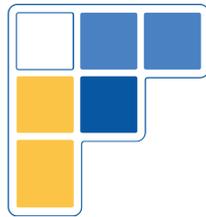


# UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



## FACULTAD DE INGENIERÍA



### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA



### “Optimización y Trazabilidad en la Gestión de Estacionamiento de Camiones en el Antepuerto”

Alumno a  
desarrollar:

Nicolas Jorquera Araya

Empresa:

Empresa Portuaria de Arica

Asignatura:

Proyecto IV

Profesor:

Diego Aracena

OCTUBRE – 2024



1. Introducción	3
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivo Específicos	4
3. Contexto	5
4. Descripción del cliente	5
5. Planteamiento global del problema detectado	6
6. Planteamiento de la propuesta de solución	7
7. Selección de las herramientas para la implementación	8
8. Especificación preliminar de requisitos	9
9. Planificación temporal del trabajo semestral	11
10. Metodología	12
11. Modelo de Contexto	13
12. Casos de Uso	14
12.1. Modelo de caso de uso	14
12.2. Descripción de caso de uso	15
12.2.1. Asignación calzo	15
12.2.2. Modificar calzo	16
12.2.3. Liberar Calzo	17
13. Características del Software	18
14. Modelo BPMN	20
15. Alcance del producto	21
16. Modelamiento de los datos	22
17. Implementación y refinamiento sucesivo	24
18. Conclusión	26



## 1. Introducción

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un sistema automatizado para la gestión del estacionamiento de camiones en el antepuerto de la empresa portuaria, ubicado en la entrada del valle de Lluta. Actualmente, la ausencia de un sistema que asigne de manera eficiente y automática los espacios de estacionamiento ha generado un entorno desorganizado, donde los camiones se estacionan arbitrariamente, sin un patrón establecido. Esta situación no solo crea dificultades en la localización de los vehículos, sino que también compromete la trazabilidad y la eficiencia de las operaciones portuarias. El nuevo sistema propuesto buscará optimizar la asignación de espacios de estacionamiento, mejorando la organización, la trazabilidad y, en última instancia, la eficacia de las operaciones dentro del antepuerto.



---

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de gestión de estacionamiento para camiones ubicados en el antepuerto de la empresa Portuaria Arica

### 2.2. Objetivo Específicos

- Conocer la empresa del cliente solicitante para obtener la información necesaria sobre la problemática que se aborda.
- Documentar la solución propuesta al cliente por medio de la determinación de los requerimientos para definir el alcance que tendrá el sistema.
- Desarrollar el sistema de gestión de estacionamiento para obtener una mejor trazabilidad en su uso
- Realizar un seguimiento con el cliente de los avances obtenidos para mantener la solución acorde a lo que necesita el cliente.



### 3. Contexto

El Puerto de Arica es uno de los principales terminales portuarios del Norte de Chile, sirviendo de tránsito de mercaderías desde y hacia Bolivia, entre otros puntos importantes de la Macroregión Andina. Su rol es fundamental en el comercio internacional, movilizand o grandes volúmenes de carga general seca, especialmente hacia el mercado boliviano.

Con una infraestructura moderna y un compromiso con la sustentabilidad, el Puerto de Arica se ha convertido en uno de los principales terminales portuarios del norte de Chile, contribuyendo significativamente al desarrollo económico de la región.

El Antepuerto, tiene como propósito planificar y regular el flujo y tránsito hacia el puerto, cuenta con una superficie pavimentada de 4 hectáreas, una capacidad instantánea para 216 de camiones, un sistema de vigilancia y seguridad con apoyo de cámaras de monitoreo, oficinas para trámites administrativos y planificación logística.

### 4. Descripción del cliente

El proyecto será llevado a cabo para la empresa Empresa Portuaria Arica en la Gerencia de Desarrollo y Sostenibilidad que gestiona la Sra. Eileen Reyes Salinas, La supervisión estará a cargo del Sr. Jorge Bernal Navarrete, responsable del área de Tecnología de la Información y Ciberseguridad de la empresa.



## 5. Planteamiento global del problema detectado

En el antepuerto de la empresa portuaria, se enfrenta un desafío crítico en la gestión del estacionamiento de camiones. Actualmente, al ingresar al antepuerto, los camiones carecen de un sistema eficiente que les asigne automáticamente un espacio de estacionamiento demarcado. Esta falta de organización resulta en una ocupación desordenada del área de estacionamiento, generando una ausencia total de trazabilidad en la ubicación de cada camión.

Generando que los camiones tienden a estacionarse según su preferencia, sin seguir un patrón establecido. Esta práctica no solo causa confusión en la ubicación de los vehículos, sino que también impide tener una adecuada trazabilidad, afectando la eficiencia general de las operaciones portuarias.



## 6. Planteamiento de la propuesta de solución

La solución propuesta busca mejorar el sistema existente con la mínima intervención para evitar fallos y facilitar la reversión a versiones anteriores si fuera necesario. La estrategia incluye los siguientes pasos:

1. **Implementación de Función de Asignación de Calzos:** Se añadirá una nueva función al sistema actual que, al recibir parámetros como patente, tipo de carga y origen, devolverá el calzo asignado para cada camión. Esta mejora requerirá sólo una pequeña modificación en el código existente para integrar la nueva función.
2. **Creación de una Nueva Tabla de Datos:** Se establecerá una tabla con los más de 300 calzos disponibles. Cada calzo podrá estar marcado como libre (sin patente asignada) o ocupado (con la patente del camión asignado). Esta tabla permitirá también generar un plano visual del área de parqueo, mostrando la disposición de los calzos y las patentes asociadas en una vista cenital.
3. **Flexibilidad en la Asignación:** Los calzos podrán ser asignados automáticamente por el sistema según el tipo de carga o manualmente por el supervisor.
4. **Supervisión y Verificación:** El supervisor tendrá la capacidad de verificar que los camiones se estacionen en los calzos asignados. Si se detectan discrepancias, la información se actualizará fácilmente en el sistema para evitar errores en futuras asignaciones y mantener un seguimiento preciso.
5. **Inventario y Visualización:** La solución permitirá realizar un inventario de camiones y tipos de carga, y proporcionará una visualización en tiempo real del parqueo, reflejando la ocupación actual de los calzos y su distribución.

Esta propuesta busca optimizar la asignación de calzos, mejorar la supervisión y mantener un control eficaz sobre el área de parqueo.



## 7. Selección de las herramientas para la implementación

Las herramientas a utilizar en el proyecto son las siguientes que están en la Tabla 1:

Tecnología	Descripción
AngularJS 1.3.6	Framework de JavaScript para construir aplicaciones web dinámicas, facilitando la creación de interfaces de usuario interactivas y la gestión del estado.
Bootstrap	Framework de diseño front-end que proporciona componentes predefinidos y un sistema de cuadrícula responsive para crear interfaces atractivas y adaptables.
CodeIgniter 2.2.6	Framework PHP ligero para el desarrollo rápido de aplicaciones web, conocido por su facilidad de uso y su rendimiento eficiente.
MySQL	Sistema de gestión de bases de datos relacional que utiliza el lenguaje SQL para almacenar, recuperar y gestionar datos de manera eficiente.
MariaDB	Fork de MySQL que ofrece mejoras en rendimiento y características adicionales, manteniendo la compatibilidad con aplicaciones que utilizan MySQL.

*Tabla 1: Herramientas para la implementación.*



## 8. Especificación preliminar de requisitos

### 8.1. Requisitos de Alto Nivel

ID	Descripción
RAN1	El sistema debe asignar automáticamente un espacio de estacionamiento a cada camión al ingresar al antepuerto.
RAN2	El sistema debe proporcionar una interfaz visual en tiempo real para que los operadores monitoreen la ocupación del estacionamiento.
RAN3	Los operadores deben poder ajustar manualmente la asignación de espacios en caso de errores o situaciones especiales.
RAN4	El sistema debe ser capaz de integrarse con otros sistemas portuarios para optimizar la logística de carga y descarga.

*Tabla 2: Requisitos de Alto Nivel.*

### 8.2. Requisitos Funcionales

ID	Descripción
RF1	Debe existir un algoritmo que asigna espacios de estacionamiento basándose en la disponibilidad y características de cada camión.
RF2	El sistema debe mostrar un mapa visual interactivo del estacionamiento, destacando las ubicaciones ocupadas y disponibles en tiempo real.
RF3	Los operadores deben poder reubicar camiones, reservar espacios específicos y corregir asignaciones erróneas a través de la interfaz.
RF4	Debe notificar a los operadores en caso de ocupación máxima, o errores en la asignación.

*Tabla 3: Requisitos Funcionales.*



### 8.3. Requisitos No Funcionales

ID	Descripción
RNF1	El sistema debe ser capaz de manejar un número creciente de camiones y operadores sin degradar el rendimiento.
RNF2	Debe implementar las funcionalidades en el Framework CodeIgniter medidas de seguridad robustas para proteger los datos de los camiones y las operaciones portuarias, incluyendo autenticación de usuarios y encriptación de datos.
RNF3	La interfaz debe ser compatible con los navegadores web más utilizados y optimizada para dispositivos móviles.
RNF4	La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo a los operadores gestionar el estacionamiento con un mínimo de capacitación.
RNF5	El sistema debe estar diseñado para facilitar su mantenimiento y actualización, con un código modular y documentado.
RNF6	El sistema debe ser capaz de integrarse con otros sistemas de gestión portuaria mediante APIs estandarizadas.

*Tabla 4: Requisitos No Funcionales.*



## 9. Planificación temporal del trabajo semestral

En la figura número 1 se presenta la asignación de tiempo estimado, a través de una Carta Gantt, para las actividades del proyecto. Este proceso se divide en cuatro fases:

- Planificación Inicial: Se llevarán a cabo reuniones con el cliente para identificar el problema y definir la solución.
- Planificación de la Solución: Se elaborará la documentación necesaria para establecer la solución, utilizando diagramas UML.
- Desarrollo del Sistema: En esta fase, se implementará la solución propuesta y se llevarán a cabo pruebas reales con la información generada.
- Validación de la Solución: Se realizará la evaluación final para asegurar que la solución cumple con los requisitos establecidos.

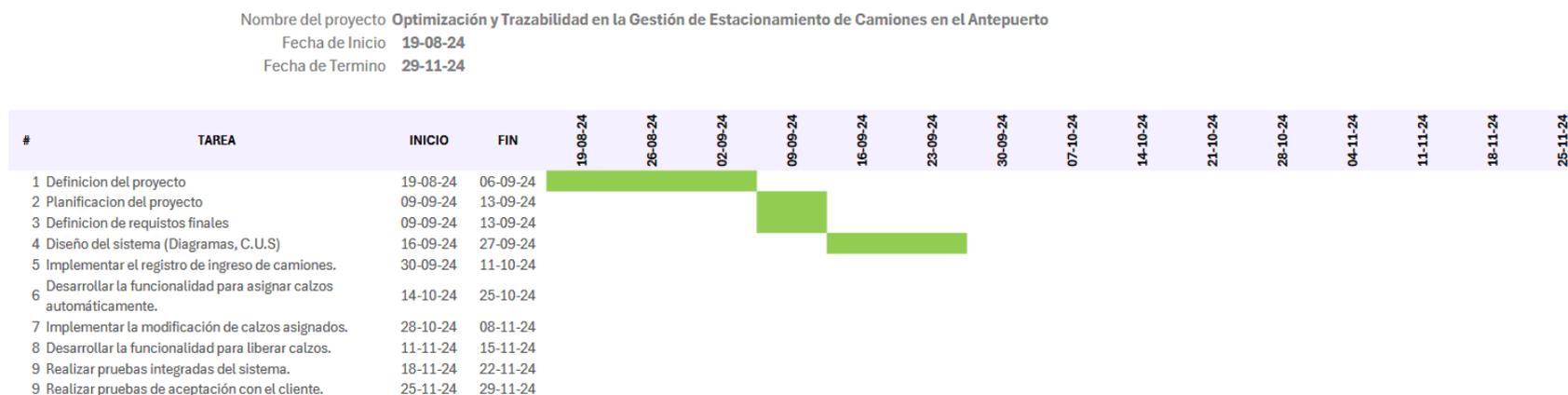


Figura 1: Carta Gantt



## 10. Metodología

La metodología a utilizar es la metodología ágil, en específico el marco de trabajo Scrum. Se decide elegir este marco de trabajo dada la experiencia de los integrantes del equipo de trabajo. Implementando Scrum al proyecto, se define que cada Sprint durará 3 semanas y se realizarán 3 Sprints a lo largo del proyecto, entregando un producto mínimo viable en cada Sprint.

## 11. Modelo de Contexto

Dentro del sistema de “Gestión de Estacionamiento de Camiones en el Antepuerto”, presenta los siguientes subsistemas que conforman el proyecto, el cual se aprecia en la figura 2.

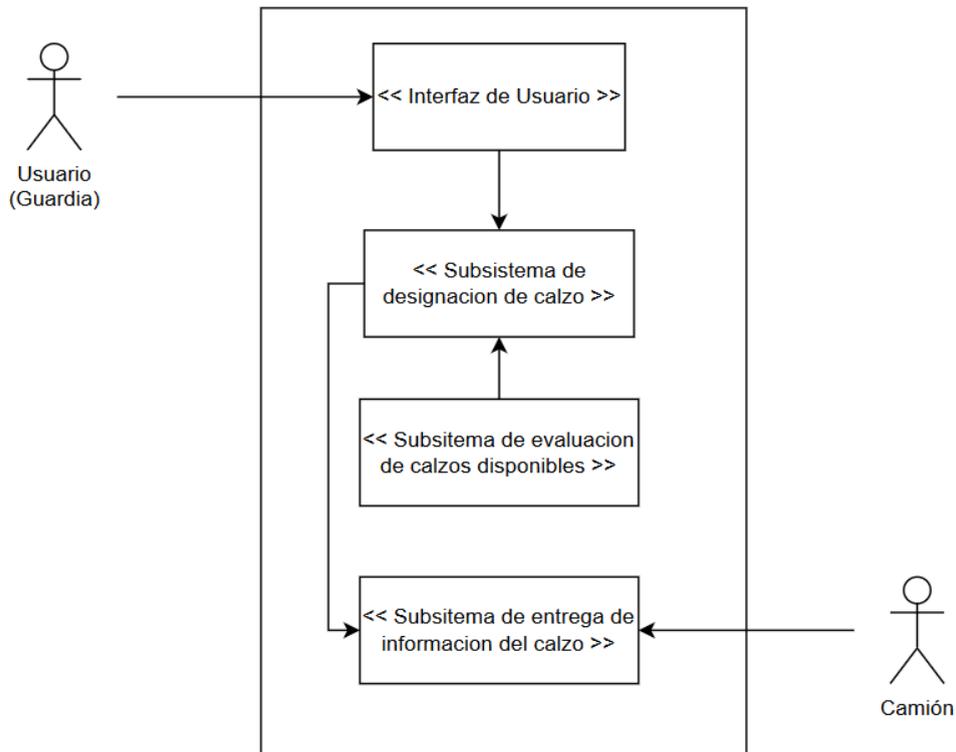


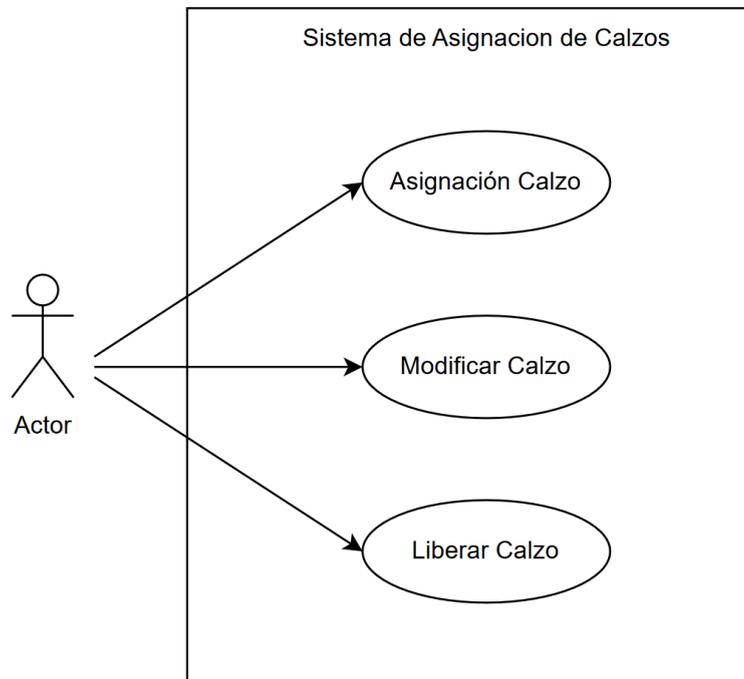
Figura 2: Modelo de Contexto.

- **Subsistema de designación de Calzos**  
Sistema que estará a cargo de designar el calzo disponible del antepuerto, recibiendo la información del camión (patente, origen, día y hora de ingreso)
- **Subsistema de evaluación de calzos disponibles**  
Sistema que estará a cargo de evaluar la disponibilidad de calzos disponible en el antepuerto priorizando el despliegue uniforme de uso de las calzadas evitando el uso de un área de las calzas disponibles
- **Subsistema de entrega de información del calzo**  
Sistema que estará a cargo de entregar la información final al camión para poder dirigirse al calzo designado



## 12. Casos de Uso

### 12.1. Modelo de caso de uso



*Figura 3: Modelo de Casos de Uso.*



## 12.2. Descripción de caso de uso

### 12.2.1. Asignación calzo

Nombre: Asignación calzo	
Descripción: El usuario (guardia) ingresa los datos del camión para poder asignarle un calzo para que se estacione dentro del antepuerto	
Actores: Guardia	
Precondiciones: - Debe ingresar un camión al antepuerto	
Flujo Normal	
Usuario  2. El usuario ingresa la información requerida	Sistema 1. El sistema muestra en pantalla los campos requeridos (Patente, Nacionalidad, Fecha de Ingreso, Hora de ingreso, Ingresa el camión).  3. El sistema almacena la información ingresada por el usuario 4. El sistema analiza los calzo disponibles 5. El sistema asigna el calzo al camión ingresante. 6. El sistema devuelve un ticket con el calzo asignado.
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema 3.1 El sistema almacena la información ingresada por el usuario.  3.2 El sistema devuelve un ticket con los datos ingresados
Postcondiciones: El camión queda ingresado al antepuerto.	

*Tabla 5: C.U.S Asignación Calzo.*



### 12.2.2. Modificar calzo

Nombre: Modificar Calzo	
Descripción: El usuario (guardia) modifica la asignación de un calzo a un camión, ya sea para cambiar el calzo asignado o para actualizar información relacionada.	
Actores: Guardia	
Precondiciones: El camión debe estar registrado en el sistema con un calzo asignado.	
Flujo Normal	
Usuario 1. Selecciona el camión cuyo calzo se desea modificar. 2. Indica el nuevo calzo a asignar o realiza las modificaciones necesarias. 3. Confirma la modificación.	Sistema 1. Valida la disponibilidad del nuevo calzo. 2. Actualizar la asignación del calzo en la base de datos. 3. Marca el antiguo calzo como "disponible" si es necesario. 4. Confirma la operación al usuario.
Postcondiciones: <ul style="list-style-type: none"><li>- El calzo del camión queda actualizado en el sistema.</li><li>- La disponibilidad de los calzoes se refleja correctamente en la base de datos.</li></ul>	

Tabla 6: C.U.S Modificar Calzo.



### 12.2.3. Liberar Calzo

Nombre: Liberar calzo	
Descripción: El camión al salir del antepuerto libera el calzo que se le ha sido asignado, de modo que pueda estar disponible para otros camiones.	
Actores: Guardia	
Precondiciones: El camión debe estar registrado en el sistema y tener un calzo asignado.	
Flujo Normal	
Usuario 1. Selecciona el camión del cual se desea liberar el calzo. 2. Indica la acción de liberar el calzo. 3. Confirma la liberación.	Sistema 1. Actualiza la base de datos para liberar el calzo asignado. 2. Marca el calzo como "disponible" para futuras asignaciones. 3. Confirma la operación al usuario.
Postcondiciones: <ul style="list-style-type: none"><li>- El calzo se libera y queda disponible en el sistema.</li><li>- La asignación del calzo al camión se elimina de la base de datos.</li></ul>	

*Tabla 7: C.U.S Liberar Calzo.*

### 13. Características del Software

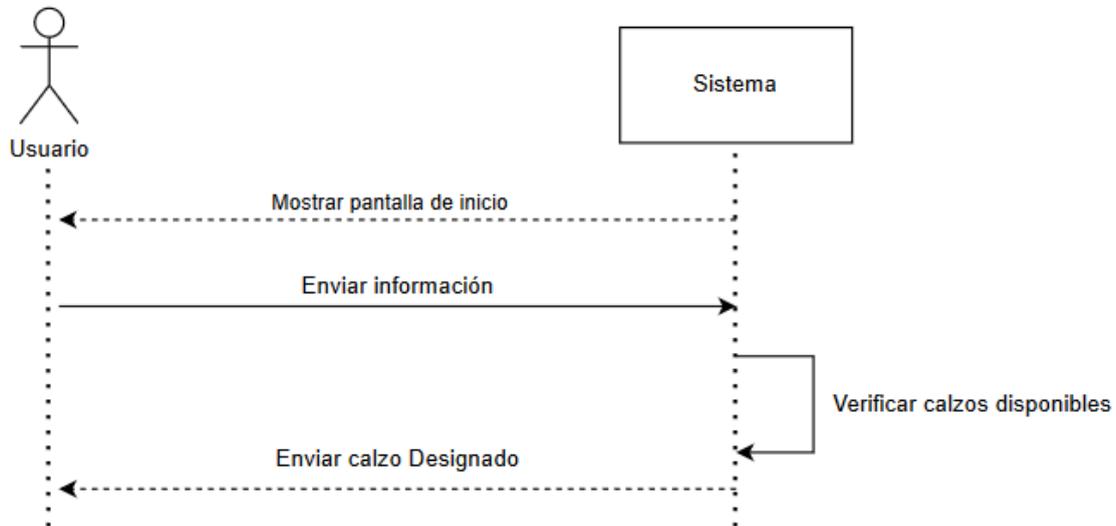


Figura 4: Diagrama de Secuencia Asignación calzo.

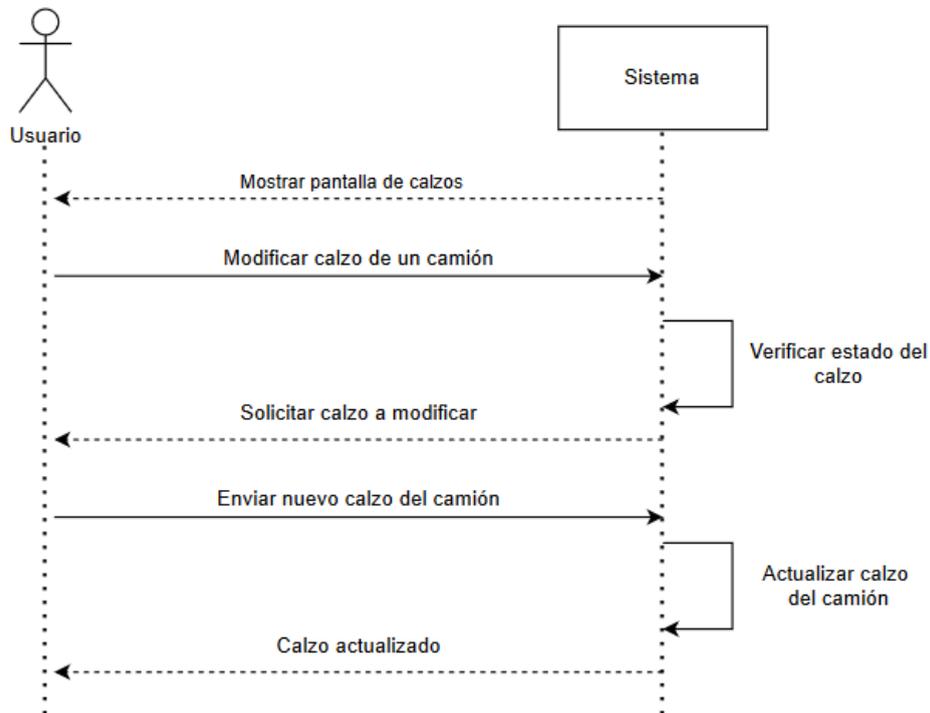


Figura 5: Diagrama de Secuencia Modificación de Calzo.

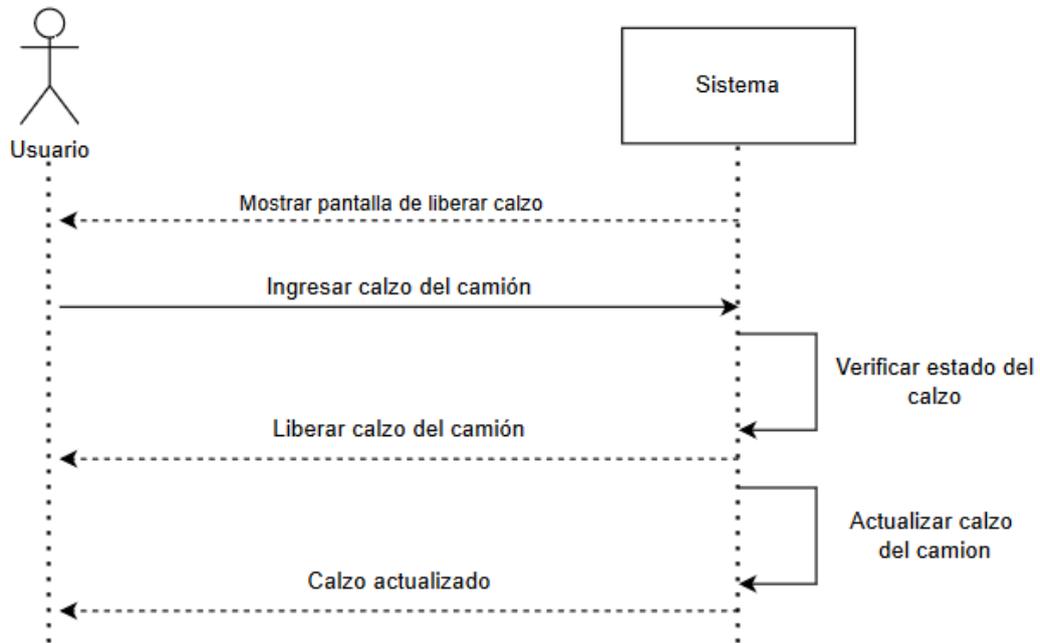


Figura 6: Diagrama de Secuencia Liberación de Calzo.

## 14. Modelo BPMN

En la figura 7 se presenta el diagrama BPMN, el cual ilustra la funcionalidad del sistema. Este diagrama detalla el proceso de registro de la información de los camiones que ingresan al antepuerto, donde se asigna automáticamente un calzo disponible a cada camión.

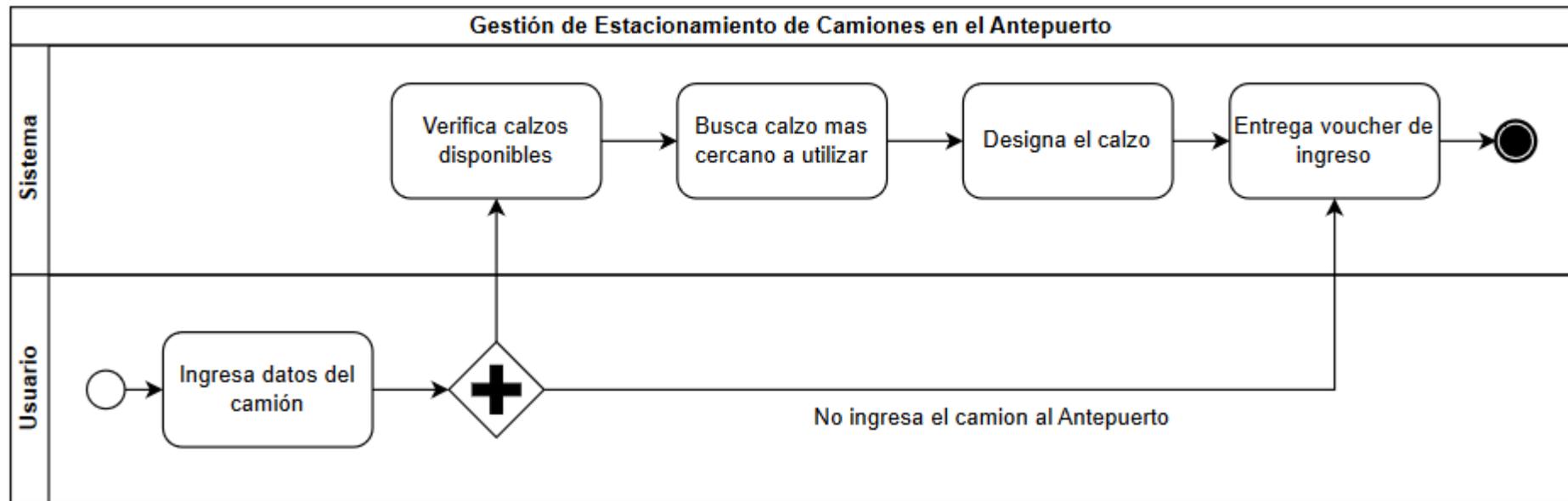


Figura 7: Modelo BPMN.



## 15. Alcance del producto

El alcance de este sistema abarca la automatización y gestión de datos de ingreso de camiones en el antepuerto, permitiendo la captura precisa de información crítica como la patente del camión, país de origen, fecha y hora de ingreso, y estado de carga. Con estos datos, el sistema determina automáticamente el calzo adecuado (identificado por número y sector) para cada camión, optimizando la asignación en tiempo real. La aplicación permite a los operadores modificar manualmente el calzo asignado cuando sea necesario y facilita la liberación del calzo al momento de la salida del camión, asegurando una administración eficiente de los espacios de estacionamiento y mejorando el flujo vehicular en la instalación.



## 16. Modelamiento de los datos

El sistema actual de asignación de calzos es un módulo adicional diseñado para integrarse con un sistema de gestión de parqueo ya existente. Este módulo tiene como objetivo gestionar de forma eficiente el uso de calzos para los camiones que ingresan y salen del parqueo, distribuyéndolos de manera uniforme para evitar la acumulación en sectores específicos. A continuación, se describe cada una de las dos entidades principales que componen el modelo de datos, cuyo diagrama se aprecia en la **Figura 8**:

### 1. Tabla **acc\_parqueo**:

Esta tabla registra los datos de ingreso y salida de cada camión que utiliza el parqueo. Su estructura está diseñada para almacenar tanto la información de tiempo como ciertos detalles identificativos del camión. Los campos principales son:

- **id**: Clave primaria que identifica de manera única cada registro de acceso al parqueo.
- **entrada** y **salida**: Campos de tipo DATETIME que registran el momento de entrada y salida del camión, respectivamente.
- **patente**: Almacena el número de patente del camión para una identificación rápida.
- **acoplado**: Indica si el camión tiene un acoplado, lo cual es relevante para la asignación de espacio.
- **tipomic** y **mic**: Campos que contienen detalles sobre el tipo y modelo del camión, proporcionando información adicional sobre el vehículo.
- **camion\_id**: Este campo hace referencia al identificador único del camión en el sistema principal, permitiendo una relación directa con la entidad camion en el sistema original. De esta manera, se evita duplicar datos y se mantiene la consistencia en la información.



## 2. Tabla calzo:

La tabla calzo lleva el control de los calzos disponibles y su estado en el parqueo. Su estructura permite identificar si un calzo está en uso o disponible, y asignarlo a un camión específico cuando sea necesario. Los campos clave incluyen:

- **id**: Clave primaria que identifica de manera única cada calzo.
- **estado**: Define si el calzo está libre o ocupado, lo cual es crucial para la lógica de asignación.
- **camion\_designado**: Este campo es una referencia a la tabla acc\_parqueo y guarda el identificador del camión que está utilizando actualmente el calzo. Permite realizar un seguimiento del camión asignado y facilita la liberación del calzo cuando el camión sale del parqueo.

Este modelo de datos simplificado y optimizado permite manejar eficientemente la asignación y el estado de los calzos sin duplicar datos, apoyándose en la integración con el sistema preexistente para obtener información detallada sobre los camiones. La relación entre acc\_parqueo y calzo asegura que el flujo de ingreso y salida de camiones se registre adecuadamente y que los recursos de parqueo se distribuyan de forma equitativa y efectiva.

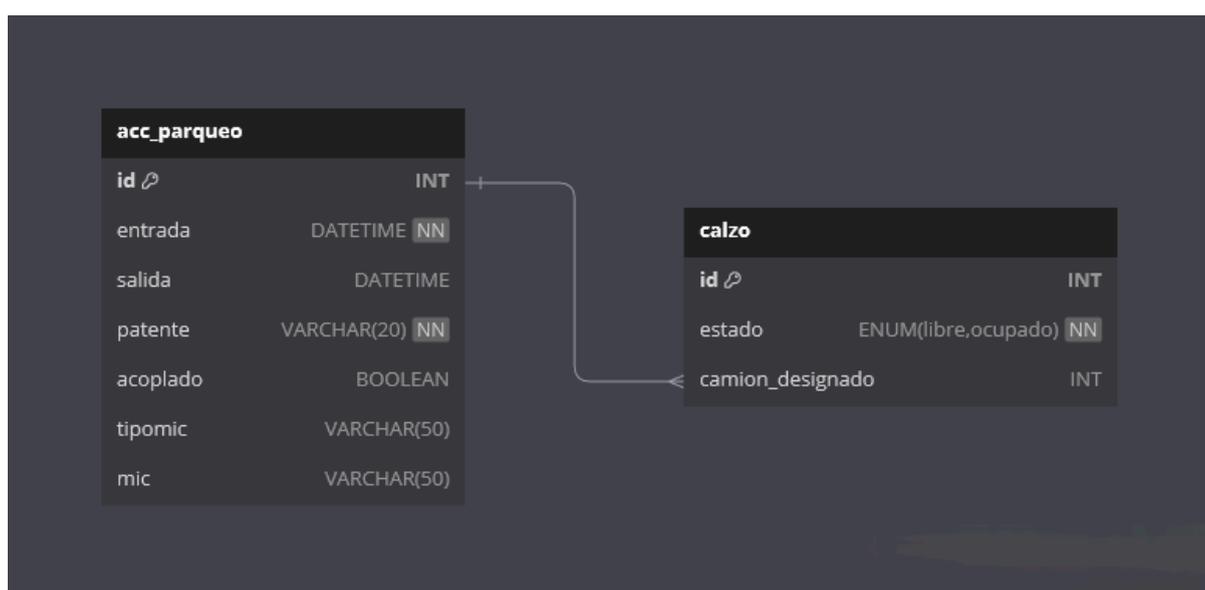


Figura 8: Modelo entidad-relación.



## 17. Implementación y refinamiento sucesivo

La implementación actual del software se enfoca en la asignación automática de calzos en el estacionamiento del antepuerto, utilizando los datos de ingreso de cada camión para determinar la ubicación óptima. En las Figuras 9 y 10 se muestran prototipos del avance, donde se visualiza cómo el sistema procesa la información de cada camión y distribuye los calzos de manera uniforme, evitando la acumulación en zonas específicas del estacionamiento.

El formulario de Ingreso (verde) contiene los siguientes campos:

- Patente Camión: REQUERIDO
- Patente Acoplado: OPCIONAL
- Tipo de MIC: BOLIVIA (seleccionado)
- MIC: [campo vacío]
- Carnet sanitario: SI TIENE (seleccionado)
- Ingreso país: [campo vacío]

El formulario de Salida (rojo) contiene los siguientes campos:

- Patente Camión: REQUERIDO
- Patente Acoplado: OPCIONAL

Figura 9: Formulario de Ingreso y Salida de los camiones.



*Figura 10: Vista general de los estados de los calzos.*

El código fuente y los avances de esta implementación se encuentran disponibles en el repositorio de [GitHub](#), donde se pueden revisar los detalles técnicos de la asignación automática de calzos y otras funcionalidades del sistema. Esto facilita la colaboración y permite el seguimiento del progreso del desarrollo en tiempo real.



## 18. Conclusión

Para esta entrega del proyecto, se ha desarrollado el segundo avance, donde se han establecido las herramientas necesarias para continuar con el desarrollo del sistema. Se presentó al cliente un prototipo de frontend que ilustra la funcionalidad esperada y se definió la arquitectura del sistema, respaldada por los diagramas elaborados en el primer avance. Este proyecto se enfocará en la gestión de estacionamiento para camiones en el antepuerto, lo que permitirá una mayor eficiencia y organización en la asignación de espacios.

Entre las decisiones tomadas durante esta fase, se optó por implementar una base de datos relacional que proporciona integridad referencial y facilita la trazabilidad de cada camión y su respectivo espacio de estacionamiento. En términos de diseño, se priorizó una interfaz intuitiva que cumpla con los requerimientos no funcionales, asegurando una experiencia de usuario fluida y accesible.

Asimismo, se ha asumido que el sistema seguirá un flujo jerárquico en la gestión del estacionamiento, donde los camiones ingresan al antepuerto y son asignados a calzos de manera automatizada, lo que optimiza el uso del espacio disponible y minimiza la confusión entre los usuarios.

Finalmente, se cumplió con todos los requerimientos establecidos para el desarrollo del informe, marcando un hito significativo en el avance del software. Con el prototipo de frontend finalizado, el equipo ahora puede proceder a conectar el backend con el frontend, lo que permitirá el desarrollo de una versión inicial funcional del sistema.