretar correctamente las necesidades de los usuarios, ya que estos a menudo pueden tener una visión limitada del sistema o no ser conscientes de los detalles técnicos que implican sus solicitudes. Por ello, es fundamental contar con técnicas efectivas para recopilar esta información, como entrevistas, observación directa, cuestionarios y talleres participativos.

Algunas de las técnicas más comunes y efectivas para el levantamiento de requerimientos son:

Entrevistas: Son útiles para obtener información detallada y directa de los usuarios y otros interesados. Pueden ser estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas, dependiendo de la profundidad de la información que se desee obtener. Las entrevistas permiten aclarar aspectos complejos y detectar necesidades particulares de cada usuario o área de la organización.

De acuerdo a Díaz-Bravo et al. (2013) en base a la clasificación antes mencionada se identifica que cada tipo de entrevista tiene su peculiaridad, sin embargo, en el momento de su desarrollo se presentan determinados momentos homogéneos. Estos momentos o fases de la entrevista los vemos en la figura 2.2.

En conclusión Díaz-Bravo et al. (2013) aclara que la entrevista es uno más de los instrumentos cuyo propósito es recabar datos, pero debido a su flexibilidad permite obtener información más

Figura 2.2*Fases de la entrevista.*

Nota: Imagen tomada de Díaz-Bravo et al. (2013), *La entrevista, recurso flexible*.

profunda, detallada, que incluso el entrevistado y entrevistador no tenían identificada, ya que se adapta al contexto y a las características del entrevistado. Es valiosa en el campo de la investigación y más aún cuando se utiliza en estudios de tipo mixto como una visión complementaria del enfoque cuantitativo.

Talleres de trabajo: Se utilizan para reunir a diferentes partes interesadas en un mismo espacio, facilitando la discusión colaborativa sobre los requerimientos. Estos talleres ayudan a resolver posibles conflictos entre usuarios y a consolidar una visión conjunta del sistema a desarrollar.

Observación directa: Este enfoque implica observar a los usuarios en su entorno laboral para comprender mejor los procesos actuales, las dificultades que enfrentan y cómo un sistema nuevo podría mejorar su desempeño. La observación es particularmente útil cuando los usuarios no

pueden articular claramente sus necesidades o cuando los problemas son inherentes a las tareas que realizan.

Cuestionarios: Son una buena opción para obtener información de un amplio número de usuarios cuando no es posible realizar entrevistas individuales. Los cuestionarios permiten estructurar preguntas específicas sobre las necesidades del sistema, aunque son menos flexibles en cuanto a la obtención de respuestas detalladas.

Paso 2: Análisis de requerimientos

El análisis de requerimientos es donde se busca definir las necesidades y expectativas de los usuarios. Esta fase se enfoca en transformar las necesidades identificadas durante el levantamiento de requerimientos en especificaciones claras y comprensibles. Según Sommerville (2011), el análisis de requerimientos no solo implica la recopilación de datos, sino también su organización y priorización para asegurar que el producto final cumpla con las expectativas del cliente. Este proceso requiere un enfoque sistemático y la participación activa de todos los involucrados, lo que facilita la identificación de posibles problemas y la aclaración de dudas desde el inicio del proyecto.

Durante el análisis de requerimientos, se documenta estos requerimientos, esto se realiza mediante el uso de herramientas de modelado, como diagramas de casos de uso, que permiten visualizar las interacciones entre los usuarios y el sistema. Además, el análisis ayuda a identificar requerimientos funcionales y no funcionales. La correcta identificación y documentación de estos requerimientos son fundamentales para evitar malosentendidos y garantizar que el desarrollo se alinee con las necesidades del cliente.

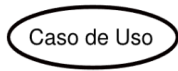
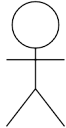
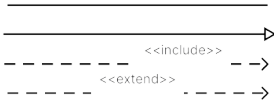

El **diagrama de casos de uso** es un diagrama uml (lenguaje de modelado unificado) que, a través de una representación gráfica del sistema, permite modelar los requerimientos funcionales de una aplicación, mostrándolos desde el punto de vista del usuario. Estos diagramas tienen dos funciones importantes: 1) capturar los requisitos funcionales del sistema y 2) simplificar la

construcción de los modelos de objetos. Estos diagramas son útiles también para que los usuarios realicen retroalimentación en la especificación de requerimientos, son insumos para posteriores etapas del ciclo de vida e incluso se utilizan como herramienta para la reingeniería de procesos (Patiño Martínez, 2022).

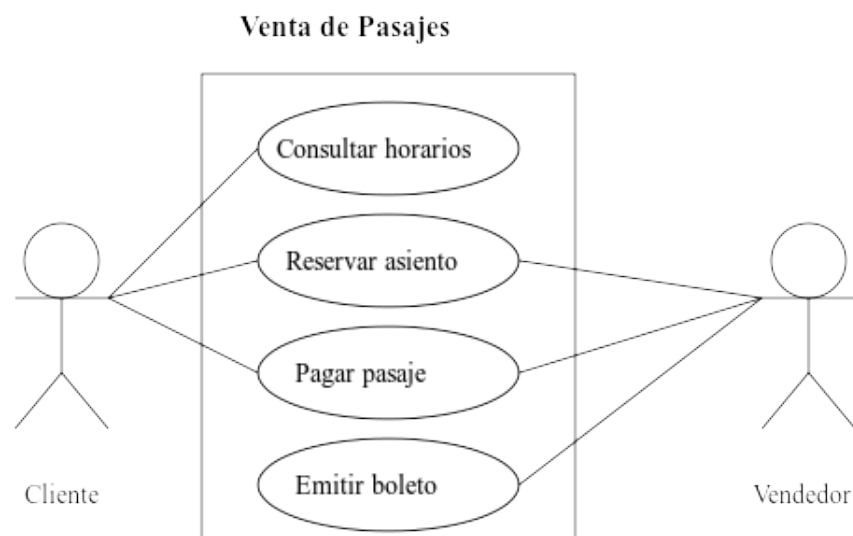
En la tabla 2.1 se observan los elementos de un diagrama de casos de uso.

Tabla 2.1

Elementos de un Diagrama de casos de uso

Elemento	Definición	Símbolo
Caso de uso	Representa el requisito funcional del sistema y describe un servicio prestado por el sistema.	
Actores	Un actor representa cualquier objeto que intercambia información con el sistema.	
Relaciones	Son asociaciones entre los casos de uso y los actores o entre casos de uso.	
Límite del sistema	Representa la frontera entre el sistema (funcionalidades) y los usuarios (actores).	

En la figura 2.3 se ve un diagrama de casos de uso para un sistema de venta de pasajes que muestra la interacción entre dos actores principales (Cliente y Vendedor) con cuatro funcionalidades básicas del sistema representadas como casos de uso (Consultar horarios, Reservar asiento, Pagar pasaje y Emitir boleto), donde las líneas conectoras indican que el Cliente puede consultar horarios, reservar y pagar, mientras que el Vendedor puede reservar, cobrar y emitir el boleto, todo esto encerrado dentro de un rectángulo que representa los límites del sistema.

Figura 2.3*Ejemplo de Diagrama de casos de uso.*

El análisis también juega un papel esencial en la gestión del cambio, ya que a medida que se desarrolla el proyecto, pueden surgir nuevas necesidades o cambios en las prioridades del cliente. Por ello, es vital mantener una comunicación constante con las partes interesadas para ajustar los requerimientos de manera oportuna. A través de un análisis cuidadoso y dinámico, se pueden prevenir desviaciones en el proyecto y asegurar que el producto final se entregue dentro de los plazos y presupuestos establecidos.

Paso 3: Especificación de requerimientos

La especificación de requerimientos en el proceso de ingeniería de software, se trata de documentar y formalizar los requerimientos identificados durante la etapa de análisis. De acuerdo a Sommerville (2011), esta fase implica la creación de un documento que sirva como un contrato entre los desarrolladores y los interesados en el proyecto, asegurando que todas las partes tengan una comprensión clara de lo que se espera del sistema. La especificación debe ser clara, completa y comprensible, lo que facilita su uso como guía para el diseño, desarrollo y pruebas del software.

La especificación se basa en un conjunto de descripciones detalladas que abordan cada

requisito de manera integral y verificable. Descripción del sistema, propósito, alcance, entradas y salidas esperadas, limitaciones técnicas y operativas. La documentación debe ser clara para evitar cualquier ambigüedad o errores de implementación que puedan afectar el rendimiento del sistema (Pressman, 2010). Una buena documentación de requisitos ayuda a verificar y validar posteriormente, asegurando que el sistema esté alineado tanto con los requisitos del usuario como con los objetivos de la organización.

Es fundamental describir todos los requisitos de forma breve y estandarizada para que durante el desarrollo se pueda entender y utilizar fácilmente. Una jerarquía de documentación es una buena solución para proyectos complejos, ya que permite un seguimiento y control de los cambios más sencillo, lo que da como resultado una gestión más eficiente y organizada del desarrollo de software. Un desglose detallado de los criterios de aceptación de cada requisito para garantizar que cumplen con los estándares y objetivos establecidos, y verificarlos con precisión al final de la fase de desarrollo.

La especificación de requerimientos no es una actividad única; debe revisarse y actualizarse a medida que el proyecto avanza y se generan nuevos conocimientos. La inclusión de un proceso de revisión regular garantiza que los requerimientos sigan siendo relevantes y se adapten a cualquier cambio en las necesidades del negocio o en la tecnología disponible. Esta flexibilidad es esencial para el éxito del proyecto, ya que contribuye a la satisfacción del cliente y a la eficacia del equipo de desarrollo, minimizando el riesgo de retrabajo y asegurando una entrega más oportuna del producto final.

Paso 4: Validación de requerimientos

La validación de requerimientos es la etapa que tiene como objetivo asegurar que los requerimientos definidos son correctos, completos y viables antes de que el desarrollo del software continúe hacia etapas posteriores. Sommerville (2011) subraya que la validación es el proceso mediante

el cual se comprueba que los requerimientos son consistentes con las necesidades del cliente y cumplen con los objetivos del sistema.

Entre las principales técnicas empleadas en la validación se encuentran las revisiones de los requerimientos, la construcción de prototipos, las simulaciones y el uso de casos de prueba. Estas actividades permiten identificar errores, inconsistencias o ambigüedades en la especificación, que podrían afectar la implementación del software. Según Pressman (2010), uno de los principales riesgos en esta fase es la ambigüedad de los requerimientos, que podría resultar en un producto que no satisface las necesidades del cliente. Por tanto, se debe realizar revisiones exhaustivas y asegurar que todos los involucrados tengan una comprensión clara y compartida de lo que se debe desarrollar.

La validación de requerimientos también busca garantizar que las funcionalidades propuestas sean técnicamente factibles y que el sistema final se ajuste a las restricciones legales y de seguridad. De acuerdo con Sommerville (2011), involucrar a los usuarios finales en el proceso de validación es vital, ya que son ellos quienes mejor pueden evaluar si los requerimientos reflejan sus necesidades reales. Esto puede lograrse mediante la creación de prototipos o modelos preliminares del sistema que permitan a los usuarios interactuar con el producto antes de su desarrollo completo.

Paso 5: Gestión de requerimientos

La gestión de requerimientos es una actividad que asegura que las necesidades, deseos y expectativas de las partes interesadas sean correctamente documentadas, monitoreadas y controladas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta tarea no finaliza una vez que los requerimientos han sido formalizados y especificados; en cambio, se extiende durante todo el desarrollo para asegurar que los cambios que surjan sean controlados adecuadamente, manteniendo la coherencia con los objetivos del proyecto.

Una parte importante es el control de cambios, a lo largo del desarrollo de software, es

común que los interesados soliciten modificaciones basadas en nuevas necesidades o la evolución del negocio. Aquí es donde la gestión de requerimientos entra en acción para evaluar, priorizar y aprobar o rechazar dichas modificaciones. Este proceso evita la introducción de cambios que puedan desestabilizar el proyecto, ayudando a prevenir sobre costos o desviaciones del alcance.

Otro aspecto importante es la trazabilidad de los requerimientos, que asegura que cada requerimiento pueda ser rastreado desde su origen, a través de su implementación y pruebas, hasta su entrega final. Por su parte Sommerville (2011), la trazabilidad facilita el seguimiento de cómo se cumplen los requerimientos durante las diferentes etapas del proyecto, lo que es esencial para garantizar que el software final cumpla con las expectativas originales de los interesados.

Finalmente, la gestión de requerimientos también implica asegurar que la documentación de los requerimientos esté actualizada y disponible para todos. Mantener una buena comunicación y visibilidad sobre el estado de los requerimientos es fundamental para que los desarrolladores puedan alinearse con los objetivos del proyecto. Así, una correcta gestión de requerimientos contribuye a minimizar riesgos, optimizar recursos y garantizar el éxito del desarrollo del software.

2.9. MODELO ENTIDAD - RELACIÓN

Conforme a la segunda etapa del modelo en cascada, en su punto 2.7.2, se aborda el diseño de la base de datos, que es fundamental para la estructuración y almacenamiento eficiente de la información del sistema.

El modelo entidad-relación (ER) es una herramienta fundamental en el diseño de bases de datos, que se utiliza para representar de manera gráfica la estructura de los datos y las relaciones entre ellos. Propuesto por Peter Chen en 1976, este modelo permite a los diseñadores de bases de datos conceptualizar y organizar la información de manera intuitiva, facilitando la comprensión de los requisitos del sistema antes de la implementación de la base de datos (Chen, 1976).

2.9.1. Componentes del modelo

Entidades: Se trata de cualquier objeto u elemento (real o abstracto) acerca del cual se pueda almacenar información en la base de datos. Es decir cualquier elemento informativo que tenga importancia para una base de datos y es representada por un rectángulo, dentro del cual se escribe lo que representa.

Relaciones: Es una correspondencia o asociación entre dos o más entidades. Cada relación tiene un nombre que describe su función. Las relaciones se representan gráficamente mediante rombos y su nombre aparece en el interior.

En el modelo entidad-relación, existen varios tipos de relaciones que describen cómo las entidades se conectan entre sí:

Relación uno a uno (1:1): una entidad está relacionada exactamente con una instancia de otra entidad, y viceversa.

Relación uno a muchos (1:N): una entidad está relacionada con varias instancias de otra entidad, pero una instancia de la segunda entidad está relacionada con solo una instancia de la primera entidad.

Relación muchos a uno (N:1): muchas instancias de una entidad están relacionadas con una instancia de otra entidad.

Relación muchos a muchos (N:N): muchas instancias de una entidad pueden estar relacionadas con muchas instancias de otra entidad, gestionada mediante una tabla de unión.

Atributos: Estos son en esencia descripciones de las entidades o relaciones, que describen elementos y características básicos de éstas. Son fundamentales y establecen la información que deseamos almacenar de cada objeto de la base de datos.

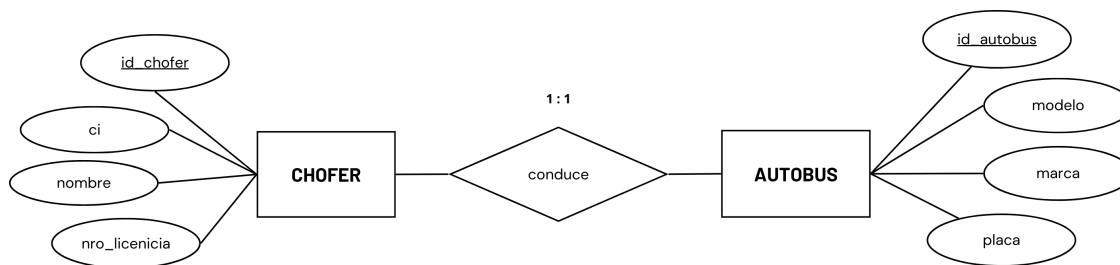
Clave primaria: Cada entidad tiene una clave primaria que la identifica de manera única dentro de la base de datos. La clave primaria es un atributo (o conjunto de atributos) que garantiza

que no haya duplicados en la información.

A continuación en la figura 2.4 podemos observar un ejemplo básico de un modelo entidad-relación.

Figura 2.4

Ejemplo de Modelo entidad-relación.



2.10. BASE DE DATOS

La base de datos es un conjunto organizado de datos que se almacenan de manera estructurada y se gestionan a través de un sistema de gestión de bases de datos (SGBD). Su principal objetivo es facilitar el almacenamiento, recuperación y manipulación eficiente de grandes cantidades de información, asegurando la integridad y disponibilidad de los datos. La creación de una base de datos implica la definición de su estructura, basada en el modelo de datos elegido, que puede ser relacional, orientado a objetos, jerárquico, entre otros. El modelo relacional, propuesto por Edgar F. Codd en 1970, es el más utilizado hoy en día y organiza los datos en tablas compuestas por filas y columnas, conocidas como relaciones (Codd, 1970).

2.10.1. Base de datos relacional

Una base de datos relacional es un sistema de almacenamiento de información que organiza los datos en tablas interrelacionadas, conocidas como relaciones. Estas tablas están compuestas por filas (tuplas) y columnas (atributos), donde cada fila representa un registro único y cada columna un tipo de dato específico. Este modelo fue propuesto por Edgar F. Codd en 1970, en un esfuerzo por optimizar la gestión y manipulación de grandes cantidades de información, y se ha convertido en el

enfoque predominante en la mayoría de las aplicaciones empresariales y científicas Codd (1970).

Los Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales son software diseñado para gestionar bases de datos relacionales.

2.10.2. Modelo relacional

El modelo relacional, para el modelado y la gestión de bases de datos, es un modelo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos. Este modelo utiliza el lenguaje SQL (Structured Query Language) para realizar consultas, actualizar y gestionar los datos. Los componentes principales del modelo relacional son: Estructura de datos: Relaciones o tablas. Operadores: Conjunto de operaciones para manipular los datos (álgebra relacional). Restricciones de integridad: Reglas para mantener la consistencia de los datos.

2.10.3. Normalización

La normalización es el proceso de organización de una base de datos para reducir la redundancia y mejorar la integridad de los datos. Las formas normales más comunes son:

Primera Forma Normal (1FN): Una tabla está en 1FN si todos sus atributos contienen valores atómicos (indivisibles) y cada entrada de la tabla tiene un único valor por columna. Es decir, no debe haber grupos repetidos ni atributos con listas de valores, como se puede ver en la figura 2.5

Figura 2.5

Ejemplo de Primera Forma Normal

id	Apellido	Nombre	Dirección	Ubicación
1	Chavez	Juan	C/Costas	La Paz, Bolivia
2	Marca	Mayra	C/Rivas	Santiago, Chile

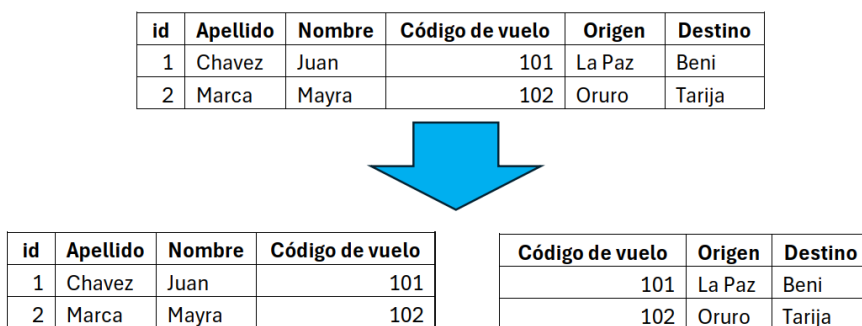


id	Apellido	Nombre	Dirección	Ciudad	País
1	Chavez	Juan	C/Costas	La Paz	Bolivia
2	Marca	Mayra	C/Rivas	Santiago	Chile

Segunda Forma Normal (2FN): Para estar en 2FN, una tabla debe cumplir con la 1FN y, además, todos los atributos no clave deben depender completamente de la clave primaria. En otras palabras, elimina la dependencia parcial de los atributos en caso de que la clave primaria sea compuesta, a continuación en la figura 2.6 observamos un ejemplo.

Figura 2.6

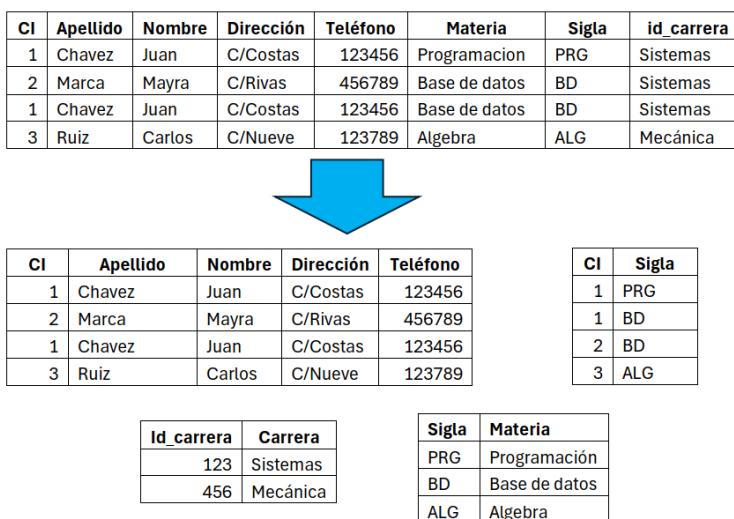
Ejemplo de Segunda Forma Normal



Tercera Forma Normal (3FN): Una tabla está en 3FN si cumple con 2FN y no tiene dependencias transitivas. Esto significa que los atributos no clave no dependen de otros atributos no clave, así como se observa en la figura 2.7.

Figura 2.7

Ejemplo de Tercera Forma Normal



2.11. PATRÓN DE DISEÑO WEB

De acuerdo con el modelo en cascada, en su segunda etapa, que corresponde al punto 2.7.2 sobre el Diseño del sistema y del software, en esta etapa se desarrolla también el diseño de la interfaz, que será el medio principal de interacción del usuario con el sistema.”

Los patrones de diseño web se refieren a un conjunto de principios que guían el desarrollo de páginas web y la creación de interfaces de usuario, abarcando desde elementos individuales hasta componentes más completos. A diferencia de las plantillas, que sirven como un punto de partida para diseñar páginas con una estructura similar pero con contenidos distintos, los patrones ofrecen un enfoque basado en buenas prácticas para el diseño. Utilizar estos patrones conlleva dos beneficios clave:

Primero, aseguran una experiencia de usuario óptima al proporcionar directrices sobre la disposición y organización de los distintos elementos en una página, adaptándose así a las necesidades y expectativas de los usuarios.

En segundo lugar, contribuyen a agilizar y simplificar el proceso de diseño, abordando problemas comunes en el desarrollo web que ya han encontrado soluciones efectivas.

2.12. DISEÑO EN FORMA DE F

El diseño en forma de "F" es un patrón de diseño web basado en el comportamiento natural de lectura de los usuarios, quienes escanean y consumen el contenido de las páginas web de una manera similar a la letra "F". Según Nielsen (2006), los usuarios tienden a leer primero horizontalmente, luego realizan una segunda mirada horizontal más corta y finalmente escanean hacia abajo de manera vertical, lo que crea la forma de la letra "F". Este comportamiento es clave para organizar el contenido en páginas de manera que optimice la visibilidad y la usabilidad como se puede ver en la figura 2.8.

Figura 2.8

Resultados de los estudios de seguimiento de los ojos.



Nota: Obtenido de <https://www.nngroup.com/>

En una web de administración, este modelo puede aplicarse eficazmente cuando se dispone un encabezado en la parte superior, un menú lateral izquierdo y el contenido principal en el centro:

Encabezado superior: El encabezado se ubica en la parte superior de la página, el primer punto de atención visual de los usuarios, donde deberían colocarse elementos importantes como la identidad de la empresa, accesos a configuraciones o funciones críticas como el logout, ya que es la zona donde los usuarios enfocan su mirada inicialmente.

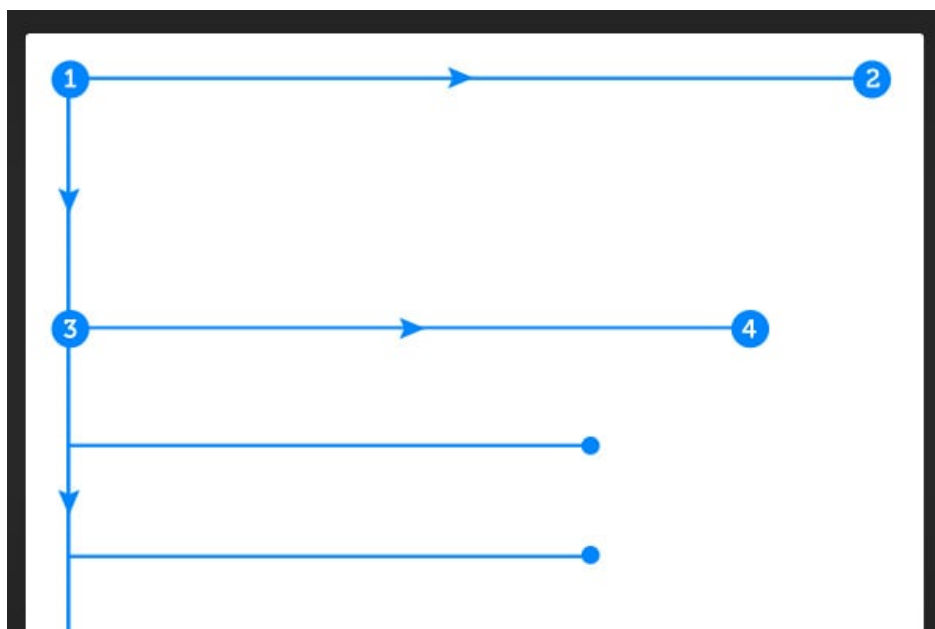
Menú lateral izquierdo: El menú de navegación en el lado izquierdo está alineado con la columna vertical de la "F", lo que lo convierte en el lugar ideal para ubicar opciones de navegación. Las funciones más importantes deben estar en la parte superior del menú, donde los usuarios tienden a hacer un recorrido visual de arriba hacia abajo.

Contenido central: El contenido principal de la página debería alinearse con las barras horizontales del patrón en forma de "F". La información más importante debe situarse en la parte superior, ya que esta área recibe más atención, mientras que las secciones menos cruciales pueden

colocarse más abajo.

Figura 2.9

Diseño en forma de F para la estructura de una web de administración.



Nota: Obtenido de <https://webdesign.tutsplus.com/>

En la figura 2.9 se ve que este diseño mejora la experiencia del usuario al seguir su comportamiento visual natural, lo que resulta en una mayor usabilidad y eficiencia en tareas administrativas. Según Nielsen (2006), el diseño en forma de F asegura que las áreas más importantes reciban la mayor atención, facilitando la navegación y el acceso a la información esencial:

2.13. PATRÓN DE ARQUITECTURA

Los patrones de arquitectura son soluciones generales y reutilizables para problemas comunes en el diseño de software. Estos patrones proporcionan un conjunto de subsistemas predefinidos, especifican sus responsabilidades e incluyen reglas y pautas para organizar las relaciones entre ellos. De acuerdo a Cervantes et al. (2016), los patrones de arquitectura se caracterizan por su capacidad de reutilización, abstracción, escalabilidad y mantenibilidad, lo que los convierte en herramientas fundamentales para el diseño de sistemas de software robustos y flexibles.

La importancia de los patrones de arquitectura radica en su capacidad para representar la estructura fundamental de un sistema. Como señala Pressman (2010), estos patrones "proporcionan un conjunto de subsistemas predefinidos, especifican sus responsabilidades e incluyen reglas y guías para organizar las relaciones entre los subsistemas". Estos patrones ofrecen un marco que guía la organización del código y la estructura de la aplicación, promoviendo la reutilización y facilitando el mantenimiento y la escalabilidad.

La elección de un patrón de arquitectura adecuado influye en la calidad del software, su rendimiento y su facilidad de uso, el uso de patrones de arquitectura ayuda a los desarrolladores a afrontar la complejidad del software mediante la identificación de soluciones probadas y confiables, lo que contribuye a un desarrollo más ágil y eficiente. Este enfoque permite que los equipos de desarrollo colaboren de manera más efectiva, al tener una base común sobre la cual construir.

Un patrón particularmente relevante en el desarrollo web es el Model-Template-View (MTV). Este patrón se adapta a las necesidades específicas de diferentes frameworks y lenguajes de programación, permitiendo una mayor modularidad y flexibilidad en el diseño de aplicaciones web.

2.14. PATRÓN MODEL-TEMPLATE-VIEW (MTV)

El patrón Model-Template-View (MTV), es un framework de desarrollo web de código abierto escrito en el lenguaje de programación Python. El patrón MTV tiene la particularidad de separar claramente la lógica de la aplicación en tres componentes principales:

- **Model (Modelo):** se refiere a la estructura de datos en Django, se define esta estructura creando una clase por cada tabla en la base de datos. Cada modelo de Django contiene los campos y comportamientos de los datos que desea almacenar.
- **Template (Plantilla):** Es responsable de la presentación de los datos. Los templates permiten generar las vistas que el usuario final verá en la interfaz de la aplicación.
- **View (Vista):** Actúa como intermediario entre el modelo y los templates, gestionando la

lógica de la aplicación y determinando qué datos deben ser enviados a los templates.

La aplicación del patrón MTV en Django facilita la separación de responsabilidades, mejorando la mantenibilidad y la escalabilidad del sistema. Esta separación también permite que diferentes equipos puedan trabajar de manera independiente sobre cada componente, favoreciendo una mayor eficiencia en el desarrollo.

2.15. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

En la tabla 2.2, tabla 2.3 y tabla 2.4 se identifican las herramientas de desarrollo que se utilizan para el proyecto.

Tabla 2.2

Herramientas a utilizar en el desarrollo del front-end del proyecto





Logo	Herramienta	Versión
	HTML	5
	CSS	3
	JavaScript	ES14
	Framework Bootstrap	4.4

Tabla 2.3

Herramientas a utilizar en el desarrollo del back-end del proyecto







Logo	Herramienta	Versión
	Python	3.12.5
	Framework Django	5.1.1
	PostgreSQL	16.3
	pgAdmin	4

Tabla 2.4

Herramientas a utilizar en programación y el control de versiones del proyecto

Logo	Herramienta	Versión
	Visual Studio Code	1.94.2
	Github	2.46.1

2.16. PRUEBAS

La etapa de pruebas se realiza para identificar, corregir errores y asegurar que el sistema funcione según las especificaciones planteadas en los requerimientos. De acuerdo con Sommerville (2011), las pruebas de software deben ser meticulosas, comprobando tanto las funciones internas del sistema como su comportamiento desde la perspectiva del usuario final. Las pruebas no solo permiten detectar defectos, sino también asegurar que el software opere correctamente en diferentes escenarios, reduciendo el riesgo de errores que afecten la experiencia del usuario o la operación de

la empresa.

Sommerville (2011) clasifica las pruebas de software en cuatro categorías principales: pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de sistema y pruebas de aceptación.

2.16.1. Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias verifican el funcionamiento de las partes más pequeñas del software, llamadas "unidades". Cada unidad, generalmente una función o un módulo, se prueba de forma aislada para asegurar que su comportamiento sea correcto. Como destaca Pressman (2010), estas pruebas son fundamentales para detectar errores en los componentes básicos del sistema, lo cual facilita una construcción más sólida del sistema completo.

2.16.2. Pruebas integración

Una vez que los módulos individuales son validados, las pruebas de integración examinan cómo interactúan entre sí. Según Sommerville (2011), en esta fase se detectan problemas en la comunicación y la interoperabilidad de las distintas partes del software, estas pruebas buscan identificar problemas que surgen cuando se combinan los distintos componentes, como incompatibilidades de interfaces o errores de comunicación.

2.16.3. Pruebas de sistema

Las pruebas de sistema analizan el software en su totalidad, evaluando si cumple con todos los requerimientos funcionales y no funcionales. Estas pruebas se realizan en un entorno que simula el real, evaluando factores como el rendimiento y la seguridad.

2.16.4. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación tienen como objetivo validar que el software cumple con los requisitos del cliente, estas pruebas se realizan con la participación de los usuarios finales, quienes validan que el sistema funcione según lo esperado y satisfaga sus necesidades. A diferencia de los tipos de pruebas anteriores, las pruebas de aceptación no se automatizan, sino que se llevan a cabo

mediante protocolos de prueba específicos.

2.17. MODELO DE CALIDAD BOEHM

El modelo de calidad de Boehm fue propuesto por Barry Boehm en los años 70 como un enfoque exhaustivo para evaluar la calidad del software de forma estructurada. Su objetivo principal es ofrecer un marco de referencia que descompone el concepto de calidad en atributos y sub-atributos específicos, permitiendo a los ingenieros de software identificar y medir aspectos clave para mejorar la calidad del software desarrollado. Según Pressman (2010), este modelo proporciona una guía que facilita el cumplimiento de los objetivos de calidad, estableciendo métricas y criterios que ayudan en la toma de decisiones a lo largo del proceso de desarrollo.

2.17.1. Estructura jerárquica del modelo de calidad Boehm

El Modelo de Calidad de Boehm establece un marco de trabajo para evaluar la calidad de un software mediante una estructura jerárquica de características. En la figura 2.10, el modelo se organiza en tres niveles: usos primarios, constructores intermedios y constructores primitivos. Cada uno de estos niveles desglosa aspectos de la calidad que se vuelven más específicos a medida que se profundiza en la jerarquía.

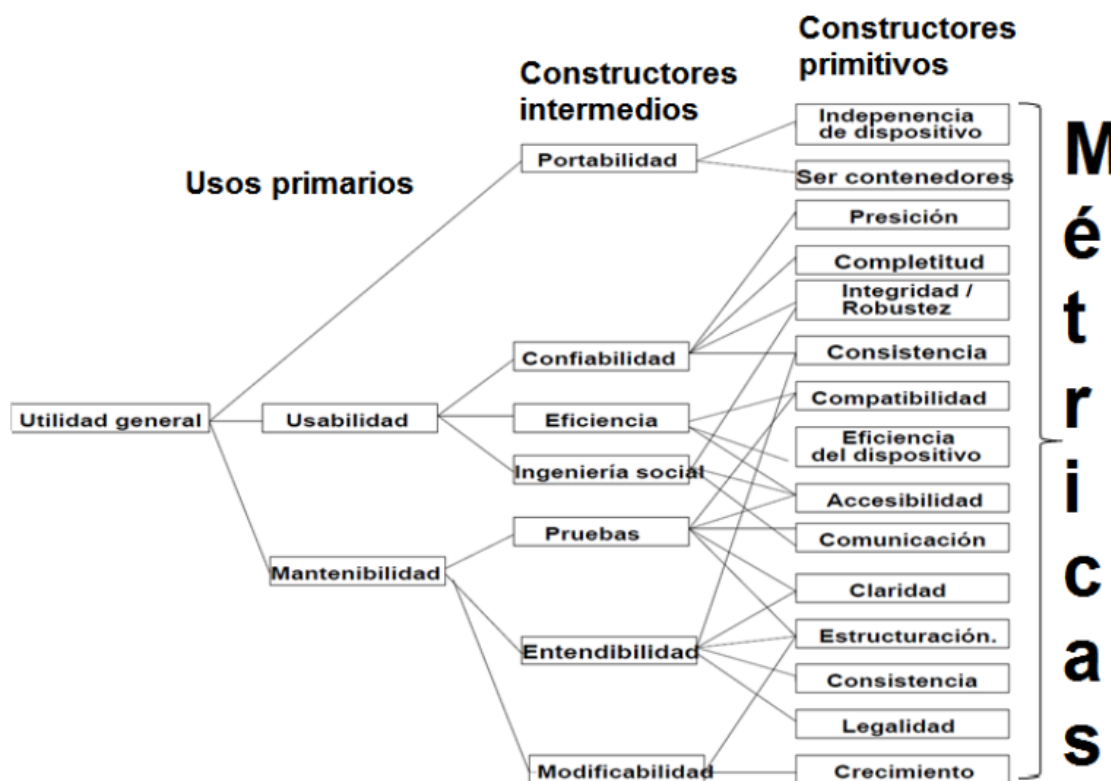
En el primer nivel define tres utilidades como factores para la calidad del software que son las siguientes:

- 1) Utilidad del software tal y como está en el momento de la evaluación, identificar la facilidad de uso, fiabilidad y eficiencia.
- 2) La facilidad de mantenimiento identificar lo que es modificable para realizar sus modificaciones pertinentes y las pruebas adecuadas.
- 3) Portabilidad facilidad que tiene el software de ser utilizado en entorno distinto.

En el segundo nivel, los constructores intermedios son características técnicas que impactan directamente los usos primarios. En este nivel, se consideran elementos como portabilidad,

Figura 2.10

Estructura jerárquica del Modelo de Calidad Boehm



Nota: Obtenido de <https://evaluacionred-g3-2019.fandom.com/> confiabilidad, eficiencia, ingeniería social (seguridad) y entendibilidad.

Portabilidad: La capacidad del software para funcionar en distintos entornos o plataformas sin necesidad de cambios significativos.

Confiabilidad: Define la estabilidad y seguridad del sistema, asegurando que cumple sus funciones sin fallos y resiste condiciones inesperadas.

Eficiencia: Enfoca el uso adecuado de los recursos, optimizando tiempos de respuesta y el uso de memoria.

Ingeniería Social (Seguridad): Evalúa las medidas implementadas para proteger el sistema de amenazas externas y salvaguardar los datos de los usuarios.

Entendibilidad: La facilidad con la que los desarrolladores pueden comprender el código o

la arquitectura del software para realizar modificaciones.

Modificabilidad: Posibilita cambios y adaptaciones en el software

Y por último en el tercer nivel, los constructores primitivos son métricas y atributos básicos que sirven como fundamentos para los constructores intermedios. En esta categoría se incluyen aspectos como independencia de dispositivo, ser contenedores, precisión, completitud, integridad, compatibilidad, accesibilidad y claridad.

Independencia de Dispositivo: La capacidad del sistema para operar en múltiples dispositivos sin problemas.

Ser contenedores: Habilidad para encapsular y gestionar recursos

Precisión: Exactitud en los resultados y operaciones.

Completitud: Implementación total de funcionalidades requeridas.

Integridad: Garantiza la seguridad y protección de la información contra accesos no autorizados o fallos.

Consistencia: Uniformidad en el comportamiento.

Compatibilidad: Interoperabilidad con otros sistemas.

Eficiencia del dispositivo: Optimización de recursos hardware.

Accesibilidad: Facilidad de uso para diferentes usuarios.

Comunicación: Claridad en la interacción sistema-usuario.

Claridad: Facilidad de comprensión del código.

Estructuración: Organización lógica del software.

Consistencia: Uniformidad en el diseño y desarrollo.

Legalidad: Cumplimiento de normativas y estándares.

Crecimiento: Capacidad de expansión y escalabilidad.

3 MARCO APLICATIVO

3.0.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales describen lo que el sistema debe hacer, es decir, las funciones o características específicas que se deben implementar. En este proyecto, los requerimientos funcionales incluirían aspectos como:

- Gestión de rutas y horarios
- Venta y reserva de boletos
- Asignación de asientos
- Registro y seguimiento de encomiendas
- Gestión de flota de buses
- Generación de reportes de ventas
- Manejo de perfiles de usuarios (administradores, empleados)

3.0.2. Requerimientos no funcionales

Por otro lado, los requerimientos no funcionales especifican cómo debe funcionar el sistema en términos de rendimiento, usabilidad, seguridad y confiabilidad. Para el sistema, algunos de los requerimientos no funcionales incluyen:

- El sistema debe ser accesible desde múltiples dispositivos (computadoras, tablets y móviles).
- Garantizar la protección de los datos de los usuarios mediante protocolos de seguridad adecuados.

- Escalabilidad, capacidad de crecer para manejar aumento en usuarios y transacciones
- Mantenibilidad, arquitectura modular para facilitar actualizaciones

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, M. A. A., Costa, F. N., Bustos, D. M., & Astudillo, K. (2009). Implementación de un Website de Comercio Electrónico, Utilizando una Infraestructura de Red Segura.
- Agenjo, B. C., & Mateu, S. T. (2008). *El transporte. Aspectos y tipología*. Delta Publicaciones.
- Aparicio, J. M. G. (2013). *Gestión logística y comercial*. McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Arévalo Pineda, A. G., & Vargas Gallardo, J. L. (2021). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA AGILITAR LOS PROCESOS DE LA COMPRA Y VENTA DE BOLETOS DE BUSES INTERPROVINCIALES EN EL TERMINAL DE MILAGRO*. [B.S. thesis].
- ATT. (2017). *Memoria institucional 2017*. Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes. La Paz, Bolivia. https://www.att.gob.bo/sites/default/files/archivos_listados_pdf/2021-07-13/Memoria%20Institucional%202017.pdf
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2013). Logística empresarial.
- Casanueva, C., & García, J. (2000). Prácticas de la gestión empresarial. *Recuperado de https://docplayer.es/38495021-Iii-marco-teorico-julio-garcia-y-cristobalcasanueva-autores-del-libro-practicas-de-la-gestion-empresarial-definen-laempresa-como.html*.
- Castellanos Ramírez, A. (2015). *Logística comercial internacional*. Editorial Universidad del Norte. <https://books.google.com.bo/books?id=-7-QCgAAQBAJ>
- Cervantes, H., Velasco-Elizondo, P., & Careaga, L. (2016). *Arquitectura de software: conceptos y ciclo de desarrollo*. Cengage Learning.
- Chen, P. P. (1976). The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Trans. Database Syst.*, 1.
- Codd, E. F. (1970). A relational model of data for large shared data banks. 13(6), 377-387. <https://doi.org/10.1145/362384.362685>

- Cuevas Quiroz, F. (2023). Apuntes de clase de la materia Taller de Licenciatura I (INF - 398).
- Cuevas Quiroz, F. (2024). Apuntes de clase de la materia Taller de Licenciatura II (INF - 399).
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2, 162-167. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009
- Escudero Serrano, M. J. (2019). *Logística de almacenamiento 2*. Ediciones paraninfo, SA.
- García, L. A. M. (2016). *Gestión logística integral - 2da edición: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Ecoe Ediciones. <https://books.google.com.bo/books?id=jXs5DwAAQBAJ>
- Hurtado Samaniego, D. F. (2019). *Aplicación Web administrativa para reserva de servicios de transporte y envío de encomiendas para la empresa Romero y Asociados (AMBASEUR) de la ciudad de Ambato* [B.S. thesis]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas ...
- Ibarra-Rojas, O. J., & Rios-Solis, Y. A. (2012). Synchronization of bus timetabling. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(5), 599-614.
- i Cos, J. P., De Navascués, R., et al. (2001). *Manual de logística integral*. Ediciones Díaz de Santos.
- Koch, F. (2001). El transporte público urbano. *Lo urbano y la urbanización en Bolivia: problemáticas y desafíos*, 287.
- Lambert, D., & Stock, J. (2001). *Strategic Logistics Management*. McGraw-Hill Companies, Incorporated. <https://books.google.com.bo/books?id=RGPHQgAACAAJ>
- Ley General de Transporte (2011, agosto).
- Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano' (2012, abril).

- Mauttone, A., Cancela, H., & Urquhart, M. (2002). Diseño y optimización de rutas y frecuencias en el transporte colectivo urbano, modelos y algoritmos. *XI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, 299-310.
- Molinero, Á., & Arellano, L. I. S. (2005). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Mora, E. A. I. (2022). SISTEMA GESTION DE SERVICIO DE VIAJES PARA LA EMPRESA “NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN CISA”.
- Nielsen, J. (2006). *F-Shaped Pattern For Reading Web Content (Original Study)*. Consultado el 10 de octubre de 2024, desde <https://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content-discovered/>
- Núñez, S., & Tituaña, M. (2005). *Diseño web comercial de la Escuela Politécnica de Ejército*. [B.S. thesis]. ESPE.
- Patiño Martínez, F. Y. (2022). Elaboración de diagramas de casos de uso. <http://dx.doi.org/10.16925/gcgp.60>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software un enfoque práctico*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L. <https://books.google.com.bo/books?id=deuwcQAACAAJ>
- Rivera, V. M. I., Trujillo, C. R., & Vargas, G. T. (2002). ESTUDIO DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127552567>
- Robusté Antón, F. (2005). *Logística del transporte*. Edicions UPC.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software. *I. Sommerville, Ingeniería de Software*. Pearson Educación.
- Sosa Pajuelo, J. G. (2019). Sistema informático web para la gestión de pasajes de la empresa de transporte Turismo Transol Barranca SAC.

Tejero, J. J. A. (2015). *El transporte de mercancías 2ª edición: Enfoque logístico de la distribución*.

ESIC Editorial.

Vivas Mena, J. B. (2019). Propuesta de implementación del sistema Web de venta de boletos de viaje y gestión de encomiendas para la empresa transportes Montero SAC Piura; 2018.