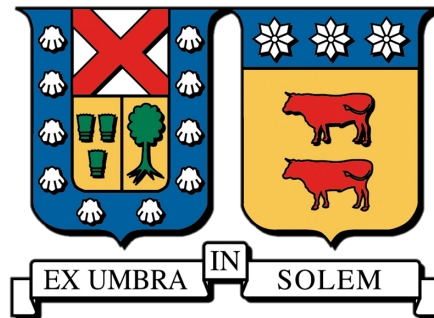


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
VALPARAÍSO - CHILE



**“Desarrollo backend para la aplicación web de
pasaporte turístico digital para Viña del Mar ”**

Joaquín Andrés Aguilera Canelo

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL TELEMÁTICO**

PROFESOR GUÍA:

José Manuel Martínez

PROFESOR CORREFERENTE:

Mohamed Abdelhamid

Marzo 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Desarrollo backend para la aplicación web de pasaporte turístico digital para Viña del Mar

Nombre del candidato(a): Joaquín Andrés Aguilera Canelo

Carrera / Grado: Ingeniería civil telemática / Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería Electrónica

Campus: Casa Central Valparaíso ; **Departamento:** Telemática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, José Manuel Martínez Verdugo, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 10/03/2026 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 10/03/2026 ; **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Agradecimientos

A mi familia por todo el apoyo y la ayuda necesaria para lograr estar donde estoy, por permitirme estudiar una carrera universitaria, por ayudarme durante todo el trayecto y por mantenerme por el buen camino. A mis compañeros de universidad por brindar un ambiente tan amigable y abrazador, permitiendo conocer un mundo nuevo que no habría conocido en otro lado. A mis amigos por ayudarme a levantar cabeza en los momentos más bajos. Y a mis profesores por ser la guía académica que brindó el conocimiento para ser un profesional, un ingeniero de la Universidad Santa María.

Resumen

La presente tesis aborda el diseño e implementación de una plataforma digital llamada *Viña Pass*, orientada a la gestión municipal de un pasaporte turístico digital para la ciudad de Viña del Mar. El sistema permite a los turistas registrarse, generar un pasaporte digital con código QR y acceder a beneficios (usando el código QR) ofrecidos por locales adheridos, mientras que la municipalidad dispone de herramientas administrativas para supervisar, controlar y analizar el uso del programa de parte de los turistas.

La solución fue desarrollada bajo una arquitectura cliente-servidor utilizando el patrón Modelo–Vista–Controlador (MVC), con backend en Node.js y base de datos relacional MySQL. Se implementaron mecanismos de validación robusta, incluyendo verificación formal de RUT, controles en el registro para la generación de pasaportes, restricción de duplicación de turistas y prevención de emisión de más de un pasaporte activo por usuario. Asimismo, el sistema integra generación automática de credenciales en formato PDF enviadas por correo electrónico, autenticación de locales mediante PIN para el proceso de canje, control de stock de beneficios y registro transaccional en una tabla de historial para garantizar trazabilidad.

El panel administrativo permite gestionar turistas, pasaportes, locales y beneficios, así como visualizar indicadores relevantes para la toma de decisiones municipales. Los resultados obtenidos a partir del desarrollo demuestran el cumplimiento de los requisitos funcionales definidos, validando la viabilidad técnica de la solución como versión demostrativa aplicable a un contexto municipal real. Se identifican como líneas futuras de mejora el fortalecimiento de mecanismos de seguridad y pruebas en entornos de despliegue remoto.

Keywords: Pasaporte turístico digital, Smart Tourism, Código QR, Gestión municipal, Trazabilidad de canjes.

Abstract

This thesis addresses the design and implementation of a digital platform called *Viña Pass*, aimed at the municipal management of a digital tourist passport for the city of Viña del Mar. The system allows tourists to register, generate a digital passport with a QR code, and access benefits (using the QR code) offered by participating local businesses, while the municipality has administrative tools to supervise, control, and analyze how tourists use the program.

The solution was developed under a client–server architecture using the Model–View–Controller (MVC) pattern, with a Node.js backend and a MySQL relational database. Robust validation mechanisms were implemented, including formal verification of the Chilean RUT identifier, registration controls for passport generation, prevention of duplicate tourist records, and restriction of issuing more than one active passport per user. Additionally, the system integrates automatic generation of credentials in PDF format sent via email, authentication of participating businesses through a PIN during the redemption process, control of benefit stock, and transactional recording in a history table to ensure traceability.

The administrative panel allows the management of tourists, passports, businesses, and benefits, as well as the visualization of relevant indicators to support municipal decision-making. The results obtained from the development demonstrate compliance with the defined functional requirements, validating the technical feasibility of the solution as a demonstrative version applicable to a real municipal context. Future improvements identified include strengthening security mechanisms and conducting tests in remote deployment environments.

Índice de figuras

4.1. Esquema general de la arquitectura funcional del sistema Viña Pass. . .	28
4.2. Diagrama de arquitectura del sistema Viña Pass y relación entre sus módulos funcionales.	29
4.3. Modelo relacional de la base de datos del sistema Viña Pass.	31
5.1. Ingreso de RUT no válido	52
5.2. Resultado del ingreso de RUT no válido	52
5.3. Consulta previa de turista existente	53
5.4. Registro utilizando un turista ya existente	53
5.5. Verificación de no duplicación posterior al registro	54
5.6. Ingreso de RUT con pasaporte activo	54
5.7. Bloqueo por pasaporte vigente	55
5.8. Ingreso de fechas anteriores a la fecha actual	55
5.9. Rechazo por fecha anterior	56
5.10. Ingreso de fecha de salida anterior a la de ingreso	56
5.11. Rechazo por incoherencia de fechas	57
5.12. Ingreso de vigencia superior a 14 días	57
5.13. Rechazo por vigencia superior al límite permitido	58
5.14. Ingreso de datos válidos	59
5.15. Verificación en base de datos de turista creado	59
5.16. Pasaporte recibido en correo electrónico	59
5.17. Vista principal sin promociones activas	60

5.18. Vista principal con promociones activas	61
5.19. Código QR escaneado	62
5.20. Resultado de ingresar un PIN válido	62
5.21. Resultado de ingresar un PIN inválido	63
5.22. Consulta en base de datos posterior a canje exitoso	63
5.23. Inicio de sesión con datos no válidos	64
5.24. Resultado de inicio de sesión con datos no válidos	65
5.25. Inicio de sesión con datos válidos	65
5.26. Menú principal del administrador	65
5.27. Menú administrador de turistas	66
5.28. Consulta a base de datos antes de modificaciones	67
5.29. Eliminación de turista	67
5.30. Edición de datos de turista	67
5.31. Desactivación de pasaporte activo	68
5.32. Consulta a base de datos posterior a modificaciones	68
5.33. Panel administrador de locales	69
5.34. Consulta locales antes de modificaciones	69
5.35. Edición de local	70
5.36. Administración de beneficios	70
5.37. Consulta locales posterior a modificaciones	70
5.38. Vista del módulo de reportes	71

Índice de cuadros

4.2. Listado de Requerimientos Funcionales del sistema Viña Pass	26
--	----

Índice general

1. Introducción	7
1.1. Objetivos	8
1.1.1. Objetivo General	8
1.1.2. Objetivos Específicos	8
1.2. Estructura	9
2. Marco Teórico	11
2.1. El turismo como sector estratégico: contexto global y nacional	11
2.2. Viña del Mar como destino turístico: perfil y características	12
2.3. Impacto económico del turismo en el comercio local y beneficios para el visitante	13
2.4. Sistemas de pasaporte turístico digital: concepto y referentes	14
2.5. Códigos QR como mecanismo de identificación y validación	15
2.6. Generación y distribución de credenciales digitales en formato PDF	16
2.7. Analítica de datos y gestión municipal del turismo	16
2.8. Nota sobre la arquitectura técnica	17
3. Estado del Arte	19
3.1. City Cards comerciales internacionales	19
3.1.1. London Pass (Go City)	19
3.1.2. Paris Pass	20
3.2. Digitalización turística y validación tecnológica	21

3.3.	Smart Tourism y gobernanza de datos	21
3.4.	Adopción tecnológica en turismo	22
3.5.	Comparación estructurada	22
3.6.	Brecha identificada	23
3.7.	Conclusión del análisis comparativo	23
4.	Desarrollo de la plataforma	25
4.1.	Requerimientos Funcionales del Sistema	25
4.2.	Diseño de Arquitectura del Sistema	27
4.2.1.	Esquema General del Sistema	27
4.3.	Modelo de Datos	28
4.3.1.	Entidad Turista	31
4.3.2.	Entidad Pasaporte	31
4.3.3.	Entidad local	32
4.3.4.	Entidad Beneficio	32
4.3.5.	Entidad Historial_Canjes	33
4.3.6.	Entidad Administrador	34
4.3.7.	Relaciones del Modelo	34
4.3.8.	Consideraciones de Integridad y Rendimiento	35
4.4.	Capa de Modelos	35
4.4.1.	adminModel	35
4.4.2.	turistaModel	35
4.4.3.	pasaporteModel	36
4.4.4.	localModel	37
4.4.5.	beneficioModel	37
4.4.6.	historialModel	38
4.4.7.	encuesta1Model y encuesta2Model	38
4.5.	Capa de Controladores	38

4.5.1.	turistaController: registro de turistas y preparación del flujo de pasaporte	39
4.5.2.	pasaporteController: creación de pasaporte y entrega digital (PDF + correo)	40
4.5.3.	localController: visualización pública de locales y beneficios . .	40
4.5.4.	canjeController: flujo de canje por QR, autenticación del local y registro transaccional	41
4.5.5.	adminController: autenticación municipal, gestión de turistas/-pasaportes y reportes	42
4.5.6.	adminLocalesController: gestión administrativa de locales y beneficios	43
4.5.7.	authController: autenticación basada en token (JWT) para administrador	43
4.5.8.	beneficioController: Creación de beneficios (API)	44
4.5.9.	Servicios transversales: utilidades (utils)	44

5. Resultados 49

5.1.	Entorno de pruebas	49
5.2.	Introducción	50
5.3.	Resultados del módulo de Registro y Emisión de Pasaporte	51
5.3.1.	Registro de turista: validaciones de entrada	51
5.3.2.	Reutilización de turista existente	52
5.3.3.	Restricciones de fechas	55
5.4.	Resultados del módulo de Visualización de Beneficios	60
5.5.	Resultados del sistema de Canjes	61
5.5.1.	Acceso desde QR	61
5.5.2.	Validación de PIN	62
5.5.3.	Registro de canje	63
5.6.	Resultados del Panel de Administrador	64

5.6.1. Autenticación de administrador	64
5.6.2. Gestión de turistas	66
5.6.3. Gestión de locales y beneficios	68
5.7. Resultados del módulo de reportes	71
5.8. Trabajos futuros	73
A. Anexos Técnicos	75
A.1. Repositorio del proyecto y descarga del código fuente	75
A.1.1. Clonación del repositorio mediante Git (paso a paso)	75

Capítulo 1

Introducción

Chile recibe cada año un volumen creciente de turistas que dinamiza su economía y pone a prueba la capacidad de gestión de los gobiernos locales. En 2024, el país registró 5,2 millones de llegadas de turistas extranjeros —la mejor cifra desde la pandemia— y ciudades costeras como Viña del Mar concentran la mayor parte de ese flujo estival [2]. Sin embargo, las municipalidades carecen, en general, de sistemas digitales que les permitan identificar en tiempo real quiénes son los visitantes, cuánto tiempo permanecen y qué beneficios turísticos utilizan. El resultado es una planificación basada en estimaciones gruesas, sin datos propios ni trazabilidad. Esta brecha entre el volumen del fenómeno turístico y la precariedad de los instrumentos de gestión municipal es el punto de partida del presente trabajo. Frente a esta necesidad, el equipo de desarrollo —en coordinación con la Municipalidad de Viña del Mar— diseñó e implementó Viña Pass: una plataforma web de pasaporte turístico digital que permite registrar a los visitantes, emitir credenciales con código QR y canjear beneficios en comercios adheridos, generando simultáneamente un registro estructurado de datos útiles para la toma de decisiones municipales. El presente trabajo se centra en el desarrollo del backend de dicha plataforma.

1.1. Objetivos

El objetivo consiste en el desarrollo de una plataforma web que sirva para los turistas, estos podrán registrarse dentro de la página ingresando datos personales (de utilidad para la municipalidad), el registro genera un pasaporte turístico que le llega al turista a su correo electrónico, dentro de este pasaporte se encuentra el código QR con el que podrán canjear todos los beneficios activos que se muestren en la página principal de la plataforma. El método de canje consiste en que el dueño del local o la persona representativa de este escanee el código QR del pasaporte del turista, esto le redirigirá a una vista de la plataforma donde ingresa su PIN (único para cada lugar) y podrá confirmar si el turista puede canjear el beneficio deseado. Finalmente para la municipalidad hay un sistema exclusivo para administradores, mediante el cual podrán crear, editar y eliminar beneficios y locales, además de tener una vista donde se verán gráficos visuales que ayudarán a segmentar los diferentes turistas que usan la página.

1.1.1. Objetivo General

El objetivo de este trabajo consiste en el desarrollo del backend de la plataforma, usando Node.js como entorno, la estructura MVC como modelo para la lógica del proyecto, MySQL como base de datos (y mysql2 como controlador). Específicamente este trabajo consiste en el desarrollo de los controladores, modelos y diseño de la base de datos del proyecto final.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Diseño de la base de datos
- Sistema de despliegue de locales en vista principal
- Sistema de registro de turista
- Generación del pasaporte y el código QR

- Sistema de canje de los beneficios
- Sistema de edición de locales y beneficios
- Sección de gráficos para los administradores

Enfoque metodológico del trabajo

El presente trabajo se estructura bajo una lógica de resolución de problema. En primer lugar, se identifica la necesidad municipal de contar con un sistema digital que permita registrar turistas, emitir credenciales digitales y gestionar beneficios con trazabilidad y control administrativo.

A partir de esta problemática se definen requerimientos funcionales concretos que establecen qué debe ser capaz de hacer el sistema. Posteriormente, en el Capítulo 4, se describen las decisiones de arquitectura, modelo de datos e implementación adoptadas para satisfacer dichos requerimientos.

Finalmente, en el Capítulo 5 se valida experimentalmente el cumplimiento de cada funcionalidad definida, permitiendo demostrar la coherencia entre el problema identificado, la solución implementada y los resultados obtenidos.

1.2. Estructura

El presente documento se organiza en seis capítulos:

En el **Capítulo 1: Introducción**, se presenta el problema abordado, la motivación del proyecto, el objetivo general y los específicos, así como el alcance y la justificación de la propuesta desarrollada.

El **Capítulo 2: Marco Teórico** expone los fundamentos conceptuales y tecnológicos que sustentan la solución implementada. En esta sección se revisan temas como arquitectura cliente-servidor, patrón Modelo–Vista–Controlador (MVC), bases de datos relacionales, validación digital mediante códigos QR, trazabilidad transaccional y conceptos asociados a turismo inteligente.

En el **Capítulo 3: Estado del Arte**, se analizan soluciones existentes relacionadas con pases turísticos digitales, plataformas municipales y sistemas de validación digital, permitiendo contextualizar la propuesta desarrollada en esta tesis al relacionar estas soluciones existentes con la que se desea plantear.

El **Capítulo 4: Desarrollo del Sistema** describe el diseño e implementación de la plataforma *Viña Pass*. Se detallan la arquitectura adoptada, el modelo de datos, la estructura de la base de datos, la capa de modelos, controladores y utilidades implementadas, así como las decisiones técnicas relevantes para el cumplimiento de los requerimientos funcionales.

El **Capítulo 5: Resultados** presenta la validación funcional del sistema mediante pruebas realizadas sobre los distintos módulos, incluyendo registro de turistas, emisión de pasaportes, control de vigencia, sistema de canjes, gestión administrativa y generación de reportes.

Finalmente, el **Capítulo 6: Conclusiones** sintetiza los principales aportes del trabajo, evalúa el cumplimiento de los objetivos planteados, identifica limitaciones del sistema y propone líneas de mejora y trabajo futuro.

La organización de este documento sigue una lógica de resolución de problema: el Marco Teórico y el Estado del Arte construyen el argumento de por qué es necesaria y pertinente una solución como *Viña Pass*; el Capítulo 4 describe las decisiones de diseño e implementación tomadas para satisfacer los requerimientos identificados; y el Capítulo 5 cierra el arco demostrando, con evidencia experimental, que dichas decisiones funcionan. El lector puede seguir esta cadena causal en cada transición entre capítulos.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. El turismo como sector estratégico: contexto global y nacional

El turismo es uno de los sectores económicos de mayor crecimiento sostenido a nivel mundial. Según el Barómetro del Turismo Mundial de ONU Turismo (anteriormente OMT), en 2024 se registraron aproximadamente 1.400 millones de llegadas de turistas internacionales a escala global, lo que representa una recuperación del 99 % respecto a los niveles prepandemia de 2019 y un crecimiento del 11 % frente a 2023 [1]. Este dinamismo confirma la recuperación definitiva del sector tras el colapso generado por el COVID-19, consolidando al turismo como un motor económico de primera magnitud a escala internacional.

Este dinamismo global tiene un correlato directo en Chile: según datos de SERNATUR, en 2024 el país recibió 5.239.233 llegadas de turistas extranjeros, la mejor cifra desde la pandemia, representando un alza del +40,4 % respecto a 2023 y un +16 % sobre el año récord prepandemia 2019 [2]. Desde el punto de vista económico, el Banco Central estimó que en 2024 las exportaciones de servicios de turismo alcanzaron aproximadamente US\$ 3.200 millones, contribuyendo con 0,3 a 0,4 puntos porcentuales al crecimiento del PIB [3]. Por su parte, el World Travel & Tourism Council (WTTC)

proyectó que el sector aportaría US\$ 35.000 millones al PIB nacional en 2024, representando el 11,5 % del empleo total del país con más de un millón de puestos de trabajo [4].

En cuanto al turismo interno, se estimaron entre 25 y 30 millones de viajes con pernoctación realizados por chilenos dentro del territorio nacional durante la temporada alta 2024–2025 [2]. Esta magnitud del fenómeno turístico plantea, al mismo tiempo, un desafío de gestión de información: conocer quiénes son los turistas, de dónde provienen, cuánto tiempo permanecen y qué lugares visitan constituye un insumo invaluable para la planificación territorial y el desarrollo de políticas públicas locales. Es precisamente en esta necesidad donde se fundamenta el desarrollo de herramientas tecnológicas como la plataforma *Viña Pass*, objeto del presente trabajo.

2.2. Viña del Mar como destino turístico: perfil y características

Viña del Mar es uno de los destinos turísticos más relevantes de Chile. Ubicada en la Región de Valparaíso, a 120 kilómetros de Santiago, cuenta con 334.871 habitantes según el Censo 2024 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) [5], siendo la comuna más poblada de su provincia y una de las ciudades más grandes del país. Su posición geográfica —litoral, clima mediterráneo y cercanía a la capital— la convierte en un destino prioritario para el turismo de sol y playa, con una afluencia de visitantes que modifica su dinámica urbana durante la temporada estival.

De acuerdo con proyecciones de la Subsecretaría de Turismo para el verano 2023–2024, Viña del Mar fue el destino turístico más demandado de Chile, con una estimación de 844.000 visitantes durante la temporada, superando a otros destinos nacionales [6]. El Departamento de Turismo Municipal confirmó además que una fracción significativa de los visitantes proviene de fuera de la Región de Valparaíso, siendo la Región Metropolitana el principal origen.

A este flujo estival se suma el turismo de eventos, que posiciona a la ciudad como destino durante todo el año. En particular, el Festival Internacional de la Canción de Viña del Mar constituye un hito cultural y turístico de alta visibilidad, y se asocia a incrementos de demanda y ocupación en determinados periodos [6]. Estas características refuerzan la pertinencia de soluciones digitales para apoyar la gestión turística, especialmente cuando se busca integrar beneficios, validación y trazabilidad de uso.

2.3. Impacto económico del turismo en el comercio local y beneficios para el visitante

El gasto de los turistas tiene un efecto directo y multiplicador sobre el comercio local. Según el Banco Central de Chile, el turismo receptivo incidió en una proporción relevante del incremento interanual real del total de transacciones con tarjetas de pago en enero de 2025, concentrándose principalmente en rubros como grandes tiendas, vestuario, calzado y bienes durables [3]. En este contexto, plataformas de descuentos y beneficios turísticos representan un instrumento de fomento al comercio local, al canalizar el gasto del turista hacia los establecimientos adheridos mediante incentivos concretos.

Para los visitantes, los programas de pasaporte turístico ofrecen ahorros medibles. A modo de referencia internacional, el *London Pass* (Go City) permite acceder a múltiples atracciones y beneficios con un ahorro respecto a la compra individual de entradas [7]. En el modelo de *Viña Pass*, los beneficios ofrecidos por locales adheridos —descuentos en gastronomía, comercio y servicios— representan un ahorro directo para el turista y un aumento del valor de la visita para los locales participantes, generando valor para ambos actores del ecosistema turístico local.

Desde la perspectiva municipal, la recopilación sistematizada de datos sobre el perfil del turista —nacionalidad, ciudad de origen, fechas de estadía— constituye un activo estratégico para la planificación y el diseño de políticas de fomento turístico. La litera-

tura especializada en turismo inteligente (*smart tourism*) subraya que los destinos que recopilan y analizan datos de sus visitantes obtienen ventajas comparativas en la personalización de la oferta y en la eficiencia de la inversión pública [8, 9]. En este sentido, *Viña Pass* no es únicamente un sistema de beneficios: es también un instrumento de inteligencia turística municipal.

2.4. Sistemas de pasaporte turístico digital: concepto y referentes

Los sistemas de pasaporte turístico digital son plataformas informáticas diseñadas para integrar, administrar y validar el acceso a beneficios turísticos mediante credenciales digitales únicas. Estas credenciales permiten acceder a descuentos, servicios o experiencias ofrecidas por distintos actores del ecosistema turístico, mediante mecanismos de identificación como códigos QR, documentos digitales o aplicaciones web [10].

A nivel internacional, plataformas como el *London Pass* y el *Paris Pass* constituyen referentes consolidados: centralizan la oferta turística de una ciudad, controlan el uso de beneficios y generan datos útiles para la gestión del destino [7, 11]. En contextos municipales, estos sistemas adquieren relevancia como herramientas de planificación territorial, ya que permiten conocer el perfil del visitante y la demanda por tipo de beneficio o servicio.

Estos sistemas se enmarcan dentro del concepto de turismo inteligente (*smart tourism*), entendido como un enfoque basado en datos para mejorar la experiencia del visitante, la eficiencia operativa del destino y la toma de decisiones institucionales. Gretzel et al. proponen un marco fundacional que integra capas de recolección de datos, gestión de información y experiencia de usuario [8]; investigaciones posteriores han expandido este enfoque incorporando herramientas como análisis de datos, plataformas digitales y co-creación en tiempo real [9, 12]. La plataforma desarrollada en esta tesis se alinea

con este marco conceptual, adaptándolo al contexto institucional de la Municipalidad de Viña del Mar.

2.5. Códigos QR como mecanismo de identificación y validación

Los códigos QR (*Quick Response*) son códigos bidimensionales definidos por el estándar ISO/IEC 18004:2015, que permiten almacenar información de forma compacta y ser leídos rápidamente por dispositivos móviles [13]. Su uso en procesos de validación se expandió con la adopción masiva de *smartphones* y, de manera decisiva, con medidas de distanciamiento social asociadas a la pandemia, que aceleraron su adopción en comercio, gastronomía, transporte y turismo [14, 15].

En el ámbito del turismo, el QR funciona como identificador del visitante: al ser escaneado por el operador del local adherido, redirige al sistema de canje del pasaporte, encadenando la validación de la credencial con la autenticación del comercio y el registro del beneficio utilizado. Revisiones recientes sobre turismo digital destacan que mecanismos de identificación y trazabilidad apoyados en tecnologías móviles pueden mejorar procesos de validación en terreno y reducir errores operacionales [9].

No obstante, reportes de ciberseguridad advierten riesgos crecientes asociados al uso masivo de QR. El denominado *quishing* (QR + phishing) consiste en el uso de códigos QR maliciosos para redirigir a los usuarios hacia sitios fraudulentos, aprovechando que el destino del enlace no es visible hasta que el código es escaneado [16, 17]. Esta realidad justifica la incorporación de controles adicionales de seguridad en sistemas basados en QR, como los implementados en *Viña Pass*: autenticación del local mediante PIN único y validación de reglas de vigencia antes de autorizar cualquier canje.

2.6. Generación y distribución de credenciales digitales en formato PDF

El formato PDF (*Portable Document Format*), estandarizado por ISO 32000-2:2020, es ampliamente utilizado para la distribución de documentos digitales por su portabilidad multiplataforma, fidelidad de renderizado y compatibilidad entre dispositivos y sistemas operativos [18]. En sistemas de pasaporte turístico, su uso permite entregar al visitante una credencial digital que puede almacenarse en el dispositivo móvil, imprimirse o presentarse en pantalla, sin requerir la instalación de aplicaciones adicionales.

La generación automática de pasaportes en formato PDF, incorporando un código QR y enviándolo por correo electrónico, constituye un flujo de alta accesibilidad y baja fricción para el usuario final. Este enfoque es coherente con tendencias de digitalización del turismo, donde la entrega inmediata de credenciales mejora la adopción y reduce barreras de uso [9]. Desde el punto de vista técnico, la generación dinámica de PDF con contenido personalizado —incluyendo datos del turista, vigencias y el QR único— es una funcionalidad central del sistema *Viña Pass*.

2.7. Analítica de datos y gestión municipal del turismo

La analítica de datos en sistemas de información turística permite transformar registros operacionales en conocimiento útil para la toma de decisiones. Mediante indicadores como distribución de nacionalidades, frecuencia de canjes o fechas de mayor actividad, los administradores municipales pueden evaluar impacto, detectar patrones de demanda y orientar políticas de fomento [8, 9].

Investigaciones recientes enfatizan que los destinos turísticos inteligentes enfrentan barreras y oportunidades al actuar como proveedores de datos abiertos, destacando desafíos asociados a gobernanza, interoperabilidad y disponibilidad de información útil para el sector [19]. En *Viña Pass*, el panel de reportes implementado entrega métricas base (pasaportes emitidos, canjes totales, distribución por nacionalidad y canjes por

local), constituyendo un punto de partida para analítica más profunda en futuras etapas.

2.8. Nota sobre la arquitectura técnica

Junto a los conceptos de contexto turístico ya descritos, la plataforma *Viña Pass* se apoya en fundamentos técnicos que conviene enunciar brevemente. La arquitectura cliente–servidor, el patrón Modelo–Vista–Controlador (MVC), las bases de datos relacionales y los mecanismos de autenticación son enfoques ampliamente utilizados en el desarrollo de aplicaciones web institucionales.

Node.js, como entorno de ejecución *backend* basado en el motor V8, ofrece un modelo de entrada/salida no bloqueante y orientado a eventos, lo que lo hace especialmente adecuado para aplicaciones web con múltiples solicitudes concurrentes [20]. MySQL con motor InnoDB proporciona persistencia transaccional robusta, soporte para claves foráneas y control de integridad referencial [21]. JSON Web Token (JWT), estandarizado en el RFC 7519, permite autenticación *stateless* para módulos administrativos sin mantener estado en el servidor [22]. Estas tecnologías, de amplia adopción y soporte comunitario activo, son apropiadas para una plataforma municipal orientada a trazabilidad, control administrativo y validación de beneficios turísticos.

Los conceptos revisados en este capítulo —turismo inteligente, pasaportes turísticos digitales, códigos QR, generación de credenciales en PDF y analítica de datos— constituyen el mapa teórico que orienta las decisiones de diseño descritas en el Capítulo 4. Cada una de las tecnologías seleccionadas responde a uno o más de los desafíos identificados: la necesidad de identificar al visitante sin fricción (QR + PDF), de garantizar trazabilidad (modelo relacional con historial de canjes), de controlar el acceso administrativo (JWT + MVC) y de generar datos útiles para la municipalidad (panel de reportes). El Capítulo 5 demostrará experimentalmente que estas elecciones satisfacen los requerimientos funcionales definidos.

Capítulo 3

Estado del Arte

El desarrollo de plataformas de pasaporte turístico digital se inscribe dentro del marco del denominado *smart tourism*, entendido como la integración de tecnologías digitales para mejorar simultáneamente la experiencia del visitante y la gestión del destino.

En este contexto, las *City Cards* y *Tourist Passes* representan una aplicación concreta de digitalización turística, combinando identificación electrónica, validación en terreno y control de beneficios. Estas soluciones operan sobre infraestructuras digitales que permiten registrar interacciones, administrar condiciones de uso y, en algunos casos, generar información estratégica para la gestión pública.

El presente capítulo examina soluciones reales implementadas en distintos contextos geográficos, analiza sus características técnicas y operativas, y las compara críticamente con la propuesta desarrollada en esta tesis.

3.1. City Cards comerciales internacionales

3.1.1. London Pass (Go City)

El *London Pass*, operado por Go City, constituye uno de los sistemas de city card más consolidados a nivel mundial [7].

Se trata de un pase completamente digital, validado mediante código QR conforme al estándar internacional de codificación bidimensional [13]. El sistema permite:

- Activación automática al primer uso.
- Control temporal por número de días.
- Registro digital del consumo de beneficios.
- Integración con decenas de atracciones.

Desde una perspectiva tecnológica, este modelo refleja los principios de validación digital en terreno ampliamente difundidos tras la expansión del uso de QR en turismo y hospitalidad [14].

Comparación con Viña Pass:

London Pass prioriza monetización y escalabilidad comercial. No obstante, no está diseñado como herramienta de gobernanza municipal ni como sistema de inteligencia territorial pública. La trazabilidad interna no es accesible a gobiernos locales para fines de planificación pública, a diferencia del enfoque propuesto en esta tesis.

3.1.2. Paris Pass

El *Paris Pass*, también comercializado por Go City [11], opera bajo un modelo similar:

- Credencial digital.
- Validación QR.
- Activación por uso inicial.
- Modelo comercial orientado al visitante.

Si bien incorpora digitalización completa, no contempla mecanismos adicionales de autenticación del comercio (como el PIN implementado en Viña Pass), ni integra explícitamente paneles administrativos orientados a gestión municipal.

3.2. Digitalización turística y validación tecnológica

La validación mediante QR se ha consolidado como mecanismo de bajo costo y alta adopción en el sector turístico [14]. No obstante, la literatura también advierte sobre riesgos asociados al uso masivo de códigos QR, particularmente en escenarios de seguridad y phishing [16, 17].

En este sentido, la incorporación de controles adicionales (como autenticación del comercio) constituye una mejora respecto a modelos que dependen exclusivamente del escaneo del código.

Asimismo, la generación de credenciales en formato PDF responde al estándar ISO 32000-2:2020, ampliamente adoptado como formato portable y compatible universalmente [18]. Esta elección tecnológica permite interoperabilidad sin requerir aplicaciones móviles dedicadas.

3.3. Smart Tourism y gobernanza de datos

Desde el ámbito académico, el concepto de turismo inteligente enfatiza la integración entre infraestructura tecnológica, actores institucionales y datos como recurso estratégico [8].

Wu et al. destacan que la digitalización del turismo no solo impacta la experiencia del visitante, sino también la capacidad de las autoridades para recolectar y analizar información estructurada [9]. En esta línea, Ivars-Baidal et al. subrayan que uno de los principales desafíos de los destinos inteligentes es la gobernanza y apertura de datos turísticos [19].

Sin embargo, gran parte de la literatura se concentra en marcos conceptuales, sin detallar implementaciones técnicas concretas adaptadas a gobiernos locales con capacidades limitadas.

3.4. Adopción tecnológica en turismo

El éxito de plataformas digitales en turismo depende de factores como facilidad de uso, compatibilidad tecnológica y confianza del usuario [15].

Las aplicaciones móviles dedicadas ofrecen funcionalidades avanzadas (geolocalización, personalización dinámica), pero incrementan la fricción de adopción al requerir instalación y mantenimiento constante. En contraste, soluciones web ligeras basadas en QR y credenciales PDF reducen barreras de entrada, alineándose con principios de accesibilidad universal.

En este sentido, la arquitectura propuesta en Viña Pass —basada en validación web sin descarga obligatoria— responde a criterios de adopción tecnológica pragmáticos en contextos municipales.

3.5. Comparación estructurada

Del análisis comparativo se desprenden diferencias relevantes:

- **Modelo comercial vs. modelo institucional:** Las city cards internacionales priorizan monetización [7, 11]; Viña Pass prioriza gestión pública.
- **Validación estándar vs. validación reforzada:** Las soluciones comerciales dependen exclusivamente del QR; Viña Pass incorpora autenticación adicional del comercio.
- **Analítica cerrada vs. datos para gobernanza:** El enfoque de destinos inteligentes enfatiza la necesidad de datos abiertos y gestión pública [19], dimensión abordada explícitamente en esta tesis.
- **Infraestructura privada vs. tecnologías abiertas:** Viña Pass utiliza herramientas open-source ampliamente documentadas [20, 21].

3.6. Brecha identificada

El estado del arte evidencia que:

1. Existen soluciones tecnológicamente maduras de pase digital.
2. Existe literatura robusta sobre turismo inteligente.
3. Existe adopción masiva de QR en validación turística.

No obstante, no se identifican implementaciones documentadas que integren simultáneamente:

- Validación QR con autenticación reforzada.
- Control institucional por roles.
- Persistencia transaccional relacional con integridad referencial.
- Panel administrativo orientado a política pública.
- Desarrollo íntegro sobre tecnologías open-source.

Es en esta intersección donde se posiciona la propuesta desarrollada en esta tesis.

3.7. Conclusión del análisis comparativo

Las soluciones internacionales constituyen referentes tecnológicos relevantes y validan la viabilidad del modelo de pase digital. Sin embargo, están diseñadas para contextos de alta inversión o monetización privada.

La propuesta de Viña Pass adapta principios de turismo inteligente [8, 9] al contexto municipal chileno, integrando:

- Validación QR estandarizada [13].
- Generación de credenciales PDF interoperables [18].

- Gobernanza de datos orientada a gestión pública [19].
- Arquitectura basada en tecnologías abiertas ampliamente documentadas [20, 21].

De esta forma, la plataforma no replica un modelo comercial existente, sino que implementa una solución técnica alineada con necesidades institucionales concretas, cerrando la brecha entre teoría de turismo inteligente y herramientas operativas municipalmente implementables.

Capítulo 4

Desarrollo de la plataforma

El Marco Teórico identificó la necesidad de contar con herramientas digitales de gestión turística municipal; el Estado del Arte mostró que ninguna solución existente cubre integralmente los requerimientos de un gobierno local con recursos limitados. Este capítulo describe cómo se diseñó e implementó Viña Pass para cubrir ese gap. El punto de partida son los requerimientos funcionales definidos en conjunto con la Municipalidad de Viña del Mar (sección 4.1); a partir de ellos se tomaron decisiones de arquitectura, modelo de datos e implementación (secciones 4.2 a 4.5) que se justifican en función de dichos requerimientos. El Capítulo 5 demostrará que cada uno de estos requerimientos fue efectivamente satisfecho.

4.1. Requerimientos Funcionales del Sistema

En esta sección se presentan los requerimientos funcionales definidos para la plataforma Viña Pass, los cuales establecen las funcionalidades mínimas que el sistema debe cumplir para satisfacer los objetivos planteados en esta memoria.

Los requerimientos funcionales fueron definidos en base a los lineamientos municipales y a los objetivos específicos del proyecto, estableciendo restricciones de validación, control de acceso y trazabilidad del sistema.

Código	Descripción del Requerimiento Funcional
RF01	El sistema debe permitir el ingreso de nuevos beneficios por parte de los administradores municipales autorizados.
RF02	El sistema debe permitir la generación de pasaportes turísticos, garantizando que solo pueda existir un (1) pasaporte activo por persona o DNI al mismo tiempo.
RF03	El sistema debe enviar el pasaporte generado al correo electrónico del turista, incorporando en el documento el código QR necesario para el canje de beneficios.
RF04	El código QR será válido únicamente dentro del periodo de vigencia indicado por el turista en el registro. Si se intenta utilizar fuera de dicho intervalo de fechas, el canje no deberá ser autorizado.
RF05	El sistema debe ser capaz de validar formalmente si el RUT ingresado por el usuario es correcto o no, según las reglas de validación correspondientes.
RF06	El turista solo podrá tener un (1) pasaporte activo por persona. Además, el sistema debe ser capaz de reconocer si el turista ya se registró anteriormente en la plataforma, evitando duplicación de registros.
RF07	El sistema debe disponer de un panel administrativo que permita a los administradores realizar labores de gestión tales como administración de turistas, pasaportes, locales y beneficios.
RF08	El sistema debe ser capaz de recopilar y almacenar la información entregada por los usuarios durante el proceso de registro, con fines de análisis y gestión municipal.
RF09	El dueño del local debe poder acceder al sistema mediante el escaneo del código QR del pasaporte e ingresar su PIN único para validar el canje de los beneficios asociados a su establecimiento.

4.2. Diseño de Arquitectura del Sistema

4.2.1. Esquema General del Sistema

El esquema general del sistema describe las principales interacciones entre los distintos actores que participan en la plataforma, así como los flujos de información que se generan durante su operación. En particular, el sistema considera tres tipos de usuarios principales: turistas, locales adheridos y administradores de la plataforma.

El turista interactúa con el sistema principalmente a través del proceso de registro y generación del pasaporte turístico. En primer lugar, el usuario accede al sistema mediante el formulario de registro, donde ingresa sus datos personales. Posteriormente, el sistema solicita responder una breve encuesta turística, cuyos resultados permiten completar el proceso de registro y generar automáticamente un pasaporte digital asociado al usuario. Este pasaporte se entrega en formato PDF e incluye un código QR que permite su validación en terreno.

Una vez generado el pasaporte, el turista puede utilizarlo para acceder a beneficios disponibles en los distintos locales adheridos al programa. Para ello, el usuario presenta su pasaporte en el establecimiento correspondiente, donde el personal del local escanea el código QR asociado al pasaporte. Este proceso permite validar la vigencia del pasaporte y registrar la transacción de canje en el sistema. Como resultado, se genera información estructurada sobre el uso de beneficios, la cual queda almacenada en la base de datos del sistema y puede ser posteriormente utilizada por la municipalidad de Viña del Mar para análisis y toma de decisiones relacionadas con la gestión turística.

Por otra parte, el sistema contempla un rol administrativo orientado a la gestión y supervisión de la plataforma. Los administradores acceden al sistema mediante un mecanismo de autenticación que protege el acceso a las funciones de gestión. Una vez autenticados, los administradores pueden realizar distintas operaciones de mantenimiento del sistema, tales como la creación y modificación de beneficios, la administración de locales participantes y la generación de reportes asociados al uso de la plataforma.

La Figura 4.1 presenta una representación esquemática de estas interacciones, mostrando los distintos actores del sistema y los flujos de información que se generan entre ellos.

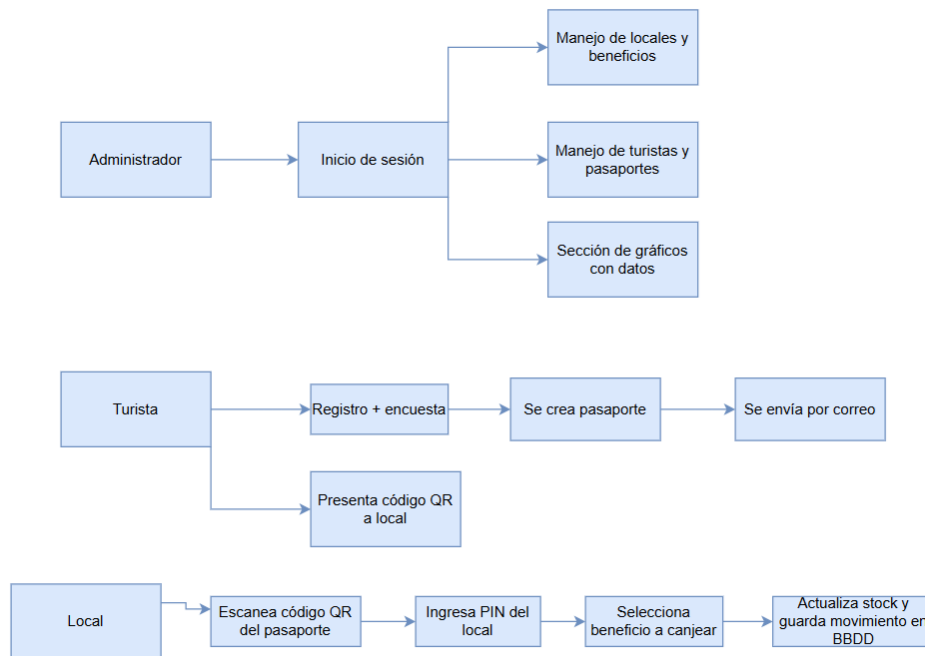


Figura 4.1: Esquema general de la arquitectura funcional del sistema Viña Pass.

4.3. Modelo de Datos

Antes de detallar el modelo de datos utilizado por la plataforma *Viña Pass*, es importante comprender la arquitectura general del sistema y la forma en que sus distintos módulos interactúan entre sí. La Figura 4.2 presenta el diagrama de arquitectura del sistema, el cual muestra los principales componentes funcionales y los flujos de información entre los distintos actores y procesos de la plataforma.



Figura 4.2: Diagrama de arquitectura del sistema Viña Pass y relación entre sus módulos funcionales.

Como se observa en la Figura 4.2, el sistema está compuesto por dos actores principales: el *turista* y el *administrador*. El flujo principal comienza cuando el turista ingresa al sistema y proporciona su información personal. Esta información pasa por un módulo de verificación de RUT válido, el cual realiza validaciones para asegurar la consistencia de los datos ingresados.

Posteriormente, el sistema procesa el registro de la estadía del turista y ejecuta el módulo de validación de creación del pasaporte. Una vez completadas estas verificaciones, el sistema permite generar el pasaporte digital, el cual se envía al usuario y puede ser utilizado para acceder a beneficios turísticos dentro de la ciudad. La vista principal del sistema permite al turista interactuar con estas funcionalidades y gestionar su pasaporte.

En paralelo, el sistema incorpora un conjunto de módulos orientados a la administración del programa. El administrador accede mediante un módulo de autenticación (*login de administrador*) que permite controlar el acceso a las funciones administrativas. Desde este panel es posible gestionar el procesamiento de beneficios, así como

generar reportes de uso del sistema que permiten a la municipalidad analizar el comportamiento de los usuarios y evaluar el impacto del programa turístico.

Este conjunto de módulos se encuentra interconectado mediante la lógica de negocio implementada en el backend, donde cada proceso —registro de usuarios, generación de pasaportes, validación de beneficios y generación de reportes— corresponde a funcionalidades específicas del sistema que interactúan entre sí mediante servicios internos y consultas a la base de datos.

Una vez descrita la arquitectura general del sistema y la interacción entre sus módulos, se presenta a continuación el modelo de datos que permite almacenar y gestionar la información utilizada por la plataforma.

El modelo de datos del sistema fue diseñado utilizando una base de datos relacional implementada en MySQL con motor de almacenamiento InnoDB, siguiendo principios de integridad referencial, trazabilidad de operaciones y separación clara de entidades según su dominio funcional.

La elección de un modelo relacional responde directamente a la naturaleza estructurada y normativa del problema abordado. La plataforma *Viña Pass* gestiona entidades claramente definidas como Turista, Pasaporte, Local, Beneficio, Historial_Canjes y Administrador, cuyas relaciones requieren consistencia estricta y validación cruzada permanente. Por ejemplo, un pasaporte debe estar necesariamente asociado a un turista existente, un beneficio debe pertenecer a un local válido y cada canje debe vincular de forma inequívoca un pasaporte con un beneficio específico.

La Figura 4.3 muestra el diagrama del modelo de datos diseñado para la plataforma, donde se representan las entidades principales del sistema y sus relaciones mediante claves primarias y foráneas.

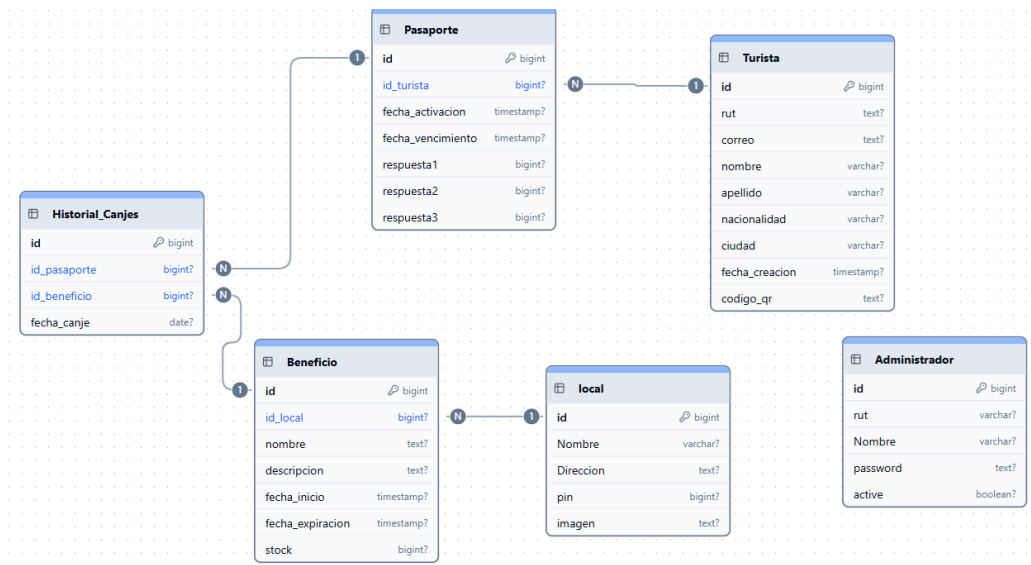


Figura 4.3: Modelo relacional de la base de datos del sistema Viña Pass.

4.3.1. Entidad Turista

La tabla `Turista` almacena la información personal del visitante, incluyendo RUT, correo electrónico, nombre, apellido, nacionalidad, ciudad, fecha de creación y un código QR único asociado.

El campo `codigo_qr` permite vincular al turista con su credencial digital utilizada en los procesos de validación de beneficios. La existencia de un identificador único (`id`) garantiza la correcta asociación con otras entidades, particularmente con la tabla `Pasaporte`.

4.3.2. Entidad Pasaporte

La tabla `Pasaporte` representa la credencial digital emitida al turista. Contiene:

- Identificador único.
- Clave foránea lógica hacia `Turista` mediante `id_turista`.
- Fechas de activación y vencimiento.

- Respuestas asociadas a encuestas (`respuesta1`, `respuesta2`, `respuesta3`).

La vigencia del pasaporte se determina mediante comparación temporal entre la fecha actual y el intervalo definido por `fecha_activacion` y `fecha_vencimiento`. Este diseño permite implementar reglas de negocio directamente en consultas SQL, tales como:

```
NOW() BETWEEN fecha_activacion AND fecha_vencimiento
```

El índice `idx_Pasaporte_id_turista` optimiza la búsqueda de pasaportes asociados a un turista específico, mejorando el rendimiento del sistema.

4.3.3. Entidad local

La tabla `local` representa los comercios adheridos al sistema. Incluye nombre, dirección, PIN de autenticación y ruta de imagen.

El campo `pin` cumple una función crítica de seguridad, ya que permite autenticar al comercio durante el proceso de canje, evitando accesos indebidos.

El uso de la palabra reservada `local` entre acentos graves (``local``) evita conflictos sintácticos en MySQL.

4.3.4. Entidad Beneficio

La tabla `Beneficio` almacena los descuentos o promociones ofrecidos por cada `local`. Contiene:

- Identificador único.
- Relación con el local mediante `id_local`.
- Nombre y descripción del beneficio.
- Fechas de inicio y expiración.

- Stock disponible.

El índice `idx_Beneficio_id_local` permite optimizar consultas por local, especialmente en listados y validaciones de canje.

El control de vigencia se realiza mediante comparación entre `fecha_expiracion` y la fecha actual, permitiendo que únicamente beneficios activos sean ofrecidos al turista.

4.3.5. Entidad Historial_Canjes

La tabla `Historial_Canjes` registra cada uso efectivo de un beneficio. Contiene:

- Identificador único.
- Referencia al pasaporte utilizado.
- Referencia al beneficio canjeado.
- Fecha del canje.

Esta entidad cumple un rol fundamental en la trazabilidad del sistema, permitiendo:

- Evitar canjes repetidos.
- Generar estadísticas de uso.
- Almacenar operaciones realizadas por los comercios.

El historial transforma la base de datos en un mecanismo de control y no solo en un repositorio pasivo de información.

4.3.6. Entidad Administrador

La tabla `Administrador` almacena las credenciales del personal municipal autorizado para acceder al panel administrativo. Incluye:

- Identificador único.
- RUT.
- Nombre.
- Contraseña.
- Estado de activación.

Esta entidad permite implementar control de acceso y gestión diferenciada por roles dentro del sistema.

4.3.7. Relaciones del Modelo

El modelo relacional establece las siguientes relaciones lógicas:

- Un `Turista` puede tener múltiples `Pasaporte`.
- Un `local` puede ofrecer múltiples `Beneficio`.
- Un `Pasaporte` puede generar múltiples registros en `Historial_Canjes`.
- Un `Beneficio` puede aparecer múltiples veces en el historial, asociado a distintos pasaportes.

Estas relaciones permiten modelar adecuadamente el flujo completo del sistema: emisión de credencial, oferta de beneficios, validación en terreno y registro de uso.

4.3.8. Consideraciones de Integridad y Rendimiento

El uso de claves primarias auto incrementales garantiza unicidad en cada entidad. Los índices definidos sobre claves de relación (`id_turista`, `id_local`) mejoran el rendimiento de consultas frecuentes.

El motor InnoDB fue seleccionado por su soporte de transacciones y consistencia, lo que resulta especialmente relevante en operaciones de canje donde se requiere registrar historial y actualizar stock de manera atómica.

4.4. Capa de Modelos

La capa de modelos constituye el nivel de abstracción encargado de la persistencia de datos y de la interacción directa con la base de datos MySQL. Cada modelo encapsula consultas SQL específicas, evitando que la lógica de acceso a datos se mezcle con la lógica de negocio implementada en los controladores.

4.4.1. adminModel

El modelo `adminModel` implementa operaciones básicas de consulta sobre la entidad `Administrador`. Sus métodos permiten:

- Buscar un administrador por RUT.
- Buscar un administrador por identificador interno.

Estas operaciones son utilizadas en los procesos de autenticación administrativa, permitiendo validar credenciales y restringir el acceso al panel municipal.

4.4.2. turistaModel

El modelo `turistaModel` gestiona la entidad `Turista` y concentra operaciones de creación, actualización, consulta y eliminación. Entre sus funciones principales se encuentran:

- Creación de turistas con la fecha de creación.
- Búsqueda por RUT o identificador.
- Actualización parcial de datos mediante listas blancas de campos permitidos.
- Eliminación de turistas, incluyendo eliminación asociada de pasaportes.
- Listado con filtros dinámicos por nombre, RUT, nacionalidad y estado de pasaporte.

Cabe destacar el método `listWithFilters`, el cual realiza un *LEFT JOIN* con la tabla `Pasaporte` para calcular dinámicamente si el turista posee un pasaporte activo. Este enfoque permite determinar el estado vigente directamente desde la consulta SQL, optimizando la lógica posterior en los controladores.

4.4.3. pasaporteModel

El modelo `pasaporteModel` gestiona la entidad `Pasaporte` y controla la lógica de vigencia temporal. Entre sus métodos destacan:

- Creación de pasaporte asociado a un turista, incluyendo fechas de activación y vencimiento.
- Búsqueda de pasaporte activo mediante comparación de fechas.
- Obtención del último pasaporte emitido.
- Desactivación administrativa de pasaportes vigentes ajustando la fecha de vencimiento.

El control de vigencia se implementa directamente en las consultas SQL mediante condiciones del tipo:

```
NOW() BETWEEN fecha_activacion AND fecha_vencimiento
```

lo que garantiza consistencia en la validación temporal y evita lógica redundante en capas superiores.

4.4.4. localModel

El modelo `localModel` administra la entidad `local` y presenta un diseño que incorpora:

- Funciones CRUD completas (crear, listar, actualizar, eliminar).
- Búsqueda por PIN para garantizar unicidad en la relación PIN - Local.
- Listado con filtros dinámicos por nombre o dirección.
- Métodos compuestos como `getLocalesWithBenefits`, que realizan *JOIN* con la tabla `Beneficio` para obtener locales que poseen beneficios vigentes (útil para el sistema de canjes y vista principal).

Dentro del modelo `localModel` se implementa una función auxiliar denominada `map`, cuya finalidad es transformar la estructura cruda obtenida desde la base de datos en un objeto coherente para el resto de la aplicación. Esta función actúa como un adaptador de datos, normalizando diferencias en nomenclatura de columnas (por ejemplo, `Nombre` vs `nombre`) y garantizando que tanto las vistas como los controladores reciban una estructura consistente.

4.4.5. beneficioModel

El modelo `beneficioModel` gestiona los beneficios asociados a cada local. Entre sus operaciones se incluyen:

- Listado de beneficios por local.
- Filtro por nombre mediante cláusulas `LIKE`.
- Creación, actualización parcial y eliminación.
- Consulta individual por identificador.

Las consultas consideran fechas de vigencia y ordenamiento descendente por fecha de inicio, lo que facilita la presentación priorizada de beneficios activos.

4.4.6. historialModel

El modelo `historialModel` administra la tabla `Historial_Canjes`, encargada de la trazabilidad de beneficios utilizados. Sus métodos permiten:

- Registrar un nuevo canje.
- Contar cuántas veces un turista ha utilizado un beneficio específico.

La función de conteo es fundamental para evitar canjes repetidos y garantizar el cumplimiento del requisito funcional que restringe el canje de un beneficio más de una vez usando el mismo pasaporte.

4.4.7. encuesta1Model y encuesta2Model

Los modelos `encuesta1Model` y `encuesta2Model` gestionan la persistencia de respuestas asociadas a encuestas vinculadas al proceso de emisión del pasaporte. Estos modelos:

- Insertan respuestas asociadas al identificador del turista.
- Permiten almacenar fechas de ingreso y salida, facilitando análisis posteriores.

La separación en dos modelos permite mantener independencia estructural entre distintos sucesos, cuando un turista se registra como primera vez en el sistema, y cuando vuelve a registrarse para generar un pasaporte nuevo solamente (sin crear el turista de nuevo).

4.5. Capa de Controladores

Los controladores constituyen la capa encargada de implementar la lógica de negocio del sistema. En esta capa se procesan las solicitudes HTTP provenientes del cliente (navegador), se validan parámetros de entrada, se gestiona la persistencia a través de los

modelos y se determina la respuesta adecuada, ya sea mediante renderizado de vistas (EJS) o mediante respuestas JSON en endpoints específicos.

En la plataforma se implementaron controladores separados según dominios funcionales: registro del turista y emisión del pasaporte, proceso de canje mediante QR, visualización pública de locales y beneficios, y un conjunto de controladores para la administración municipal (gestión de turistas/pasaportes, gestión de locales/beneficios y gráficos para reportes). Esta segmentación permite mantener responsabilidades acotadas por módulo y facilita el mantenimiento y evolución del sistema.

4.5.1. turistaController: registro de turistas y preparación del flujo de pasaporte

El controlador `turistaController` gestiona el ingreso de datos del turista y el inicio del proceso de emisión del pasaporte. Sus principales responsabilidades son:

- Renderizar la vista de registro (`renderRegister`).
- Validar los datos ingresados por el turista, incluyendo validación formal de RUT (verifica que sea un RUT válido) y validación básica de correo electrónico.
- Crear un nuevo turista o actualizar sus datos si este ya existe en la base de datos.
- Verificar que el turista ya posea un pasaporte vigente. Si existe, se evita generar un nuevo pasaporte y se informa al usuario.
- Habilitar la transición hacia la etapa de encuesta una vez se valida el ingreso de datos personales (`renderEncuesta1`).

De esta manera, el controlador articula el flujo *Registro* → *Validación* → *Encuesta*, garantizando que no se emitan pasaportes duplicados si el turista ya tiene un pasaporte activo.

4.5.2. `pasaporteController`: creación de pasaporte y entrega digital (PDF + correo)

El controlador `pasaporteController` se encarga de consolidar el proceso de emisión del pasaporte turístico. A partir de las respuestas de la encuesta inicial:

- Transforma respuestas de la encuesta en valores numéricos que se pueden almacenar en la base de datos, manteniendo además una representación legible para el documento final.
- Crea el registro de pasaporte asociado al turista (con fecha de activación y vencimiento).
- Genera el pasaporte turístico en formato PDF incorporando los datos propios del turista y su código QR.
- Envía el documento generado al correo electrónico del turista mediante un servicio de correo, adjuntando el PDF.
- Renderiza la vista de confirmación o éxito del proceso (`renderRegistroExito`).

Este controlador materializa el requerimiento central del sistema: la emisión de un pasaporte digital entregado por correo y utilizable desde un dispositivo móvil o impreso, manteniendo consistencia entre la información almacenada y la credencial emitida.

4.5.3. `localController`: visualización pública de locales y beneficios

El controlador `localController` corresponde al módulo de acceso público orientado al turista. Su responsabilidad principal es:

- Consultar los locales y sus beneficios asociados desde el modelo.
- Renderizar la vista pública donde se listan los locales con sus descuentos o promociones.

En términos de arquitectura, este controlador actúa como punto de presentación para que el turista pueda visualizar las ofertas que se ofrecen en el sistema a través del menú principal.

4.5.4. canjeController: flujo de canje por QR, autenticación del local y registro transaccional

El controlador `canjeController` implementa el flujo crítico de canje, requerido para que los dueños de locales puedan validar beneficios. Este controlador concentra responsabilidades asociadas a la verificación de la vigencia del pasaporte usado, autenticación del local y la acción del canje en sí:

- Re-dirección a la ruta de caja a través del código QR escaneado y verificación de que corresponde a un turista válido.
- Búsqueda del pasaporte asociado al turista y validación de vigencia (3 posibles estados: no válido, vencido o vigente).
- Gestión del flujo mediante sesión: una vez validado el pasaporte, se guarda el estado del canje (id de pasaporte y local).
- Autenticación del local mediante PIN, evitando accesos indebidos al proceso de canje.
- Listado de beneficios vigentes del local, considerando fecha actual y comparación con fecha de vencimiento, y disponibilidad de stock.
- Confirmación del canje registrando el evento en el historial y actualizando stock de manera transaccional (consistencia entre historial y disponibilidad).
- Prevención de canjes repetidos durante la vigencia del mismo pasaporte para el mismo beneficio, reforzando la trazabilidad y reglas de uso.

Este módulo es clave para la integridad del sistema y es uno de los requisitos funcionales mas importantes, ya que implementa validaciones y registro de eventos que posteriormente alimentan al menú de reportes para la municipalidad desde una sesión de administrador.

4.5.5. adminController: autenticación municipal, gestión de turistas/pasaportes y reportes

El controlador `adminController` implementa el acceso y acciones del panel municipal. Sus principales funciones son:

- Autenticación de administrador mediante credenciales y establecimiento de sesión.
- Middleware de protección de rutas (`ensureAdmin`), restringiendo el acceso a vistas administrativas.
- Renderizado de vistas de menú y navegación administrativa.
- Listado y filtros para búsqueda de turistas (por búsqueda, nacionalidad y estado), con opciones de edición y eliminación.
- Actualización de datos del turista desde el panel administrativo.
- Desactivación administrativa de pasaportes activos (control institucional sobre credenciales vigentes).
- Panel de reportes: renderizado de la vista de reportes y entrega de datos agregados en formato JSON según filtros.

En particular, el módulo de reportes implementa consultas agregadas sobre pasaportes, canjes, distribución por nacionalidad, canjes por local y respuestas de encuesta, habilitando visualizaciones que apoyan la toma de decisiones municipales.

4.5.6. adminLocalesController: gestión administrativa de locales y beneficios

El controlador `adminLocalesController` separa la administración de comercios y beneficios del resto de acciones administrativas. Entre sus responsabilidades se incluyen:

- Listado de locales con filtros por búsqueda.
- Creación de locales, incluyendo generación de un PIN de seis dígitos para su operación en canjes.
- Edición y eliminación de locales desde el panel.
- Gestión de beneficios asociados a un local: listado, creación, edición y eliminación.
- Validación de campos mínimos en creación/edición, y uso de fechas de inicio/expiración para vigencia del beneficio.
- Soporte de carga de imagen del local (si está habilitado a nivel de rutas/middleware) y normalización de la ruta para su uso en vistas.

La separación de este controlador facilita la mantención del módulo de comercios y beneficios, y responde al requerimiento municipal de administrar la oferta asociada al pasaporte.

4.5.7. authController: autenticación basada en token (JWT) para administrador

El controlador `authController` implementa un endpoint de autenticación que retorna un token JWT, el cual puede ser utilizado como mecanismo alternativo o complementario a la autenticación por sesión del panel web. Sus funciones principales son:

- Validación de credenciales de administrador contra el modelo.
- Generación de un token JWT con expiración definida.
- Respuesta estructurada en JSON con token y datos básicos del administrador.

La separación de las acciones administrativas tanto de los locales como de los beneficios (el cual se explicará más adelante) se relaciona con el objetivo de la escalabilidad de la plataforma, puesto que estas acciones pueden cambiar dependiendo de las necesidades de la municipalidad o de cambios futuros que se deseen realizar, una modificación en estos controladores no rompería el flujo tan fácil.

4.5.8. beneficioController: Creación de beneficios (API)

El controlador `beneficioController` implementa una operación de creación de beneficios mediante una respuesta JSON. Sus responsabilidades incluyen:

- Validación mínima de campos requeridos.
- Creación del beneficio a través del modelo correspondiente.
- Respuesta JSON indicando éxito o error.

Este controlador puede ser utilizado como soporte de integración o como alternativa a la creación de beneficios desde vistas administrativas, dependiendo de cómo se estructuren las rutas del sistema.

4.5.9. Servicios transversales: utilidades (utils)

Con el objetivo de mantener la arquitectura MVC con una separación clara de responsabilidades, se implementó un conjunto de utilidades en la carpeta `utils`. Estos archivos encapsulan lógica transversal reutilizable (validaciones, reglas de negocio, generación de artefactos y servicios externos), evitando duplicación de código en controladores y modelos, y facilitando el mantenimiento.

A continuación se describen los cinco archivos utilitarios implementados.

utils/rutValidator.js: validación formal de RUT

El archivo `rutValidator.js` implementa la función `validarRut(rut)`, encargada de validar formalmente un RUT chileno antes de permitir operaciones como registro de turistas o autenticaciones. El procedimiento considera:

- Normalización del formato (elimina puntos y guiones, y estandariza el dígito verificador).
- Validación estructural del cuerpo numérico (solo dígitos) y rango razonable de valores.
- Cálculo del dígito verificador mediante el algoritmo de módulo 11, incluyendo los casos especiales K y 0.

Este utilitario permite cumplir el requisito funcional de *validar RUT* y respalda la restricción de unicidad del turista por RUT, al asegurar que el identificador ingresado sea consistente antes de consultar o insertar en la base de datos.

utils/dateRules.js: reglas fuertes de fechas de estadía

El archivo `dateRules.js` concentra reglas de negocio relacionadas con la consistencia temporal del registro, es decir, verificar que las fechas ingresadas en el registro a la hora de generar un pasaporte sean coherentes. Su función principal es:

`validateStayDates(fechaIngresoStr, fechaSalidaStr, maxDays)`

La cual:

- Interpreta fechas en formato YYYY-MM-DD (típico de formularios web) o formato ISO.
- Normaliza fechas al inicio del día (`startOfDay`) para evitar discrepancias por horas/minutos.
- Valida las reglas:

- ingreso no puede ser anterior al día actual.
- salida no puede ser anterior a ingreso.
- La diferencia de días no puede exceder el máximo permitido (por defecto 14 días).

En caso de incumplimiento, la función lanza un error con un mensaje descriptivo, lo que facilita la retroalimentación al usuario en las vistas. Este archivo materializa el requisito de *reglas de fechas de registro fuertes*.

utils/qrGenerator.js: generación de QR y enlace al sistema de canje

El archivo `qrGenerator.js` implementa la generación del código QR asociado a un pasaporte turístico. Su función principal `generarQR(turista)`:

- Construye un *code* único para el pasaporte, reutilizando `turista.codigo_qr` si existe, o generando uno con el patrón `PT-{rut}-{timestamp}`.
- Construye la URL de canje con base en `APP_BASE_URL` (o `http://localhost:3000` como valor por defecto), apuntando a:

`/canje/scan?code={code}`

- Genera el QR como `pngBuffer` (PNG en memoria), lo cual es especialmente útil para incorporarlo directamente en el PDF sin depender de archivos temporales adicionales.

Este utilitario habilita el requisito funcional de que el pasaporte sea *escaneable* y *redirija al sistema de canje*.

utils/pdfGenerator.js: generación del pasaporte en PDF

El archivo `pdfGenerator.js` encapsula la construcción del pasaporte turístico en formato PDF mediante la librería `PDFKit`. Su función `generarPDF(turista, encuesta, {fechaActivacion, fechaVencimiento})`:

- Invoca `generarQR` (desde `qrGenerator.js`) para incorporar el QR al documento.
- Define valores por defecto de fechas (activación en `hoy` y vencimiento con una lógica de respaldo si no se entregan explícitamente).
- Crea una carpeta temporal `tmp/` para almacenar el PDF generado, y define un nombre de archivo legible usando `slugify` (normaliza acentos y caracteres especiales).
- Renderiza el diseño del pasaporte: fondo, tipografías, título, y el QR centrado.
- Intenta incorporar un escudo municipal desde rutas conocidas; si no existe, utiliza un marcador gráfico alternativo.

El resultado es un archivo PDF persistido en disco, listo para ser adjuntado y enviado por correo. Este módulo sustenta el requisito de *generación del pasaporte turístico en formato PDF*.

`utils/emailService.js`: envío de pasaporte por correo

El archivo `emailService.js` implementa el envío de correos electrónicos mediante `nodemailer`. Define un `transporter` configurado por variables de entorno:

- `SMTP_HOST`, `SMTP_PORT`
- `SMTP_USER`, `SMTP_PASS`
- `FROM_EMAIL` (opcional, como remitente)

La función `enviarEmail({to, subject, text, attachments})` permite adjuntar el PDF generado del pasaporte como archivo, cumpliendo el requisito funcional de que *el pasaporte sea enviado al correo electrónico del turista* y asegurando trazabilidad del flujo de entrega digital.

Capítulo 5

Resultados

5.1. Entorno de pruebas

Las pruebas funcionales del sistema *Viña Pass* fueron realizadas en un entorno local de desarrollo, utilizando un equipo personal con las siguientes especificaciones técnicas:

Especificaciones de hardware

- **Procesador:** 13th Gen Intel(R) Core(TM) i7-13620H @ 2.40 GHz
- **Memoria RAM:** 16,0 GB (15,7 GB utilizable)
- **Arquitectura del sistema:** Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64
- **Entrada táctil:** No disponible

Sistema operativo

- **Edición:** Windows 11 Home Single Language
- **Versión:** 25H2

- **Versión del sistema operativo:** 26200.7840
- **Fecha de instalación:** 19-01-2026

Entorno de ejecución

- **Servidor backend:** Node.js ejecutado en entorno local.
- **Puerto de ejecución:** `http://localhost:3000`
- **Base de datos:** MySQL (motor InnoDB, modelo relacional).
- **Cliente navegador:** Brave versión 1.87.191 (Build oficial, 64 bits), basado en Chromium 145.0.7632.120.
- **Cuenta de correo utilizada para envío de pasaportes:**
`tourisspass@gmail.com`.

El sistema fue evaluado íntegramente en este entorno, incluyendo generación de pasaportes en formato PDF, envío de correos electrónicos, validaciones de formulario, consultas a base de datos y ejecución del módulo de canjes mediante escaneo de código QR.

Cabe señalar que las pruebas se realizaron en un entorno local controlado, por lo que factores asociados a latencia de red, despliegue en servidores remotos o escalabilidad no fueron considerados dentro del alcance de esta etapa.

5.2. Introducción

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos tras la implementación y evaluación del sistema *Viña Pass*. El objetivo de esta etapa fue comprobar el correcto funcionamiento del sistema y verificar el cumplimiento de los requerimientos definidos por la municipalidad, particularmente en lo relativo a control de vigencia, validaciones de entrada, trazabilidad de canjes y gestión administrativa.

La evidencia presentada corresponde a:

- Capturas de pantalla del sistema en funcionamiento.
- Resultados observados ante distintos casos de prueba.
- Ventanas emergentes (popups) de validación.
- Consultas directas a la base de datos.
- Registros generados en tablas como `turista`, `pasaporte`, `beneficio` e `historial_canjes`.

Los resultados se organizan según los principales módulos funcionales del sistema.

5.3. Resultados del módulo de Registro y Emisión de Pasaporte

Este módulo implementa el flujo completo:

Registro → Encuesta → Validación → Creación de Pasaporte → Generación de PDF
→ Envío por correo

5.3.1. Registro de turista: validaciones de entrada

Prueba 1: Validación de RUT inválido

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema rechaza un registro cuando el RUT ingresado no cumple el formato y dígito verificador válidos.

Requisito funcional asociado: RF05 (validación formal de RUT).

Input: Ingreso de un RUT inválido en el formulario de registro: 12345678-9

Output esperado/observado: El sistema debe impedir la continuidad del flujo y mostrar un mensaje de error sin generar registros en base de datos.

En la Figura 5.1 se muestra el ingreso de un RUT inválido en el formulario de registro.

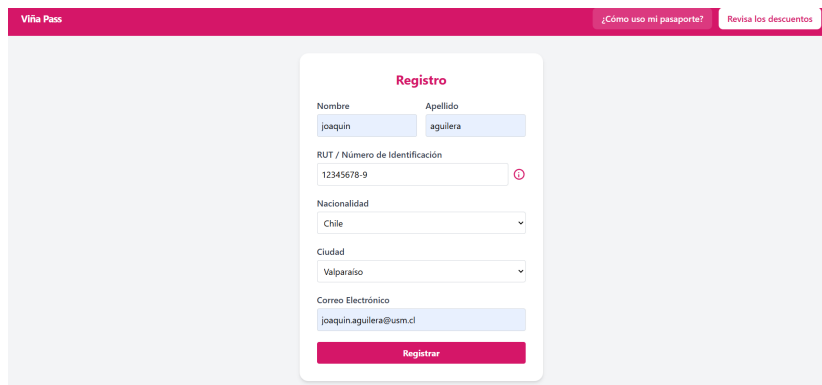


Figura 5.1: Ingreso de RUT no válido

Como se observa en la Figura 5.2, el sistema rechaza el registro mediante una ventana emergente.

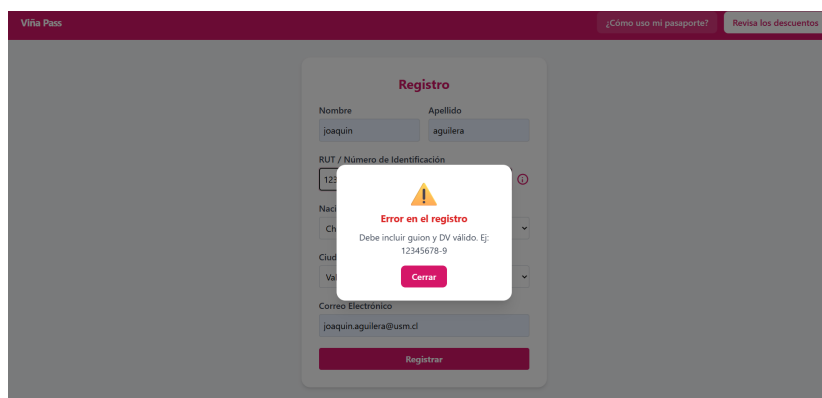


Figura 5.2: Resultado del ingreso de RUT no válido

5.3.2. Reutilización de turista existente

Prueba 2: No duplicación de turista previamente registrado

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema identifica un turista ya registrado y evita duplicar su registro.

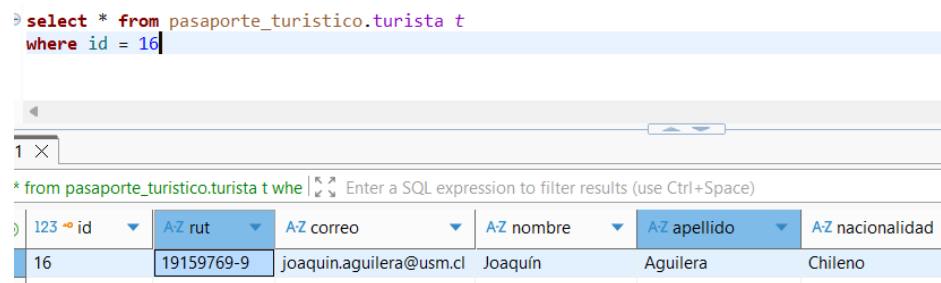
Requisito funcional asociado: RF06 (reconocimiento de turista ya registrado y no

duplicación).

Input: Registro con un RUT existente en la base de datos, sin pasaporte activo vigente:
19159769-9

Output esperado/observado: El sistema debe reutilizar el registro del turista y generar solo el pasaporte (si corresponde), manteniendo un único registro del turista.

Para validar la existencia previa del turista se realizó la consulta mostrada en la Figura 5.3.



```
select * from pasaporte_turistico.turista t
where id = 16
```

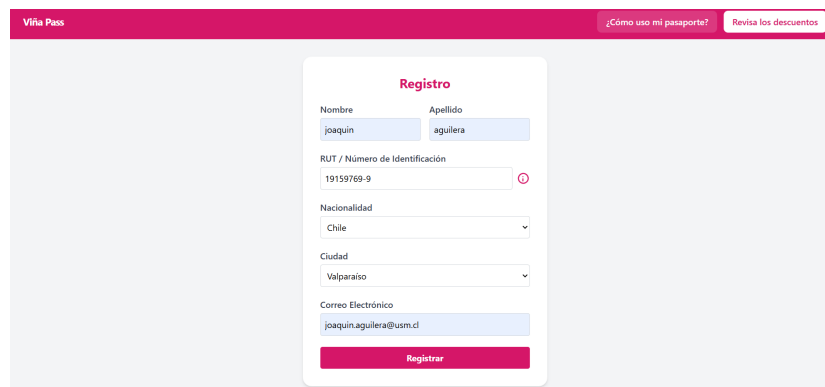
1 x

* from pasaporte_turistico.turista t where Enter a SQL expression to filter results (use Ctrl+Space)

123 id	A-Z rut	A-Z correo	A-Z nombre	A-Z apellido	A-Z nacionalidad
16	19159769-9	joaquin.aguilera@usm.cl	Joaquín	Aguilera	Chileno

Figura 5.3: Consulta previa de turista existente

Posteriormente se realizó el registro utilizando el mismo RUT previamente almacenado.



Viña Pass

¿Cómo uso mi pasaporte? Revisa los descuentos

Registro

Nombre: joaquin Apellido: aguilera

RUT / Número de Identificación: 19159769-9

Nacionalidad: Chile

Ciudad: Valparaíso

Correo Electrónico: joaquin.aguilera@usm.cl

Registrar

Figura 5.4: Registro utilizando un turista ya existente

Finalmente, en la Figura 5.5 se verifica que luego del proceso solo existe un registro del turista.

```
select * from pasaporte_turistico.turista t
where rut = "19159769-9"
```

from pasaporte_turistico.turista t whe Enter a SQL expression to filter results (use Ctrl+Space)					
123 id	A-Z rut	A-Z correo	A-Z nombre	A-Z apellido	A-Z nacionalidad
16	19159769-9	joaquin.aguilera@usm.cl	joaquin	aguilera	CL

Figura 5.5: Verificación de no duplicación posterior al registro

Prueba 3: Bloqueo por pasaporte activo

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema impide la emisión de un nuevo pasaporte si el turista ya posee uno activo.

Requisito funcional asociado: RF02 (solo un pasaporte activo por persona/DNI) y RF06 (un pasaporte activo por turista).

Input: Ingreso de un RUT asociado a un pasaporte vigente: 19159769-9

Output esperado/observado: El sistema debe bloquear la emisión e informar al usuario.

En la Figura 5.6 se ingresa un RUT que ya posee un pasaporte vigente.

Figura 5.6: Ingreso de RUT con pasaporte activo

Como se observa en la Figura 5.7, el sistema bloquea la emisión y despliega un mensaje informativo.

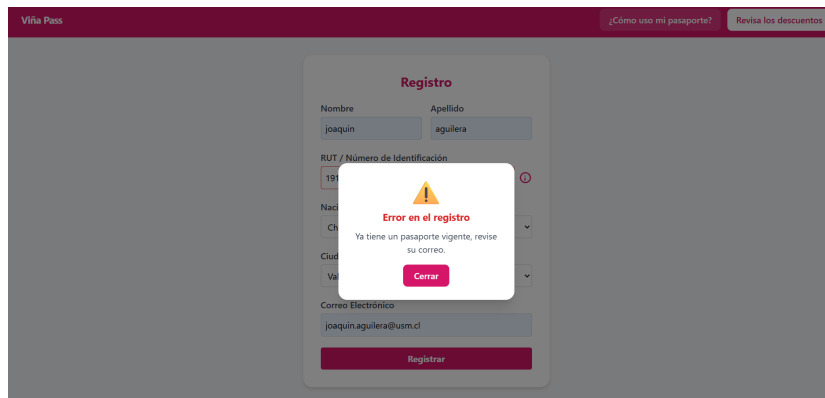


Figura 5.7: Bloqueo por pasaporte vigente

5.3.3. Restricciones de fechas

Prueba 4: Rechazo de fechas anteriores a la fecha actual

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema rechaza fechas de estadía anteriores al día de prueba.

Requisito funcional asociado: RF04 (vigencia del QR/pasaporte acotada al intervalo declarado).

Input: Fechas de ingreso/salida anteriores a la fecha actual (16 de febrero de 2026): 1 de enero del 2026 - 2 de enero del 2026

Output esperado/observado: El sistema debe rechazar el ingreso y bloquear la continuidad del flujo.

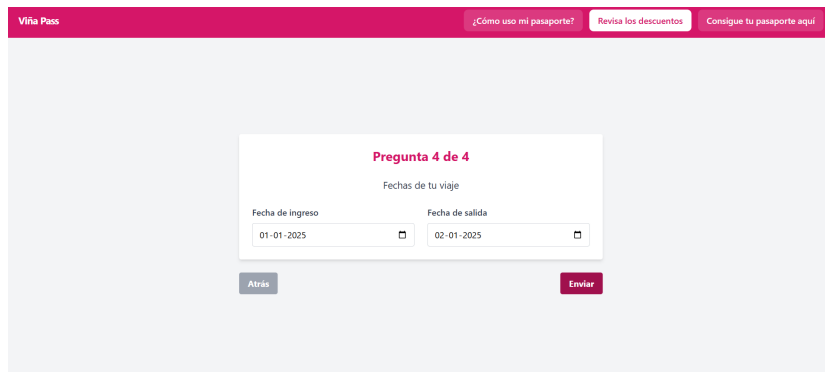


Figura 5.8: Ingreso de fechas anteriores a la fecha actual

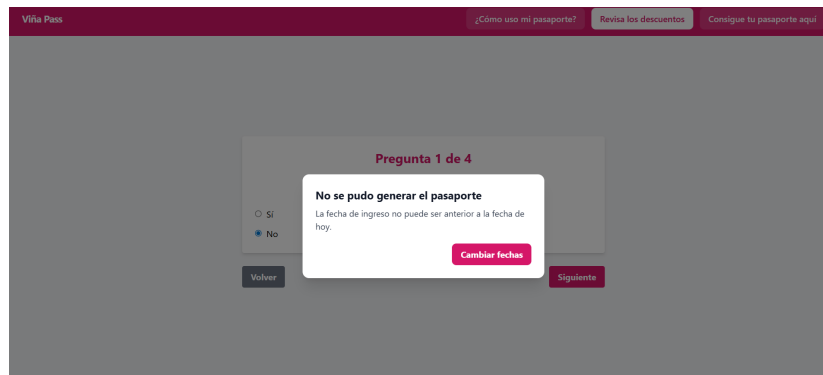


Figura 5.9: Rechazo por fecha anterior

Prueba 5: Rechazo de incoherencia entre fecha de ingreso y salida

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema valida coherencia temporal entre fecha de ingreso y salida.

Requisito funcional asociado: RF04 (control de vigencia definida por el turista).

Input: Fecha de salida menor que la fecha de ingreso: 2 de marzo de 2026 - 1 de enero de 2026

Output esperado/observado: El sistema debe rechazar el registro.

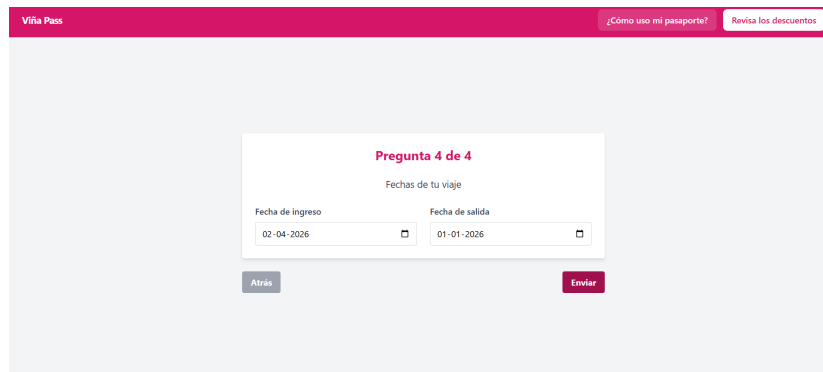


Figura 5.10: Ingreso de fecha de salida anterior a la de ingreso

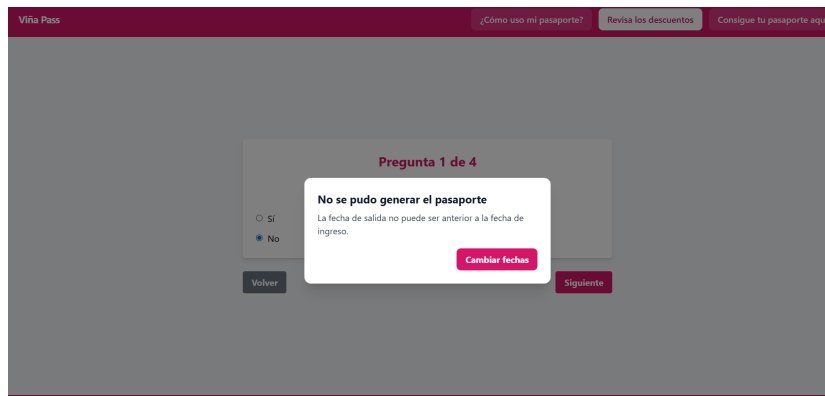


Figura 5.11: Rechazo por incoherencia de fechas

Prueba 6: Rechazo por vigencia superior a 14 días

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema impone la política de vigencia máxima del pasaporte.

Requisito funcional asociado: RF04 (vigencia limitada al intervalo permitido).

Input: Fechas cuya diferencia supera los 14 días: 20 de febrero de 2026 - 20 de marzo de 2026

Output esperado/observado: El sistema debe rechazar la solicitud e impedir la emisión del pasaporte.



Figura 5.12: Ingreso de vigencia superior a 14 días

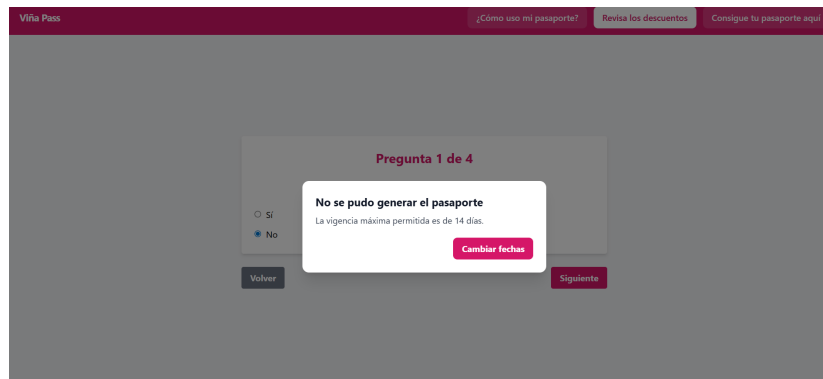


Figura 5.13: Rechazo por vigencia superior al límite permitido

Cabe mencionar que cada proceso que sea rechazado retorna al comienzo de la encuesta de registro, pero almacenando sus respuestas anteriores, permitiendo ingresar las fechas nuevamente y ahorrando al usuario la necesidad de contestar a las demás preguntas nuevamente.

Prueba 7: Caso válido (registro completo, pasaporte y correo)

Propósito de la prueba: Verificar el flujo completo de registro y emisión de pasaporte en condiciones válidas.

Requisito funcional asociado: RF02 (un pasaporte activo), RF03 (envío por correo con QR), RF08 (recopilación de información), y control de vigencia asociado a RF04.

Input: Datos de registro válidos y fechas dentro de política: RUT 11726398-3 y rango de fechas 18 de febrero 2026 - 27 de febrero 2026

Output esperado/observado: Registro persistido en base de datos, pasaporte generado en PDF y enviado al correo configurado, con QR escaneable.

Figura 5.14: Ingreso de datos válidos

```
select * from pasaporte_turistico.turista t
where rut = "11726398-3"
```

id	rut	correo	nombre	apellido	nacionalidad
17	11726398-3	joaquin.aguilera@usm.cl	joaquin	aguilera	CL

Figura 5.15: Verificación en base de datos de turista creado



Figura 5.16: Pasaporte recibido en correo electrónico

5.4. Resultados del módulo de Visualización de Beneficios

Prueba 8: Despliegue exclusivo de beneficios vigentes

Propósito de la prueba: Verificar que la vista principal muestra únicamente beneficios vigentes.

Requisito funcional asociado: (asociado a visualización correcta de beneficios; vinculado indirectamente a RF01 y a la regla de vigencia operativa del sistema).

Input: Beneficios con fecha de expiración fuera de vigencia (año 2025) y luego beneficios configurados como vigentes (año 2026).

Output esperado/observado: Beneficios expirados no deben mostrarse; beneficios vigentes deben visualizarse.

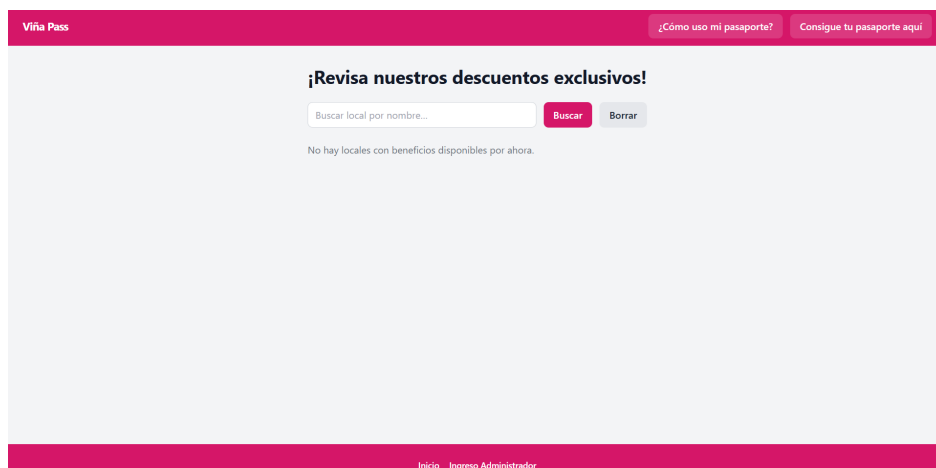


Figura 5.17: Vista principal sin promociones activas

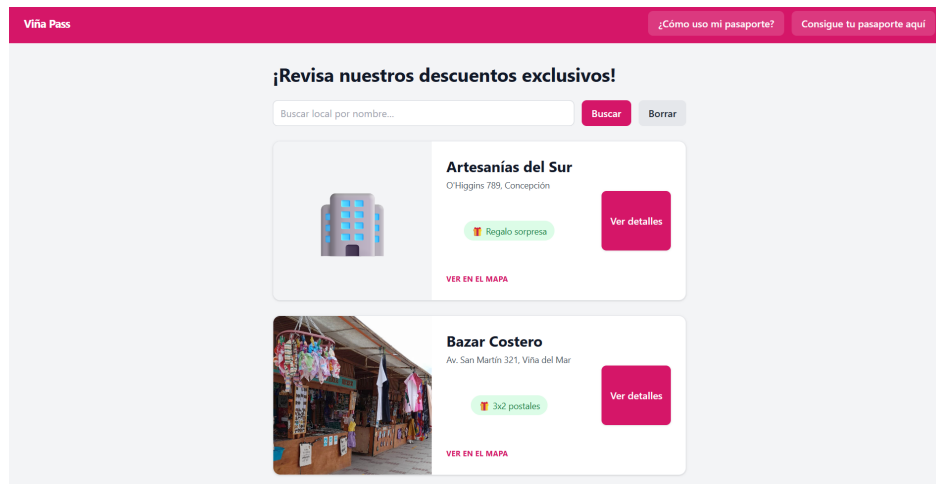


Figura 5.18: Vista principal con promociones activas

5.5. Resultados del sistema de Canjes

5.5.1. Acceso desde QR

Prueba 9: Redirección correcta desde QR al flujo de canje

Propósito de la prueba: Verificar que el QR contenido en el pasaporte permite acceder al flujo de canje.

Requisito funcional asociado: RF03 (QR contenido en pasaporte para canje) y RF09 (acceso del local desde QR).

Input: Escaneo del código QR del pasaporte generado.

Output esperado/observado: Redirección a la URL de canje en `localhost:3000` con parámetro `code`.

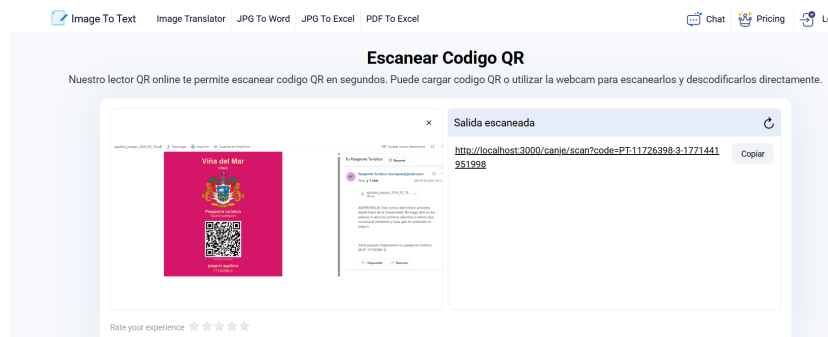


Figura 5.19: Código QR escaneado

Esto redirige correctamente a la URL del sistema de canje:

`http://localhost:3000/canje/scan?code=PT-11726398-3-1771441951998.`

5.5.2. Validación de PIN

Prueba 10: Validación de PIN de local

Propósito de la prueba: Verificar que el sistema autentica al local mediante PIN antes de habilitar el canje.

Requisito funcional asociado: RF09 (ingreso por QR + PIN para validar canje).

Input: Ingreso de PIN válido (123456) e ingreso de PIN inválido (1313).

Output esperado/observado: Con PIN válido se habilita el canje; con PIN inválido se rechaza el acceso.

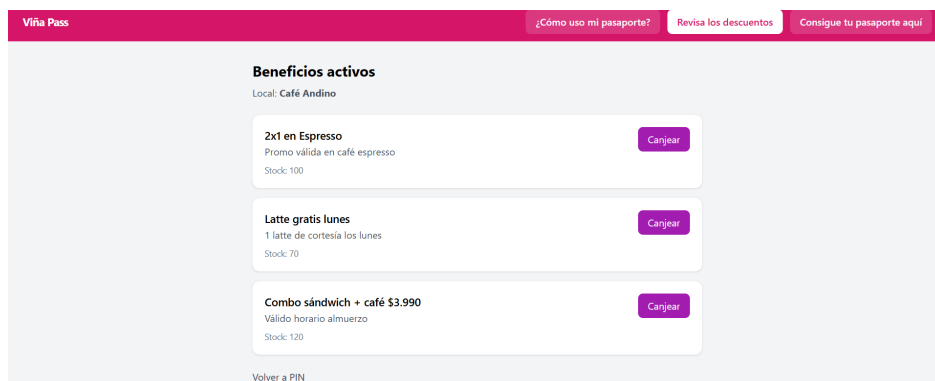


Figura 5.20: Resultado de ingresar un PIN válido

The screenshot shows a web interface for 'Vía Pass'. At the top, there are three links: '¿Cómo uso mi pasaporte?', 'Revisa los descuentos', and 'Consigue tu pasaporte aquí'. The main content area has a white box with the title 'Ingresa el PIN del local'. Inside this box, there is a red error message: 'PIN incorrecto. Intenta nuevamente.' Below the message is a text input field labeled 'PIN del local' and a red button labeled 'Validar PIN'.

Figura 5.21: Resultado de ingresar un PIN inválido

5.5.3. Registro de canje

Prueba 11: Registro de canje en historial

Propósito de la prueba: Verificar trazabilidad del canje mediante registro en la base de datos.

Requisito funcional asociado: RF09 (validación de canje) y trazabilidad operativa del sistema.

Input: Ejecución de un canje exitoso tras validación de PIN.

Output esperado/observado: Inserción de registro en `historial_canjes`.

The screenshot shows a SQL query execution interface. The query is:


```
select t.rut, p.id_turista, hc.id_beneficio, b.nombre, hc.fecha_canje from pasaporte_turistico.historial_canjes hc
inner join pasaporte_turistico.pasaporte p
on hc.id_pasaporte = p.id
inner join pasaporte_turistico.turista t
on p.id_turista = t.id
inner join pasaporte_turistico.beneficio b
on hc.id_beneficio = b.id
where t.rut = "11726398-3"
```

 The results are displayed in a table with the following columns: `turista(*)`, `rut`, `id_turista`, `id_beneficio`, `nombre`, and `fecha_canje`. The first row of data shows:

turista(*)	rut	id_turista	id_beneficio	nombre	fecha_canje
1	11726398-3	7	1	2x1 en Espresso	2026-02-18

 The interface also includes a filter bar at the top and a 'Valor' dropdown on the right.

Figura 5.22: Consulta en base de datos posterior a canje exitoso

5.6. Resultados del Panel de Administrador

5.6.1. Autenticación de administrador

Prueba 12: Autenticación con credenciales inválidas y válidas

Propósito de la prueba: Verificar control de acceso al panel administrativo.

Requisito funcional asociado: RF07 (panel de administradores con labores administrativas).

Input: Credenciales inexistentes (19159769-9 y contraseña "123456") y credenciales válidas (13245678-5 y contraseña "\$2y\$10\$hash_demo_1").

Output esperado/observado: Acceso denegado con datos inválidos; acceso permitido con credenciales válidas.

Viña Pass ¿Cómo uso mi pasaporte? Panel de administrador

Ingreso Administrador

RUT (sin puntos, con guion)

19159769-9

Contraseña

.....

Ingresar

Solo personal autorizado.

Figura 5.23: Inicio de sesión con datos no válidos

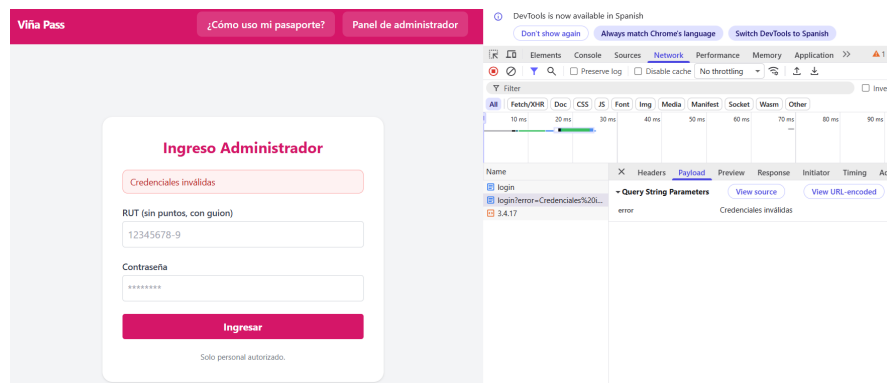


Figura 5.24: Resultado de inicio de sesión con datos no válidos

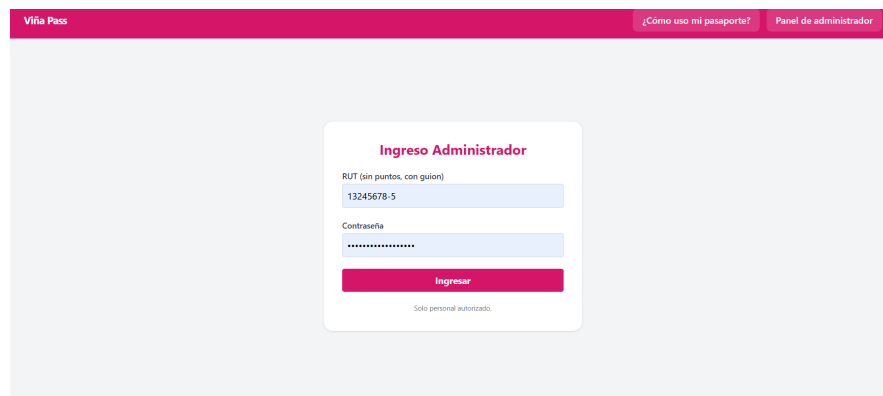


Figura 5.25: Inicio de sesión con datos válidos

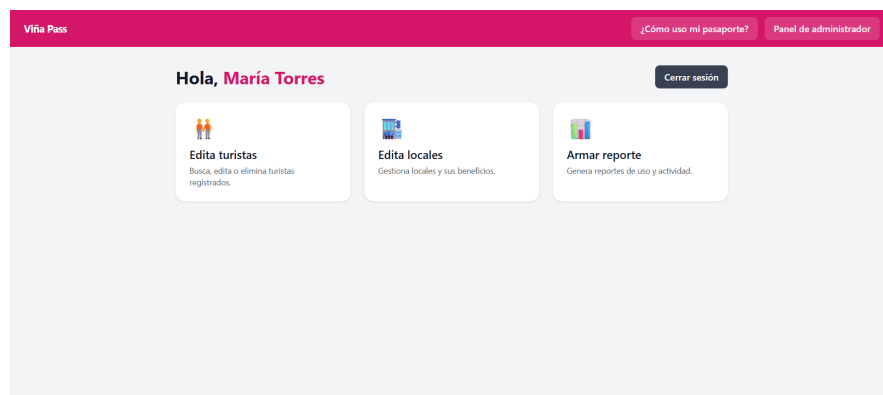


Figura 5.26: Menú principal del administrador

5.6.2. Gestión de turistas

Prueba 13: Operaciones administrativas sobre turistas

Propósito de la prueba: Verificar que el administrador puede listar, editar y eliminar turistas, y desactivar pasaportes.

Requisito funcional asociado: RF07 (labores administrativas) y control asociado a RF02/RF06 (desactivación de pasaporte).

Input: Acceso al módulo y ejecución de acciones CRUD sobre turistas y desactivación de pasaporte.

Output esperado/observado: Cambios reflejados en interfaz y verificados mediante consultas a base de datos.

The screenshot displays the 'Administrar turistas' (Manage tourists) interface. At the top, there's a header with 'Viña Pass' and navigation links like '¿Cómo uso mi pasaporte?' and 'Panel de administrador'. Below the header, the title 'Administrar turistas' is followed by a 'Cerrar sesión' button. The main area contains a search bar labeled 'Buscar (nombre, apellido o RUT)' and two dropdown filters: 'Nacionalidad' (set to 'Todas') and 'Pasaporte activo' (set to 'Todos'). There are 'Aplicar filtros' and 'Limpiar' buttons. Below the filters is a table with the following data:

NOMBRE	RUT	NACIONALIDAD	CIUDAD	ACTIVO	ACCIONES
Valentina Pérez	12345678-9	Chilena	Santiago	No	Actualizar Eliminar
Diego Muñoz	21987654-3	Chileno	Valparaíso	No	Actualizar Eliminar
Antonia García	15321789-6	Chilena	Concepción	No	Actualizar Eliminar
Sofía Lagos	10111213-4	Chilena	Viña del Mar	No	Actualizar Eliminar
Martín Fuentes	15161718-9	Chileno	La Serena	No	Actualizar Eliminar
Joaquín Aguilera	19159769-9	Chileno	Valparaíso	Si	Actualizar Eliminar Desactivar pasaporte
joaquin aguilera	11726398-3	CL	Valparaíso	Si	Actualizar Eliminar Desactivar pasaporte

Figura 5.27: Menú administrador de turistas

```
select t.nombre, t.apellido, p.fecha_activacion, p.fecha_vencimiento | from pasaporte_turistico.pasaporte p
inner join pasaporte_turistico.turista t
on p.id_turista = t.id
```

	AZ nombre	AZ apellido	fecha_activacion	fecha_vencimiento
1	Valentina	Pérez	2026-10-28 08:00:00	2026-12-28 23:59:59
2	Diego	Muñoz	2026-10-29 12:00:00	2026-12-29 23:59:59
3	Antonia	García	2026-10-29 09:30:00	2026-12-29 23:59:59
4	Sofía	Lagos	2026-10-30 10:00:00	2026-12-30 23:59:59
5	Martín	Fuentes	2026-10-30 17:45:00	2026-12-30 23:59:59
6	Joaquín	Aguilera	2026-01-30 17:45:00	2026-12-30 23:59:59
7	joaquin	aguilera	2026-02-18 00:00:00	2026-02-27 00:00:00

Figura 5.28: Consulta a base de datos antes de modificaciones

Administrar turistas

Nacionalidad

Todas

Pasaporte activo

Todos

Aplicar filtros

Limpiar

NOMBRE	RUT					ACCIONES
Valentina Pérez	1234567					Actualizar Eliminar
Francisco Domingo	2198765					Actualizar Eliminar
Antonia García	15321789-6	Chilena	Concepción	No		Actualizar Eliminar

Eliminar turista

¿Estás seguro de eliminar a "Valentina Pérez"? También se eliminarán los pasaportes asociados.

Cancelar

Si, estoy seguro

Figura 5.29: Eliminación de turista

Viña Pass

¿Cómo uso mi pasaporte?

Panel de administrador

— Volver al listado

Editar turista

RUT

21987654-3

Correo

diego@example.com

Nombre

Francisco

Apellido

Domingo

Nacionalidad

Chileno

Ciudad

Valparaíso

Descartar

Guardar cambios

Figura 5.30: Edición de datos de turista

67

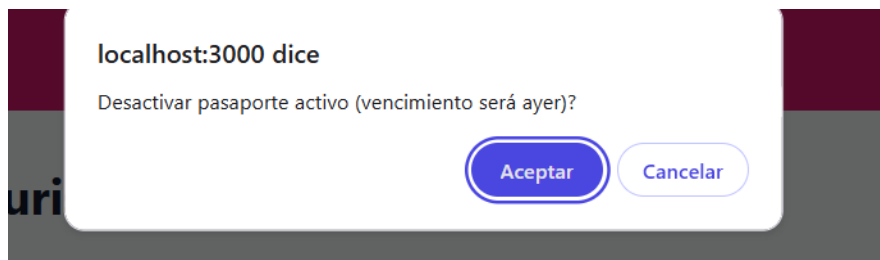


Figura 5.31: Desactivación de pasaporte activo

SQL Query:

```
select t.nombre, t.apellido, p.fecha_activacion, p.fecha_vencimiento from pasaporte_turistico.pasaporte p
inner join pasaporte_turistico.turista t
on p.id_turista = t.id
```

Results:

	AZ nombre	AZ apellido	fecha_activacion	fecha_vencimiento
1	Valentina	Pérez	2026-10-28 08:00:00	2026-12-28 23:59:59
2	Francisco	Domingo	2026-10-29 12:00:00	2026-12-29 23:59:59
3	Antonia	García	2026-10-29 09:30:00	2026-12-29 23:59:59
4	Martín	Fuentes	2026-10-30 17:45:00	2026-12-30 23:59:59
5	Joaquín	Aguilera	2026-01-30 17:45:00	2026-02-17 00:00:00
6	joaquin	aguilera	2026-02-18 00:00:00	2026-02-27 00:00:00

Figura 5.32: Consulta a base de datos posterior a modificaciones

5.6.3. Gestión de locales y beneficios

Prueba 14: Operaciones administrativas sobre locales y beneficios

Propósito de la prueba: Verificar que el administrador puede gestionar locales y beneficios (creación/edición/eliminación) y que los cambios se reflejan en la base de datos.

Requisito funcional asociado: RF01 (ingreso de beneficios por administradores) y RF07 (labores administrativas).

Input: Edición y eliminación de locales/beneficios desde el panel.

Output esperado/observado: Persistencia correcta y verificación mediante consultas.

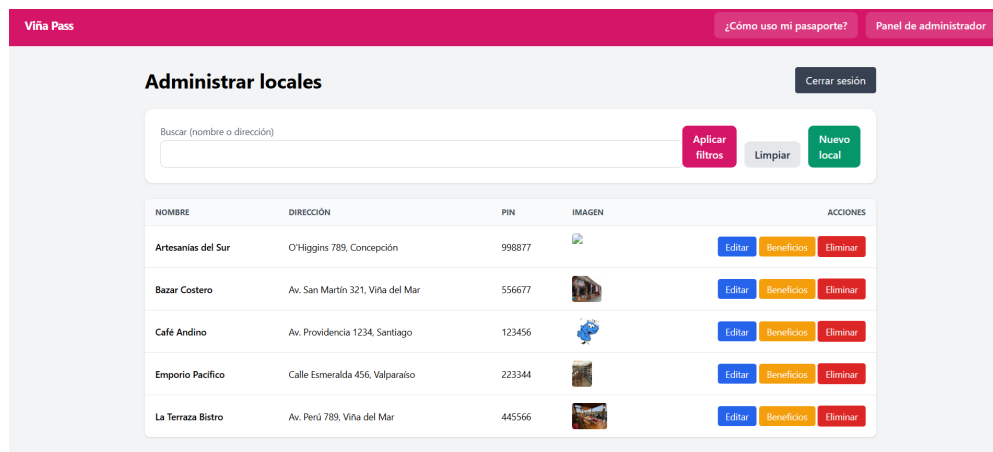


Figura 5.33: Panel administrador de locales

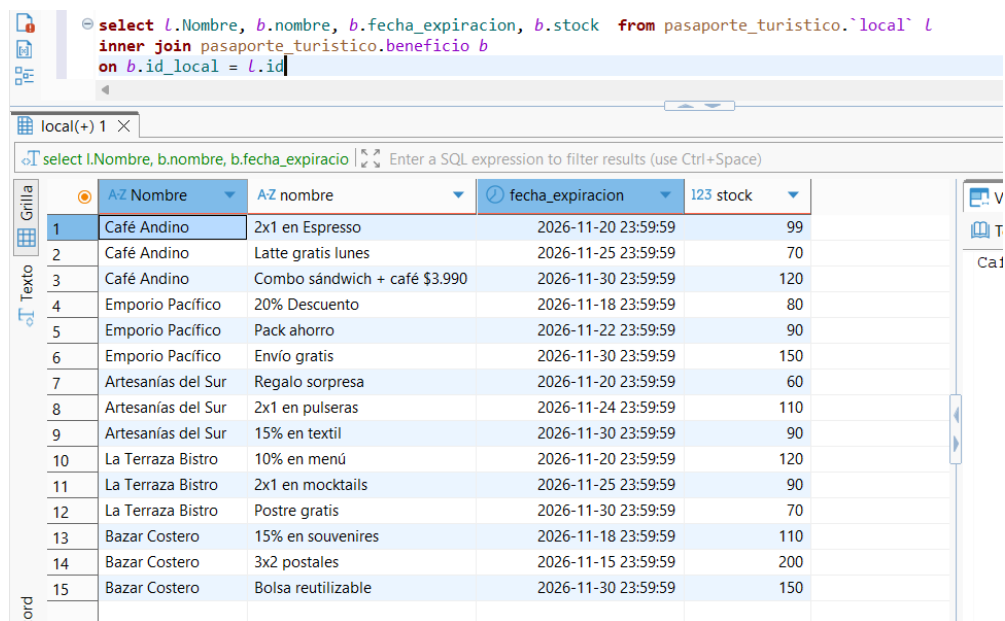


Figura 5.34: Consulta locales antes de modificaciones

Viña Pass

[¿Cómo uso mi pasaporte?](#)

[Panel de administrador](#)

[← Volver](#)

Editar local

Nombre

Bazar Costero

Dirección

Av. San Martín 321, Viña del Mar

Imagen

Seleccionar archivo

Ningún archivo seleccionado

Actual: <https://www.diaristolaregion.cl/wp-content/uploads/2024/02/turismo-muerto.jpg>



Cancelar

Guardar cambios

Figura 5.35: Edición de local

Viña Pass

[¿Cómo uso mi pasaporte?](#)

[Panel de administrador](#)

Beneficios de “Café Andino”

[Volver a locales](#)

Buscar beneficio (por nombre)

Aplicar filtros

Limpiar

Nuevo beneficio

NOMBRE	INICIO	EXPIRACIÓN	ACCIONES
Combo sandwich + café \$3.990	29-01-2026, 11:00:00 a. m.	30-11-2026, 11:59:59 p. m.	EditarEliminar
Latte gratis lunes	27-01-2026, 12:00:00 a. m.	25-11-2026, 11:59:59 p. m.	EditarEliminar
2x1 en Espresso	26-01-2026, 8:00:00 a. m.	20-11-2026, 11:59:59 p. m.	EditarEliminar

Figura 5.36: Administración de beneficios

select l.Nombre, b.nombre, b.fecha_expiracion, b.stock from pasaporte_turistico.`local` l inner join pasaporte_turistico.beneficio b on b.id_local = l.id

local(+) 1

select l.Nombre, b.nombre, b.fecha_expiracio

Enter a SQL expression to filter results (use Ctrl+Space)

	A-Z Nombre	A-Z nombre	fecha_expiracion	stock
1	Café Andino	2x1 en Espresso	2026-11-20 23:59:59	99
2	Café Andino	Combo sandwich + café \$3.990	2026-11-30 23:59:59	120
3	Emporio Pacífico	20% Descuento	2026-11-18 23:59:59	80
4	Emporio Pacífico	Pack ahorro	2028-12-05 02:59:00	90
5	Emporio Pacífico	Envío gratis	2026-11-30 23:59:59	150
6	La Terraza Bistro	10% en menú	2026-11-20 23:59:59	120
7	La Terraza Bistro	2x1 en mocktails	2026-11-25 23:59:59	90
8	La Terraza Bistro	Postre gratis	2026-11-30 23:59:59	70
9	Bazar Marino	15% en souvenirs	2026-11-18 23:59:59	110
10	Bazar Marino	3x2 postales	2026-11-15 23:59:59	200
11	Bazar Marino	Bolsa reutilizable	2026-11-30 23:59:59	150

Figura 5.37: Consulta locales posterior a modificaciones

5.7. Resultados del módulo de reportes

Prueba 15: Visualización de reportes administrativos

Propósito de la prueba: Verificar que el panel de reportes presenta indicadores básicos de uso del sistema.

Requisito funcional asociado: RF07 (panel administrativo) y RF08 (recopilación de información).

Input: Acceso del administrador al módulo de reportes con datos previamente registrados.

Output esperado/observado: Visualización de métricas (pasaportes, canjes, nacionalidad, canjes por local, encuestas).

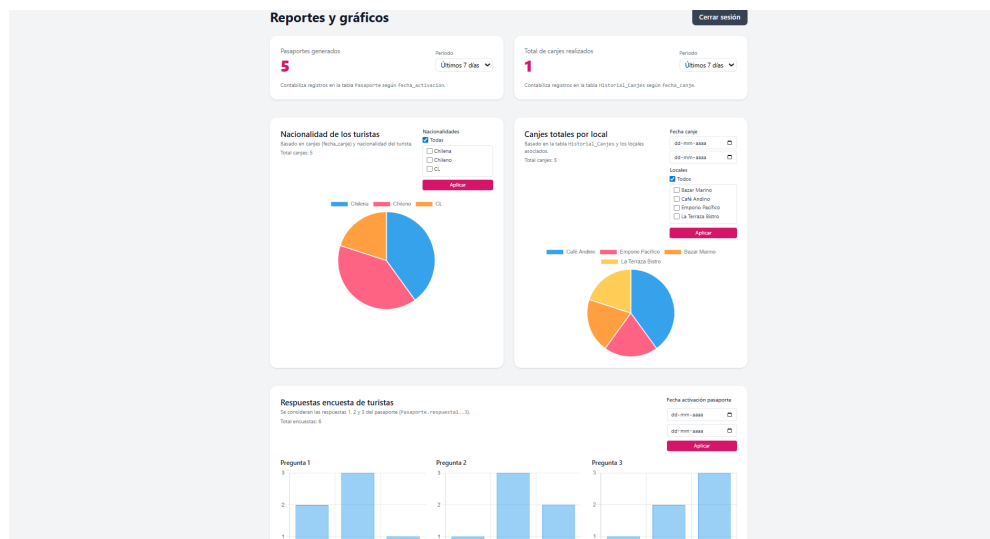


Figura 5.38: Vista del módulo de reportes

Los resultados presentados en este capítulo demuestran que el sistema implementado cumple con todos los requisitos funcionales definidos: valida credenciales (RF05), gestiona entidades (RF01, RF07), controla la vigencia del pasaporte (RF02, RF04, RF06), registra canjes con trazabilidad (RF09) y proporciona indicadores base para la toma de decisiones municipales (RF08). Cada prueba corresponde directamente a uno o más requerimientos establecidos en la Sección 4.1, cerrando así el ciclo problema →

diseño → validación planteado desde la Introducción.

Los hallazgos confirman la viabilidad técnica de la solución como versión demostrativa aplicable a un contexto municipal real y constituyen la base sobre la que se proyectan las mejoras identificadas en la sección 5.8.

5.8. Trabajos futuros

Si bien el sistema desarrollado cumple con los requerimientos funcionales definidos para esta etapa del proyecto, existen múltiples líneas de desarrollo que permitirían ampliar significativamente las capacidades de la plataforma y consolidarla como una herramienta integral de gestión turística municipal.

Una primera línea de trabajo corresponde al fortalecimiento de los mecanismos de seguridad del sistema. En un entorno de producción institucional sería recomendable incorporar medidas adicionales tales como autenticación multifactor para administradores, cifrado de comunicaciones mediante HTTPS obligatorio, gestión segura de credenciales y auditoría de accesos al sistema. Asimismo, podrían integrarse mecanismos de verificación adicionales para los códigos QR utilizados en los pasaportes, reduciendo el riesgo de falsificación o uso indebido de credenciales digitales.

Otra línea de desarrollo relevante consiste en la ampliación de las capacidades analíticas del sistema. La información recopilada por la plataforma permite construir indicadores turísticos de alto valor para la planificación municipal. En futuras versiones, el sistema podría incorporar herramientas de visualización de datos, paneles interactivos (*dashboards*) y análisis temporal del flujo de visitantes, permitiendo identificar tendencias estacionales, zonas de mayor actividad turística y patrones de consumo asociados a distintos segmentos de visitantes.

Desde una perspectiva tecnológica, también sería posible evolucionar la arquitectura hacia un modelo de despliegue en infraestructura en la nube. Esto permitiría mejorar la disponibilidad del sistema, escalar la capacidad de procesamiento ante incrementos en el uso de la plataforma y facilitar su integración con otros sistemas municipales o regionales relacionados con la gestión turística.

Adicionalmente, se podría desarrollar una aplicación móvil complementaria que permita a los turistas gestionar su pasaporte digital, consultar beneficios disponibles y recibir recomendaciones personalizadas según su perfil o ubicación geográfica. Esta funcionalidad permitiría mejorar la experiencia del visitante y fortalecer la interacción

entre el turista y la oferta comercial local.

Finalmente, otra línea de investigación futura corresponde a la integración del sistema con fuentes externas de información turística, tales como plataformas de alojamiento, transporte o eventos culturales. Esta integración permitiría enriquecer la base de datos del sistema y generar modelos de análisis más complejos sobre el comportamiento del visitante dentro del destino turístico.

En conjunto, estas líneas de trabajo permitirían evolucionar *Viña Pass* desde un sistema funcional de registro y beneficios turísticos hacia una plataforma integral de gestión e inteligencia turística, capaz de apoyar de manera más avanzada los procesos de planificación estratégica del destino.

Apéndice A

Anexos Técnicos

A.1. Repositorio del proyecto y descarga del código fuente

Con el fin de facilitar la revisión del código y garantizar trazabilidad sobre la implementación desarrollada, el proyecto se encuentra disponible públicamente en el siguiente repositorio:

`https://github.com/Touris-Pass/Vi-a-pass.git`

A.1.1. Clonación del repositorio mediante Git (paso a paso)

A continuación se describe el procedimiento recomendado para clonar el repositorio en un computador local utilizando comandos `git`. Este proceso permite obtener una copia exacta del código fuente y mantenerla sincronizada con el repositorio remoto.

1. **Instalar Git:** Verifique que Git se encuentre instalado en el sistema ejecutando:

```
1 git --version
```

Si el comando retorna una versión (por ejemplo, `git version 2.x.x`), Git está correctamente instalado.

2. **Abrir una terminal:** Abra *PowerShell* o *CMD* en Windows, o una terminal en Linux/Mac.

3. **Elegir carpeta de trabajo:** Navegue a la carpeta donde desea clonar el proyecto.
Por ejemplo:

```
1 cd Documentos
```

4. **Clonar el repositorio:** Ejecute el siguiente comando para descargar el código fuente:

```
1 git clone https://github.com/Touris-Pass/Vi-a-pass.git
```

5. **Ingresa a la carpeta del proyecto:** Una vez finalizada la clonación, acceda al directorio creado:

```
1 cd Vi-a-pass
```

6. **Verificar estado del repositorio:** Para confirmar que el repositorio se clonó correctamente, puede ejecutar:

```
1 git status
```

y opcionalmente revisar el historial de commits:

```
1 git log --oneline -n 5
```

7. **Actualizar el repositorio (opcional):** En caso de que existan cambios posteriores en GitHub y se requiera actualizar la copia local, se puede ejecutar:

```
1 git pull
```

Este procedimiento permite obtener el proyecto completo para su ejecución local, análisis del código y verificación de funcionalidades asociadas al desarrollo de la plataforma *Viña Pass*.

Bibliografía

- [1] ONU Turismo. Barómetro del turismo mundial 2024, 2025.
- [2] SERNATUR. Estadísticas de turismo receptivo 2024, 2024. Servicio Nacional de Turismo de Chile. Santiago: Gobierno de Chile.
- [3] Banco Central de Chile. Informe de política monetaria y estadísticas de turismo 2024–2025, 2025. Santiago: Banco Central de Chile.
- [4] World Travel & Tourism Council (WTTC). Travel & tourism economic impact: Chile 2024, 2024. London: WTTC.
- [5] INE. Resultados censo 2024: Región de valparaíso, 2024. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. Santiago: INE.
- [6] Subsecretaría de Turismo de Chile. Proyecciones de flujo turístico para el verano 2023–2024, 2024. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- [7] Go City. London pass official site, 2024.
- [8] Ulrike Gretzel, Marianna Sigala, Zheng Xiang, and Chulmo Koo. Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3):179–188, 2015.
- [9] W. Wu, C. Xu, M. Zhao, X. Li, and R. Law. Digital tourism and smart development: State-of-the-art review. *Sustainability*, 16(23):10382, 2024.
- [10] Dimitrios Buhalis and Aditya Amaranggana. Smart tourism destinations: Enhancing tourism experience through personalisation of services. In I. Tussyadiah and

- A. Inversini, editors, *Information and Communication Technologies in Tourism 2015*, pages 377–389. Springer, 2015.
- [11] Go City. Paris pass official site, 2024.
- [12] Dimitrios Buhalis and Y. Sinarta. Real-time co-creation and nowness service: Lessons from tourism and hospitality. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 36(5):563–582, 2019.
- [13] ISO/IEC. Iso/iec 18004:2015. information technology — automatic identification and data capture techniques — qr code bar code symbology specification, 2015.
- [14] T. Ashrafi and R. Easmin. Qr code usage in tourism and hospitality during and after covid-19. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 14(2):189–204, 2023.
- [15] A. Zhang, B. Zhang, and Y. Zhu. Determinants of technology adoption in tourism: Insights from a systematic literature review. *SAGE Open*, 15(1), 2025.
- [16] Barracuda Networks. Threat spotlight: The evolving use of qr codes in phishing attacks, 2024. Barracuda Networks Blog (octubre 2024).
- [17] Keepnet Labs. Qr phishing statistics: Quishing trends, 2025.
- [18] ISO. Iso 32000-2:2020. document management — portable document format — part 2: Pdf 2.0, 2020.
- [19] J. A. Ivars-Baidal et al. Smart tourism destinations as open data providers: Barriers and opportunities. *Tourism Management Perspectives*, 51, 2024.
- [20] OpenJS Foundation. Node.js documentation, 2024.
- [21] Oracle Corporation. Mysql 8.0 reference manual, 2024.
- [22] M. Jones, J. Bradley, and N. Sakimura. Rfc 7519: Json web token (jwt). Internet Engineering Task Force (IETF), 2015.