

UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería en Computación e Informática



PROYECTO IV

“Desarrollo de aplicación *EPA MÓVIL*”

3era Parte, Desarrollo del Sistema

Autores: Patricio Chang Reyes
Francisco Pantoja González

Nombre
Empresa: Empresa Portuaria Arica

Profesor: Diego Aracena Pizarro

Arica, 31 de Diciembre de 2025

Índice

1. Introducción	4
1.1. Consideraciones Fase Anterior	4
1.1.1. Objetivos General y Específicos	4
1.1.2. Requerimientos del sistema	5
1.1.3. Entregables requeridos	5
1.2. Tecnologías a utilizar	6
1.2.1. Herramientas de Desarrollo	7
1.2.2. Repositorio de Github	8
1.3. Alcance del Producto con tecnologías	9
2. Desarrollo	10
2.1. Modelamiento de la Solución	10
2.2. Diagramas de Interacción y Secuencia	11
2.2.1. Subsistema de Boya	11
2.2.2. Subsistema de Turismo	13
2.2.3. Subsistema de Espacios	14
2.3. Resultados Obtenidos	15
2.3.1. Aplicación Móvil	15
2.3.2. Backend Proxy	19
2.3.3. Cumplimiento de Planificación Scrumban	21
3. Cumplimiento de Requerimientos Iniciales	24
4. Conclusiones	27
5. Referencias	28
6. Anexo: Documento de Requerimientos Iniciales	29
Definición del proyecto	29
Contexto	29
Problema	29
Solución	30
Requisitos del sistema	30
1. Requisitos de Alto Nivel	30
2. Requisitos funcionales	31
a. Módulo de Datos Oceanográficos	31
b. Módulo de Cruceros y Turismo	32
c. Módulo de Gestión Portuaria	32
3. Requisitos no funcionales	33

Índice de Figuras

Figura 1: Repositorio en GitHub.....	8
Figura 2: Colaboradores del Repositorio.....	8
Figura 3: Diagrama de Componentes.....	10
Figura 4: Diagrama de Secuencia, Obtener Último Estado de la Boya (Sincronización).....	11
Figura 5: Diagrama de Secuencia, Obtener Último Estado de la Boya (Usuario).....	12
Figura 6: Diagrama de Colaboración, Interacción con WebService (Turismo).....	13
Figura 7: Diagrama de Colaboración, Interacción con WebService (AntePuerto).....	14
Figura 8: Diagrama de Secuencia, Solicitar Espacio por la Aplicación (CTP/CTI).....	14
Figura 9: Menú Principal con y sin conexión.....	15
Figura 10: Resumen y Gráficos de la Boya.....	16
Figura 11: Visualización de Sitios Turísticos y Temporada de Cruceros.....	17
Figura 12: Información sobre Espacios del Puerto.....	18
Figura 13: Tareas en Hecho.....	22
Figura 14: Carta Gantt.....	23

Índice de Tablas

Tabla 1: Entregables.....	5
Tabla 2: Tecnologías Utilizadas.....	6
Tabla 3: Herramientas Utilizadas.....	7
Tabla 4: Alcances del Proyecto.....	9
Tabla 5: Almacenamiento Backend.....	20
Tabla 6: Cumplimiento de Requerimientos.....	26
Tabla 7: Requisitos de Alto Nivel.....	30
Tabla 8: Requisitos Funcionales de la Boya.....	31
Tabla 9: Requisitos Funcionales de Turismo.....	32
Tabla 10: Requisitos Funcionales de la Gestión Portuaria.....	32
Tabla 11: Requisitos No Funcionales.....	33

1. Introducción

El presente informe constituye la fase final de término y entrega del sistema "EPA Móvil", diseñado y desarrollado íntegramente para satisfacer los requerimientos operativos y turísticos de la Empresa Portuaria Arica. Tras haber superado las etapas previas de planeación y modelamiento, este documento detalla la consolidación total del ecosistema digital, integrando efectivamente el hardware oceanográfico, los servicios administrativos y la oferta informativa regional en una solución tecnológica única.

A lo largo de este proyecto, se han aplicado conocimientos avanzados de arquitectura de software para implementar un sistema multiplataforma y un backend integrador que garantiza seguridad y alta disponibilidad. En las siguientes páginas, se expondrá el funcionamiento definitivo de cada módulo, el cumplimiento total de la planificación establecida y los resultados obtenidos en el despliegue final, consolidando así una propuesta informática robusta y escalable para el entorno portuario.

1.1. Consideraciones Fase Anterior

1.1.1. Objetivos General y Específicos

Objetivo General

Dar solución a una problemática real desarrollando la aplicación móvil, "EPA Móvil" , que integre información técnica, operativa y turística para mejorar el acceso a los servicios de la Empresa Portuaria Arica.

Objetivos Específicos

- Especificar el planteamiento, análisis, diseño y planificación del desarrollo de la aplicación "EPA Móvil", definiendo el contexto, problemas, requisitos y etapas necesarias para su implementación.
- Implementar cada uno de los módulos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema en base a sus requisitos iniciales, alcances y restricciones.
- Probar y testear las distintas iteraciones de producto de software en colaboración con el cliente, recopilando observaciones y propuestas de mejora razonables.
- Consolidar la iteración final de software para el periodo de trabajo determinado por la asignatura, poniendo el producto a disposición de la empresa y cliente.

1.1.2. Requerimientos del sistema

Los requerimientos del sistema fueron acordados previo a su desarrollo por el equipo de trabajo y el cliente oficial, estos requerimientos son de alto nivel, funcionales y no funcionales. El documento de Requisitos iniciales disponible en el Anexo.

1.1.3. Entregables requeridos

Entregable	Descripción
Repositorio Github	Link y acceso permanente al repositorio de desarrollo del proyecto, considerando tanto el apartado de la aplicación móvil como el backend. Para ello es necesario una cuenta de Github asociada al EPA que pueda acceder
Póster Promocional	Sintetiza correctamente los alcances y objetivos del proyecto, además de los aspectos más relevantes disponibles.
Manual de Usuario	Permite un correcto entendimiento de la infraestructura del sistema, incluyendo información sobre la configuración y correcto despliegue de la aplicación móvil y el servidor backend.

Tabla 1: Entregables

1.2. Tecnologías a utilizar

A continuación se procede a explicar los Frameworks a utilizar para cada componente del sistema.

Componente	Framework	Lenguaje Base	Razón
Aplicación Móvil	Kotlin Multiplatform Mobile (CMP/KMP)	Kotlin	Permite un único desarrollo de la lógica de la aplicación con el framework Kotlin Multiplatform, luego la interfaz de usuario utiliza CMP, basado en Jetpack Compose. El nuevo estándar de codificación de interfaces gráficas de manera declarativa
Backend Ligero (Proxy)	NestJS	TypeScript	Al estar lleno de funcionalidades permite crear soluciones flexibles y a medida según los requerimientos del usuario. Además, permite la integración de otro tipo de librerías relevantes para el proyecto como el SDK de Firebase y Redis.
	Docker	—	Permitirá el despliegue rápido y compatible en todas las plataformas donde se aloje el Backend del sistema.

Tabla 2: Tecnologías Utilizadas

1.2.1. Herramientas de Desarrollo

Herramienta	Componente	Razón
Android Studio	Aplicación Móvil	Creado por Google en colaboración con Jetbrains. Es el mejor entorno de desarrollo integrado para trabajar con aplicaciones móviles. Permite acceso a emuladores, visualizador de vista previa y depurador USB y Wifi para hacer pruebas
Visual Studio Code	Backend Ligero	Es uno de los entornos más completos para trabajar con lenguajes como Typescript debido a su alta cantidad de plugins e integraciones directas a la herramienta.
Firebase	Aplicación Móvil y Backend Ligero	Permite integrar la lógica de manejo de notificaciones y llamadas especiales del servidor backend a cada usuario de la aplicación móvil, evitando pasos extra en el desarrollo y garantizando que el envío de mensajes sea seguro para cada uno de los usuarios.
Ulzard	Aplicación Móvil	Es una herramienta que permite realizar Mock-ups interactivos, los cuales permitirán validar las ideas del equipo de desarrollo en colaboración al cliente.
Lucid Charts	Aplicación Móvil y Backend Ligero	Permite el desarrollo de diagramas de manera rápida y ordenada.
Github	Aplicación Móvil y Backend Ligero	Permite guardar los estados y versiones del proyecto durante todo su ciclo de vida.

Tabla 3: Herramientas Utilizadas

1.2.2. Repositorio de Github

Actualmente el Repositorio del Proyecto está en el siguiente url: https://github.com/CHOP4NCHO/EPA_Movil/tree/ . Y actualmente se encuentra en privado por razones de seguridad.

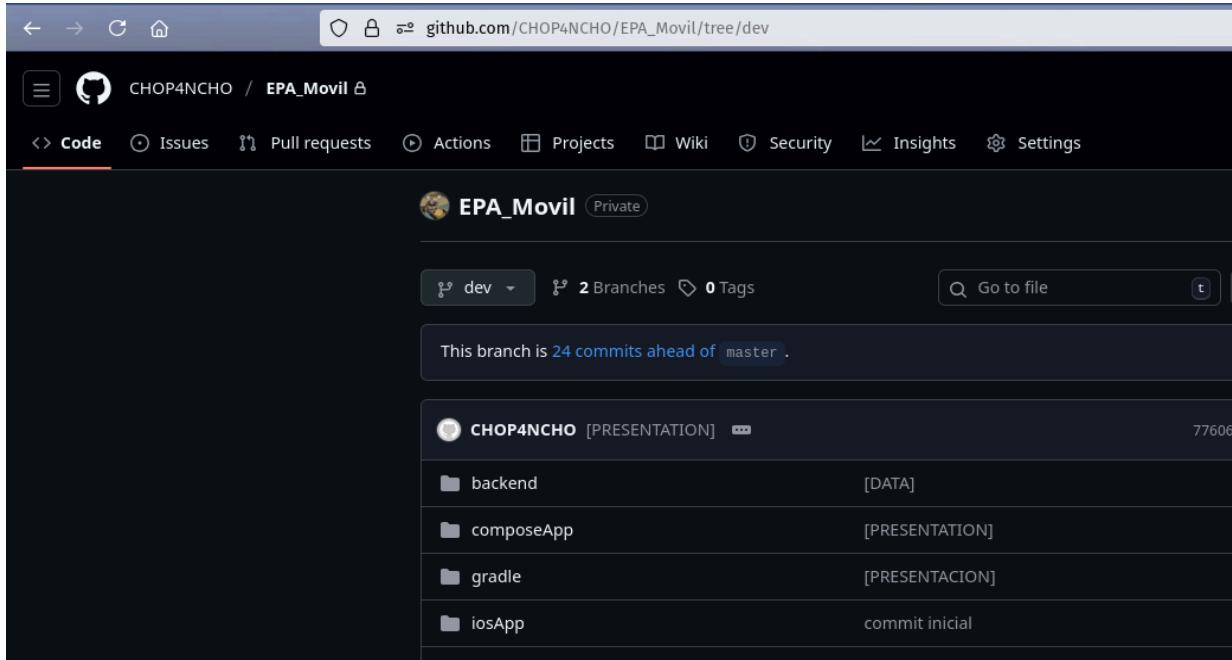


Figura 1: Repositorio en GitHub

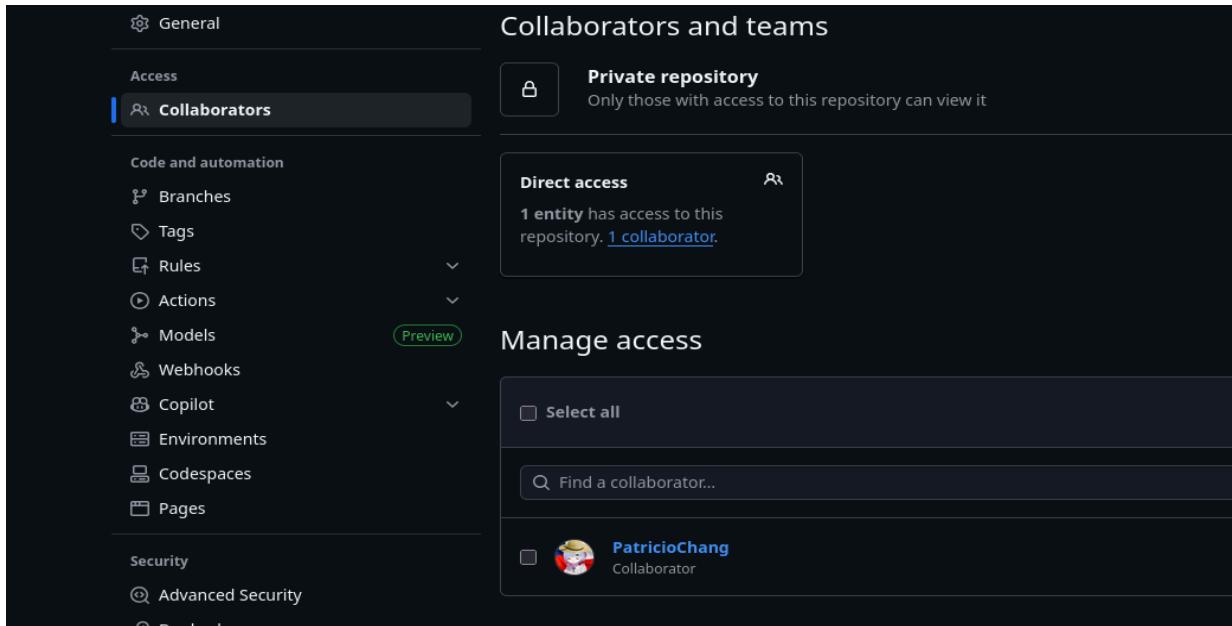


Figura 2: Colaboradores del Repositorio

1.3. Alcance del Producto con tecnologías

Una vez descritas las tecnologías de desarrollo, se espera que el producto logre cumplir con los siguientes alcances establecidos

ID	Tipo	Descripción
A1	Eficiencia	Las conexiones y comunicación entre cada uno de los componentes (app móvil - backend y viceversa) no deben exceder al mínimo de llamadas necesarias para garantizar la última información al usuario.
A2	Integración	Cada uno de los actores externos al sistema (Firebase, Gestor de Correos, Webservice EPA y la API Boya) deben ser integrados correctamente al componente de software que corresponda.
A3	Disponibilidad	La aplicación móvil debe funcionar adecuadamente tanto con como sin conexión a internet, haciendo uso del almacenamiento local. Por otro lado, el servidor debe operar correctamente incluso cuando no sea posible obtener la última información de la boyas.
A4	Integridad	Cada uno de los componentes implementados de la aplicación deben coincidir con los diseños y modelamientos previamente hechos en cada una de las fases previas al desarrollo.
A5	Seguridad	El Backend debe actuar como un escudo de seguridad, centralizando y ocultando las credenciales sensibles (tokens de API Boya, credenciales SMTP) para que nunca queden expuestas en el código de la aplicación móvil.
A6	Portabilidad	El sistema Backend debe estar contenerizado mediante Docker para garantizar que pueda ser desplegado rápidamente y sin conflictos de dependencias en cualquier servidor que la Empresa Portuaria Arica disponga.

Tabla 4: Alcances del Proyecto

2. Desarrollo

2.1. Modelamiento de la Solución

Se ha propuesto el siguiente diagrama de componentes considerando cada una de las tecnologías a utilizar.

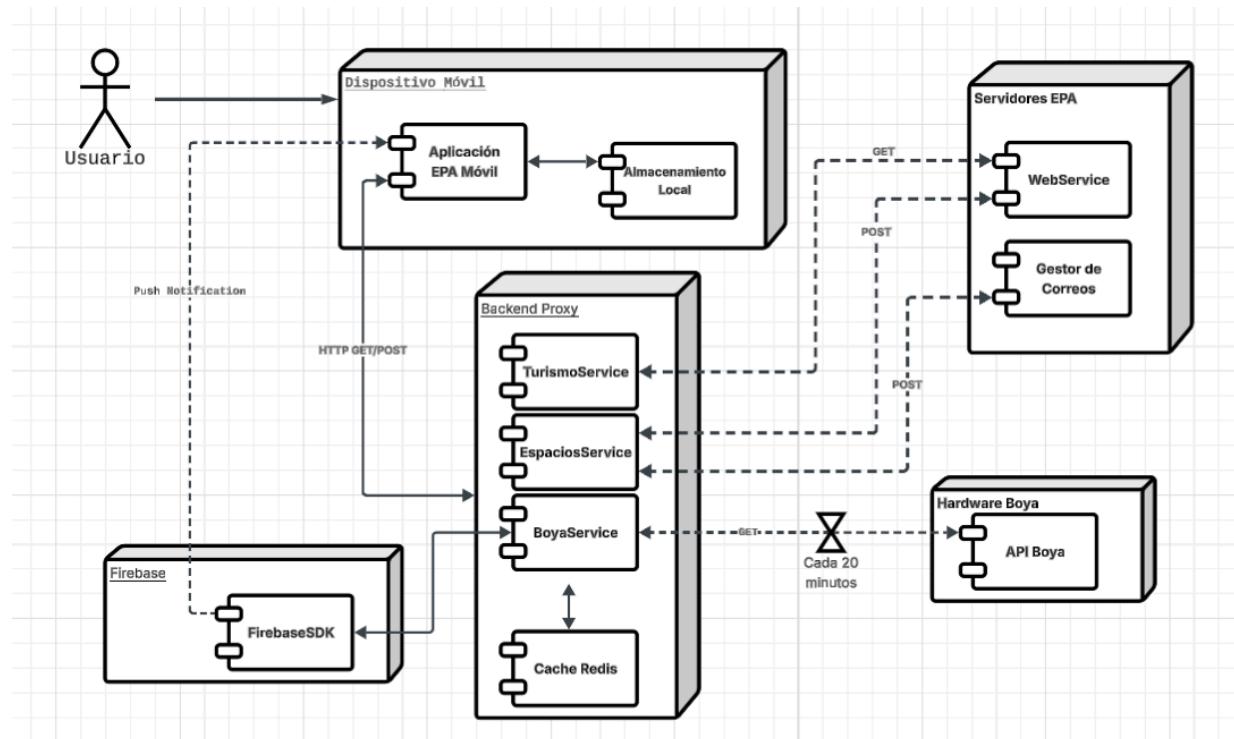


Figura 3: Diagrama de Componentes

Adicionalmente, en esta fase ya se integró un componente que no fue visto en la fase anterior el cual es Redis. Esta tecnología permitirá al servidor mantener la información necesaria para su funcionamiento en caché de manera rápida y segura.

2.2. Diagramas de Interacción y Secuencia

Para poder representar de mejor manera el comportamiento de cada uno de los subsistemas se dará paso a detallarlos por medio de diagramas de interacción.

2.2.1. Subsistema de Boya

Se ha optado por modelar el comportamiento de este subsistema mediante dos diagramas de secuencia, el primero representa el proceso de mantener actualizada y sincronizada la información del Backend ligero (que actúa como proxy) con la de la API de la Boya.

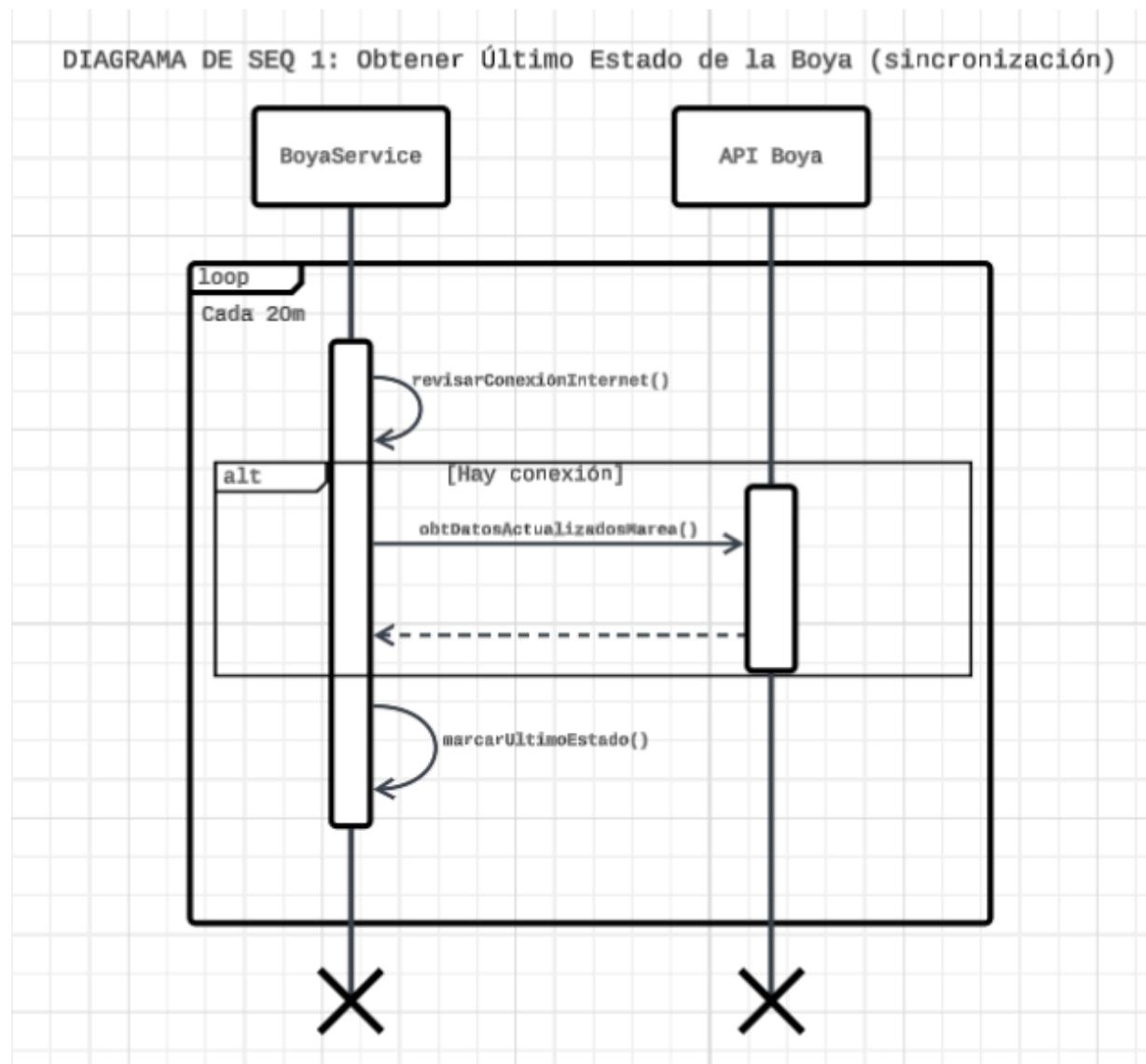


Figura 4: Diagrama de Secuencia, Obtener Último Estado de la Boya (Sincronización)

DIAGRAMA DE SEQ 2: Obtener Último Estado de la Boya (usuario)

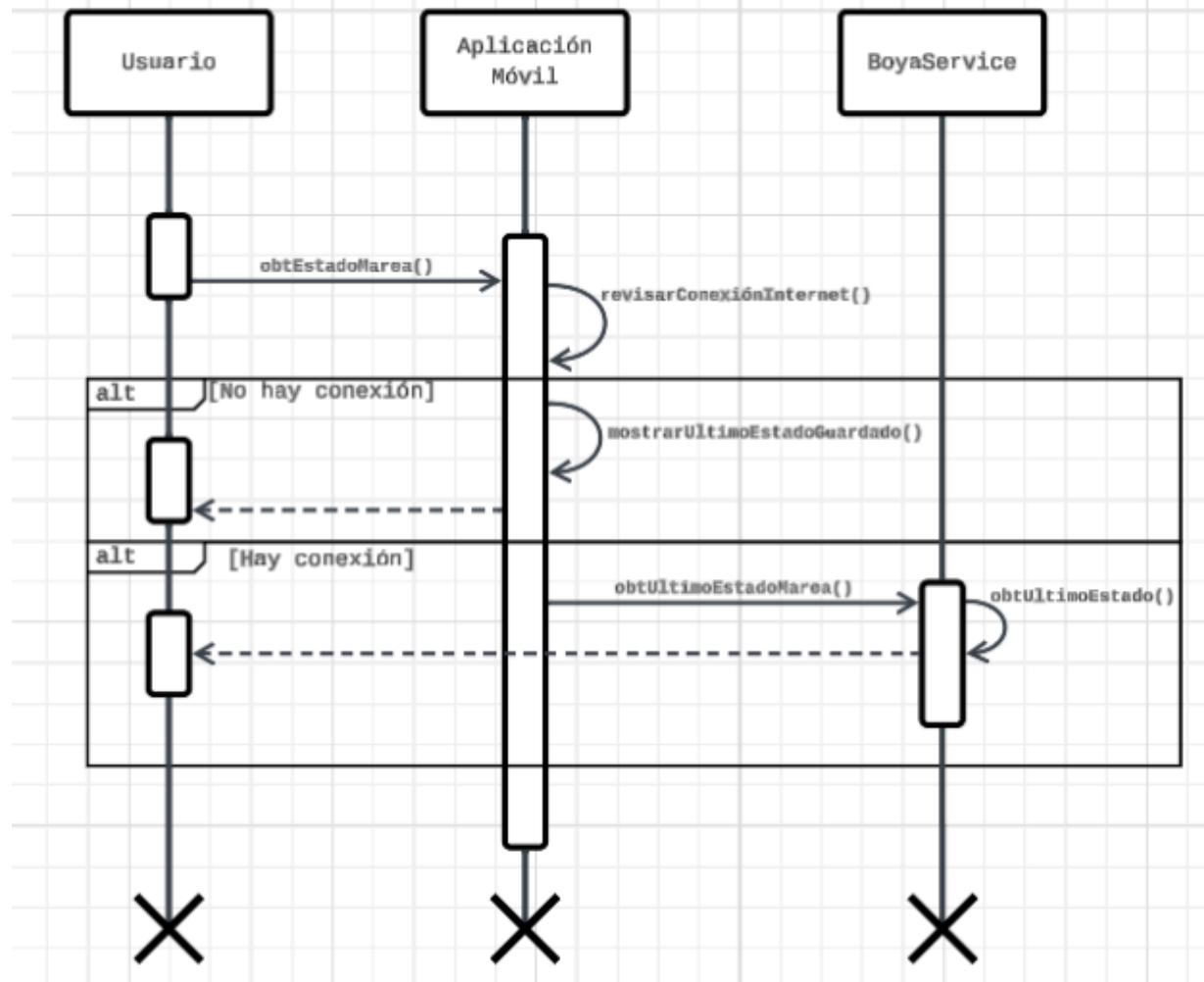


Figura 5: Diagrama de Secuencia, Obtener Último Estado de la Boya (Usuario)

Se han considerado como participantes de la interacción a BoyaService, API Boya, Aplicación Móvil y al Usuario, ya que todos ellos tienen una participación fundamental y mayoritaria en el Subsistema de Boya. Se ha dejado fuera de la secuencia a Redis, ya que su intervención en el subsistema es más auxiliar que crítica.

2.2.2. Subsistema de Turismo

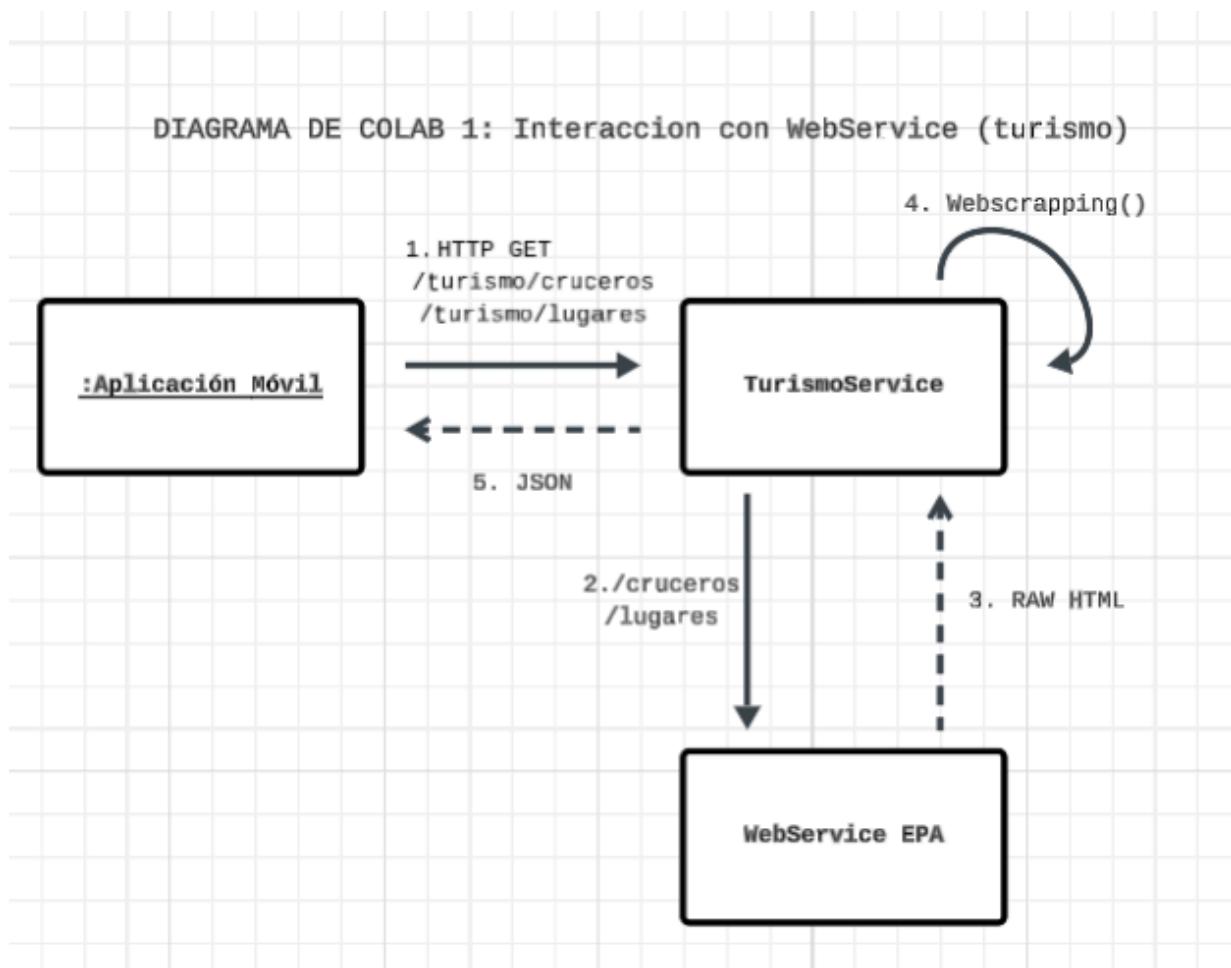


Figura 6: Diagrama de Colaboración, Interacción con WebService (Turismo)

Se consideraron los componentes de Aplicación Móvil, TurismoService y WebService EPA, ya que son los que más incidencia tienen en este subsistema. Además, el motivo de elección de un diagrama de colaboración en lugar de uno de secuencia radica en la simplicidad que este ofrece para este tipo de interacciones las cuales no tienen tantas bifurcaciones ni secuencias complejas.

2.2.3. Subsistema de Espacios

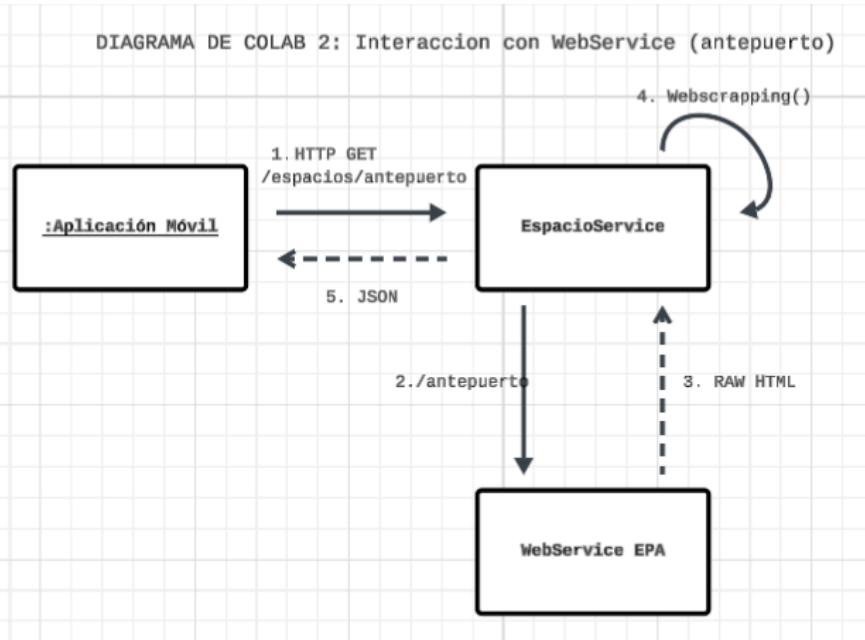


Figura 7: Diagrama de Colaboración, Interacción con WebService (AntePuerto)

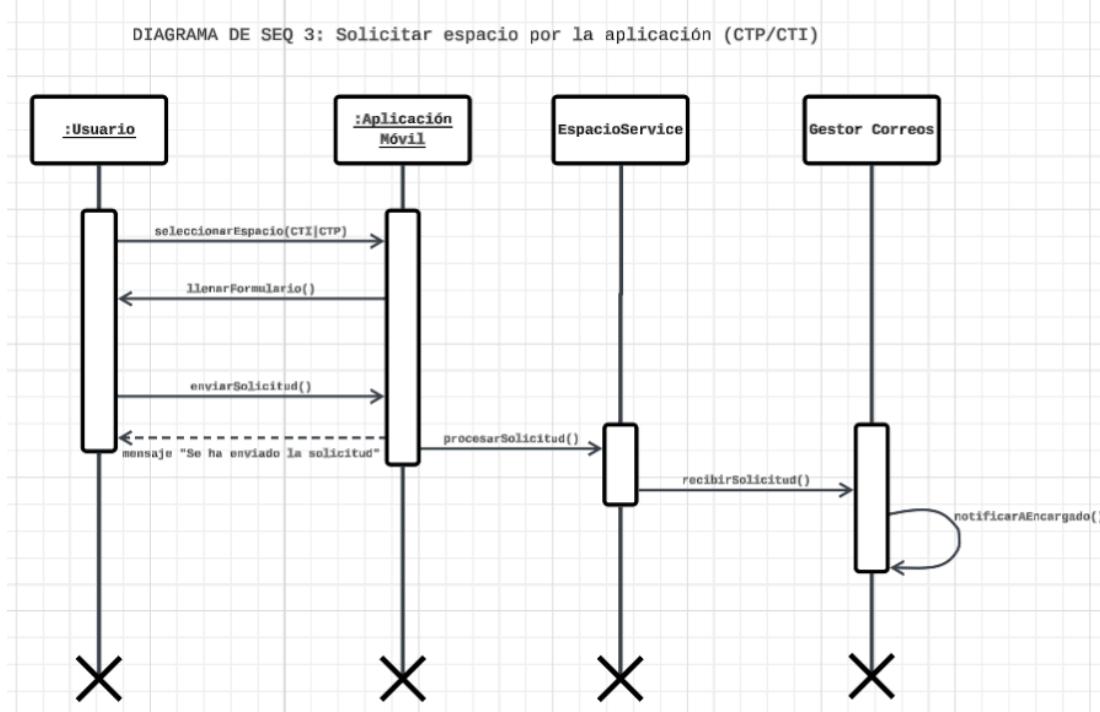


Figura 8: Diagrama de Secuencia, Solicitar Espacio por la Aplicación (CTP/CTI)

En este subsistema se han considerado un diagrama de colaboración y otro de secuencia, separando los dos tipos de interacciones que ocurren en este subsistema, uno asociado al proceso de revisar el estado del antepuerto (muy similar al subsistema anterior) y la interacción asociada al manejo de los formularios de solicitud en el CTI y el programa Conozca su Puerto.

2.3. Resultados Obtenidos

2.3.1. Aplicación Móvil

Se completó el desarrollo de los módulos solicitados en el Documento de Requerimientos del Sistema por medio del desarrollo de las siguientes vistas: Boya, Turismo y Gestión de Espacios del Puerto. Acompañado de módulos auxiliares que impactan en la experiencia del usuario como el Menú Principal y el Menú de Configuraciones. A continuación se detallan las características de cada vista implementada.

Menú Principal

Es la vista que se muestra al inicio de la aplicación, siendo el acceso directo a los diferentes módulos y vistas de la aplicación. Además, cuando la aplicación no tiene acceso al servidor backend, notifica al usuario que la aplicación está funcionando en “modo offline”.

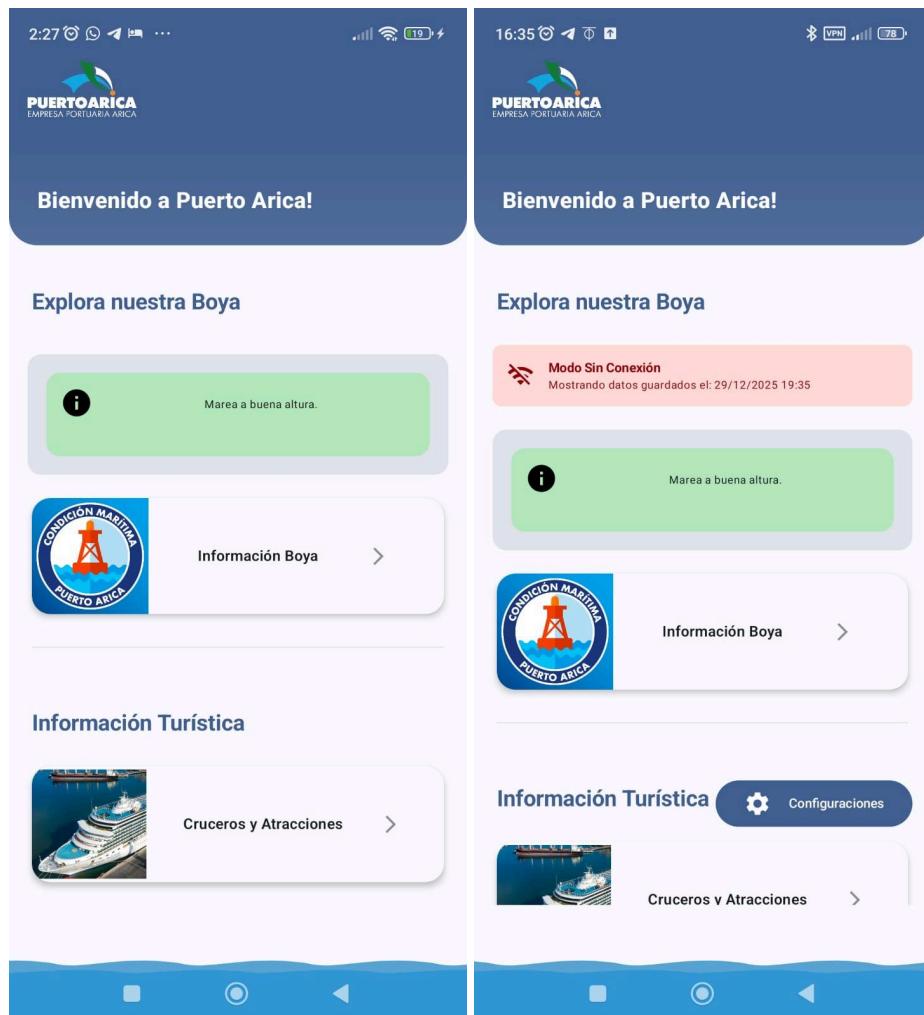


Figura 9: Menú Principal con y sin conexión

Boya

En esta vista puede verse a más detalle los datos oficiales provenientes de la API de la Boya del EPA mediante el servidor proxy implementado. Esta información es actualizada cada 20 minutos. De manera que, si no es posible obtener la última actualización desde el servidor, la aplicación mostrará el último estado que haya guardado previamente en el almacenamiento local del dispositivo.

Dentro de la vista se observa un mensaje de resumen del último estado actual guardado en la aplicación. A continuación se presenta el dashboard de datos oceanográficos, compuesto por una tarjeta de variables oceanográficas y dos gráficos para la altura máxima registrada y la velocidad del viento respectivamente. Los gráficos son manipulables mediante la fecha límite de inicio y fin. Pudiendo filtrar los datos históricos a mostrar. Finalmente se encuentra la sección de reportes, lo que genera archivos CSV y PDF de acuerdo al histórico manejado por los rangos de fecha que el usuario ingrese.

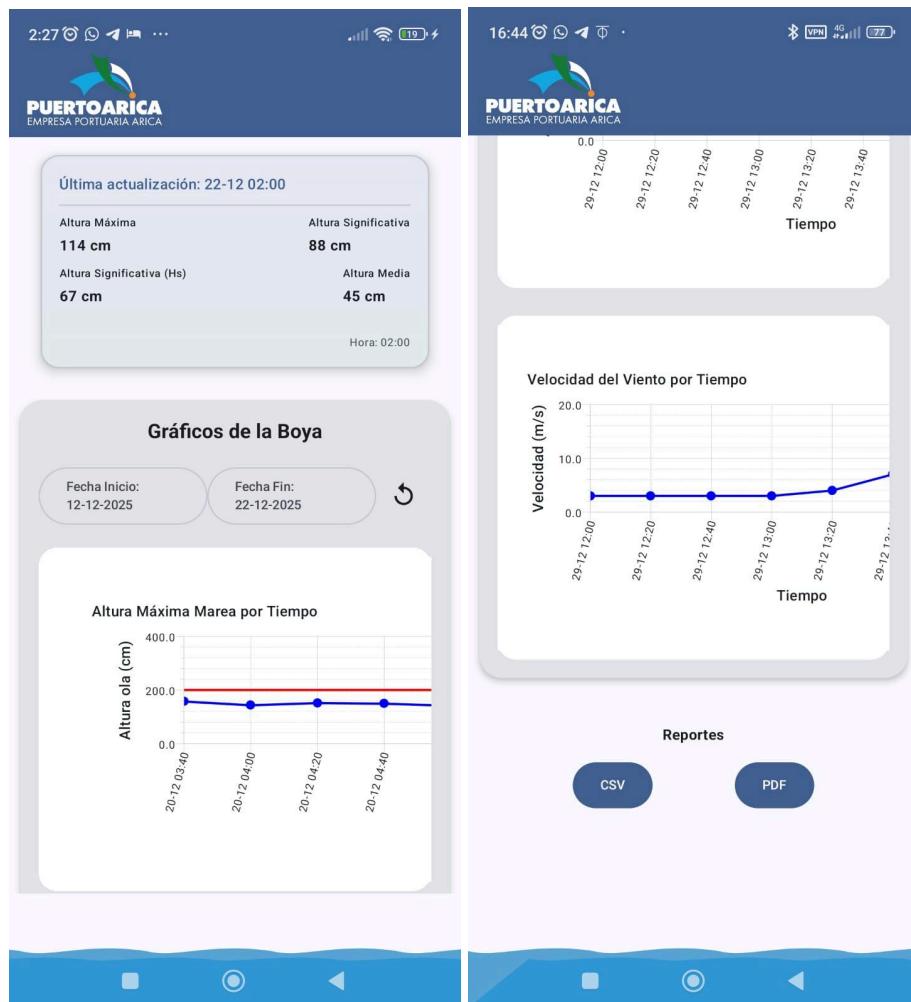


Figura 10: Resumen y Gráficos de la Boya

Turismo

En esta vista se puede ver información respecto a los atractivos turísticos que promociona el puerto dentro de su página web oficial, como el itinerario de cruceros recopilado igualmente de su página. Al seleccionar uno de los atractivos turísticos del listado, se despliega un cuadro de diálogo informativo que contiene una descripción más detallada del lugar, acompañado de su imagen de referencia.

Para el apartado de cruceros se dispone de un buscador por temporada, el cual muestra un cuadro de diálogo que permite buscar una temporada específica, filtrando la información del listado de cruceros. De lo contrario, el botón Ver Todo elimina este filtro, mostrando todas las temporadas disponibles.

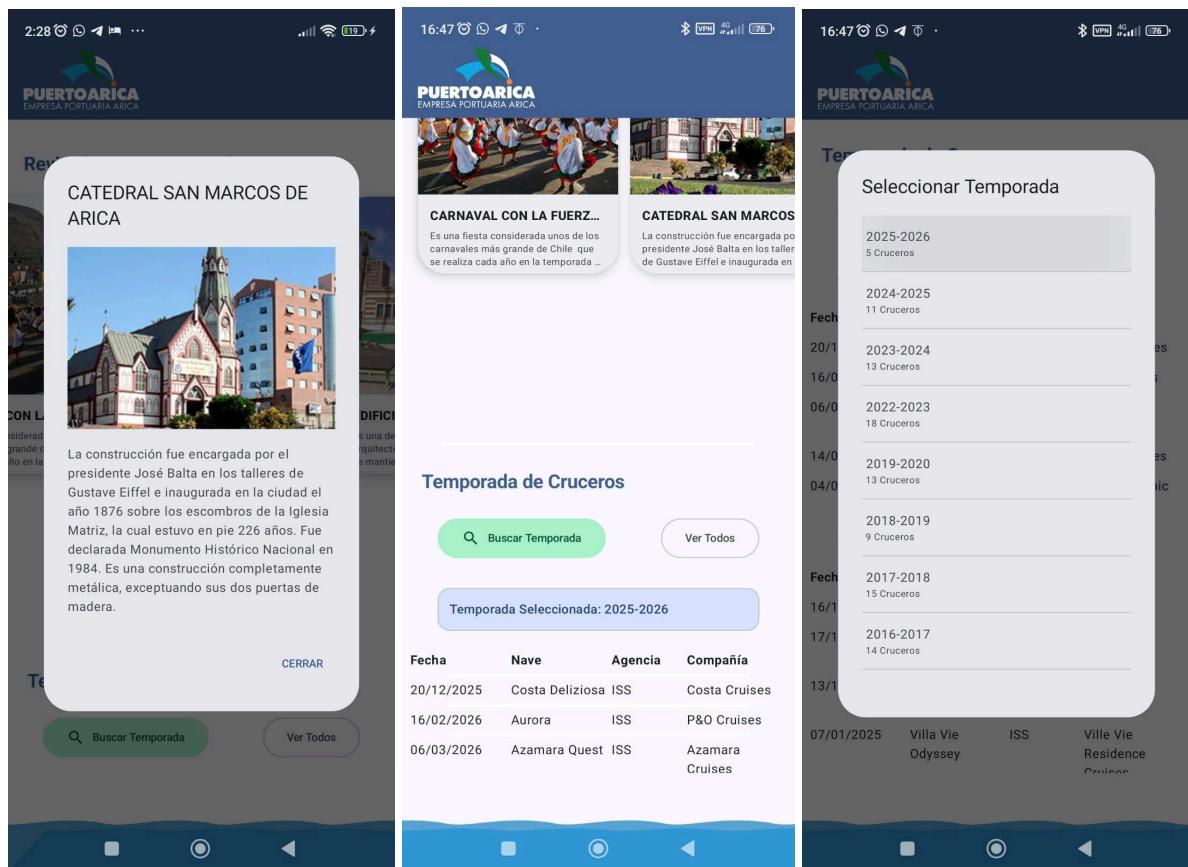


Figura 11: Visualización de Sitios Turísticos y Temporada de Cruceros

Gestión de Espacios.

Esta vista consta de dos secciones principales: Solicitud de Espacios del Puerto y Revisión del Estado del Antepuerto. Para navegar entre cada una de estas secciones se utilizan los botones con los mismos nombres o desplazando horizontalmente la paginación.

Dentro de los espacios disponibles para solicitar se encuentra el Centro Turístico Integral y el Programa Conozca su Puerto. Ambos cuentan con un formulario de inscripción, el cual luego de ser llenado, enviará la solicitud vía correo electrónico a un/a trabajador/a del EPA encargado de revisar y aprobar o rechazar la solicitud.

Por el lado del estado del Antepuerto. Se cuenta con una tarjeta informativa acerca de la disponibilidad en el estacionamiento del mismo, indicando si hay espacio o no, usando los colores verde y rojo respectivamente. Adicionalmente, se cuenta con un cuadro informativo sobre el Antepuerto y su impacto en la logística del puerto.

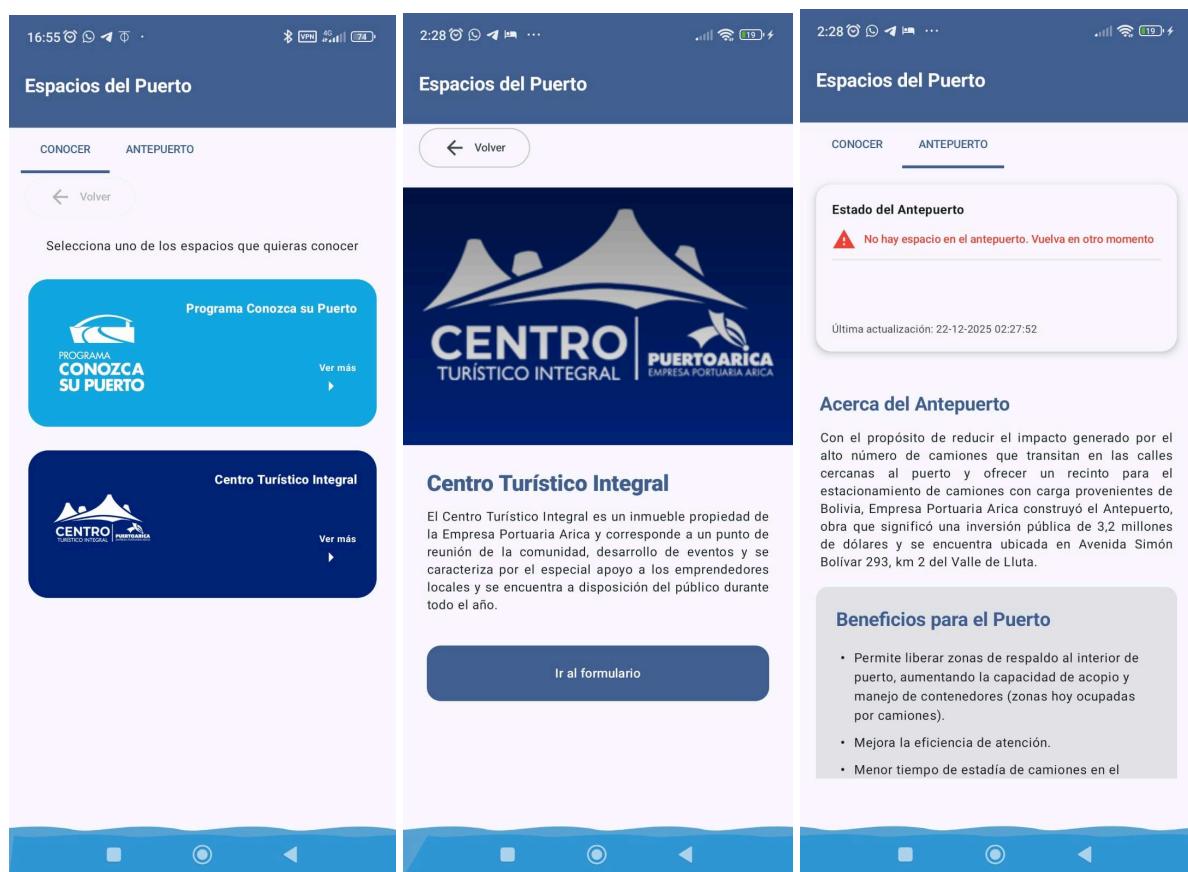


Figura 12: Información sobre Espacios del Puerto

2.3.2. Backend Proxy

El servidor Backend ha sido desarrollado utilizando el framework NestJS, funcionando como un nodo integrador y un escudo de seguridad (Proxy) para la aplicación móvil. Su propósito fundamental es centralizar la lógica de negocio compleja, gestionar la persistencia de datos de alta disponibilidad y ocultar las credenciales sensibles (tokens de APIs y servicios de correo) para que nunca queden expuestas en el código del cliente móvil.

Arquitectura Modular

El sistema implementa una arquitectura basada en módulos independientes, lo que permite que cada subsistema (Boya, Gestión y Turismo) opere con sus propios controladores y servicios, compartiendo una capa de infraestructura común basada en **Redis** para el manejo de estados rápidos y **Firebase** para comunicaciones push.

Funcionamiento de Módulos y Servicios

A. Subsistema de Boya

Este servicio es el responsable de la telemetría técnica y el monitoreo de las condiciones marítimas.

- **Ingesta Programada:** Utiliza procesos automáticos (**Cron Jobs**) que se ejecutan cada 20 minutos para consultar la API de OceanCom.
- **Sincronización y Normalización:** El servicio captura datos de altura de ola (máxima, significativa y media), períodos y ráfagas de viento. Implementa una lógica de conversión temporal mediante la librería **Luxon** para asegurar que los datos se registren bajo el huso horario de Chile (America/Santiago).
- **Gestión de Reportes:** Procesa el volumen de datos históricos para generar documentos **PDF** y **CSV**. Utiliza **QuickChart** para renderizar imágenes estadísticas de tendencia que se insertan dinámicamente en los informes técnicos del puerto.

B. Subsistema de Gestión Portuaria

Administra la interacción administrativa y logística del recinto portuario.

- **Gestión de Reservas (CTI y Visitas):** Procesa los formularios de solicitud para el Centro Turístico Integral y el programa "Conozca su Puerto". El servicio valida los datos y utiliza **Nodemailer** para despachar correos electrónicos automáticos de confirmación tanto al administrador como al usuario solicitante.
- **Control de Antepuerto:** Monitorea y alterna el estado de disponibilidad del antepuerto mediante tareas programadas. Al detectar un cambio en la capacidad, el servicio interactúa con el **Firebase SDK** para enviar notificaciones push inmediatas a los transportistas.
- **Seguridad Anti-Spam:** Utiliza **Redis** para implementar un control de flujo que bloquea múltiples envíos desde un mismo dispositivo durante un periodo de 30 minutos, garantizando la integridad de los buzones de recepción del puerto.

C. Subsistema de Turismo

Provee contenido dinámico a los visitantes sin depender de una base de datos estática.

- **Web Scraping en Tiempo Real:** Utiliza la librería **Cheerio** para realizar el análisis (parsing) del HTML del sitio oficial puertoarica.cl.
- **Extracción de Itinerarios:** El servicio identifica y extrae los datos de las tablas de cruceros (arribos, naves y agencias) correspondientes a la temporada vigente (ej. 2025-2026), convirtiendo la información visual de la web en objetos JSON estructurados para la App.
- **Atractivos Turísticos:** Mapea automáticamente los nombres, descripciones e imágenes de los destinos recomendados por la EPA para presentarlos en el dashboard móvil.

Infraestructura de Persistencia y Caché

Para optimizar el rendimiento y asegurar la disponibilidad offline de la aplicación, el Backend implementa una estrategia de almacenamiento de tres niveles:

Tecnología	Propósito Funcional
Redis (Cache)	Mantiene el "último estado en vivo" de la boyas y el antepuerto para consultas de milisegundos.
Persistencia CSV	Guarda el registro físico acumulado de la telemetría marítima para auditorías y reportes históricos de largo plazo.
Firebase SDK	Funciona como el puente de comunicación persistente para el envío de alertas críticas de marejadas y disponibilidad logística.

Tabla 5: Almacenamiento Backend

2.3.3. Cumplimiento de Planificación Scrumban

Para la gestión integral del ciclo de vida del desarrollo, el equipo adoptó la metodología híbrida **ScrumBan**, logrando con éxito un equilibrio entre la rigidez necesaria para cumplir con los hitos académicos y la flexibilidad requerida durante la fase intensiva de programación. Al concluir esta fase final, se informa el **cumplimiento del 100% de las tareas** planificadas en los tableros de trabajo, habiendo superado los desafíos técnicos de integración de APIs y despliegue en contenedores.

El éxito de esta planificación se fundamentó en los siguientes aspectos:

- **Finalización de Sprints:** Se completaron los cuatro Sprints principales, desde la creación del Dashboard de la Boya (Sprint 1) hasta la implementación de funcionalidades avanzadas como la generación de reportes técnicos y notificaciones en tiempo real (Sprint 4).
- **Gestión de "In Progress":** La separación de tareas por áreas (Backend y Mobile) permitió identificar y mitigar cuellos de botella de manera temprana, especialmente durante la integración de las llaves de seguridad de Firebase y el sistema de caché en Redis.
- **Cierre de QA:** Todas las Historias de Usuario (HU) pasaron satisfactoriamente por la columna de **Testing/QA**, validando la precisión de los datos oceanográficos y la correcta recepción de solicitudes vía correo electrónico.

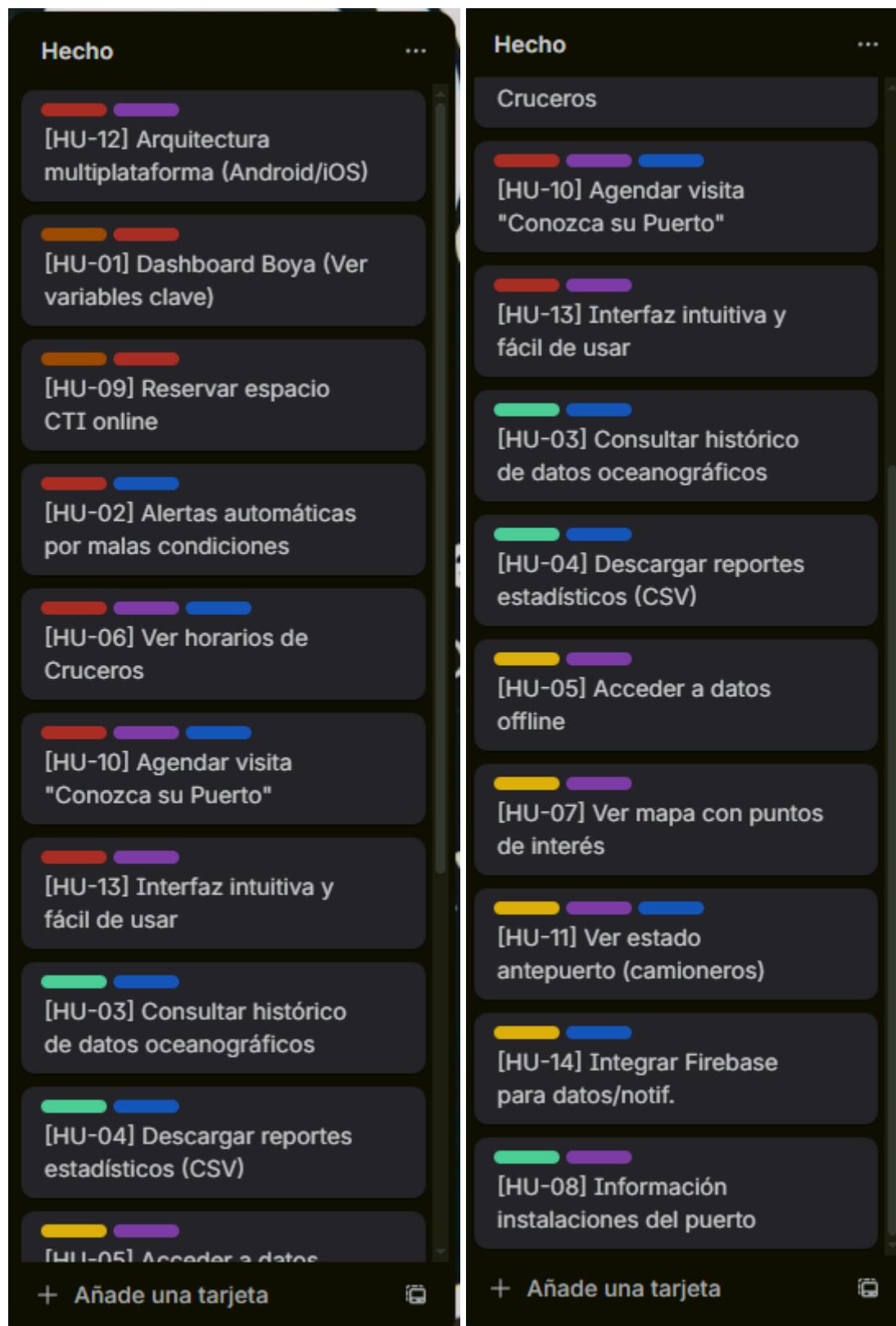


Figura 13: Tareas en Hecho

De manera adicional, se han cumplido con todas tareas y planificaciones hechas en la plataforma de Redmine, por medio de la carta gantt del proyecto.

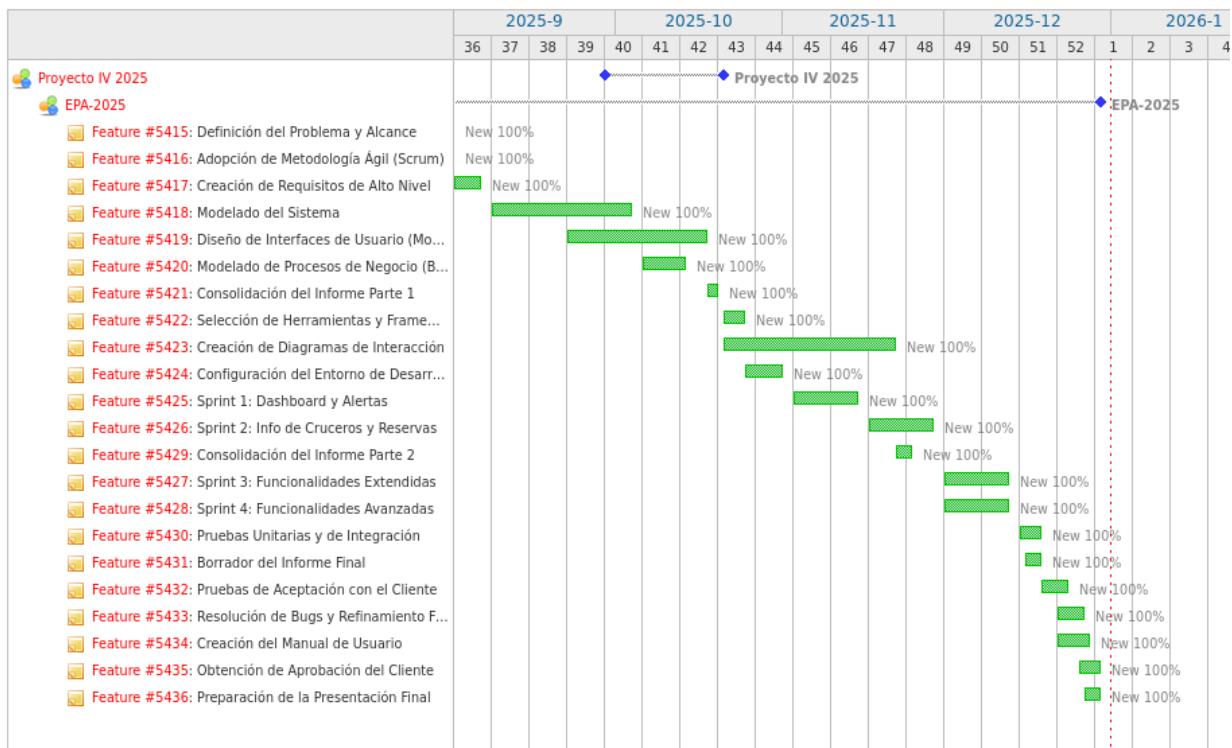


Figura 14: Carta Gantt

3. Cumplimiento de Requerimientos Iniciales

La siguiente tabla muestra el estado de los requerimientos iniciales y el estado de completitud de los mismos.

Requerimiento	Estado	Razón
RAN 01: Desarrollar una aplicación móvil multiplataforma que integre información técnica, operativa y turística del puerto de Arica	Cumplido	La app cuenta con la integración de los módulos solicitados
RAN 02: Implementar sistema de visualización en tiempo real de datos oceanográficos de la boyas	Cumplido	La app permite ver datos oceanográficos en tiempo real, además de buscar datos históricos.
RAN 03: Crear plataforma de información turística para visitantes del puerto	Cumplido	La app permite visualizar información turística de atractivos turísticos y cruceros
RAN 04: Integrar actual sistema de gestión en línea para los servicios comunitarios (CTI y "Conozca su Puerto")	Cumplido	La app permite llenar formularios de solicitud del CTI y programa Conozca su Puerto
RF-01: El sistema debe mostrar un dashboard con las variables clave de la boyas oceanográficas	Cumplido	La app muestra un dashboard de la última información de la marea, además de dos gráficos para las variables de altura máxima y velocidad del viento.
RF-02 El sistema debe generar alertas automáticas cuando haya malas condiciones marítimas	Cumplido	La app envía notificaciones al usuario cuando el aumento de la altura de la marea es considerable durante períodos prolongados de tiempo.
RF-03 El sistema debe mostrar el histórico de datos oceanográficos	Cumplido	La app permite mostrar datos históricos de acuerdo a un rango de tiempo determinado
RF-04 El sistema debe generar reportes estadísticos descargables en PDF y/o CSV	Cumplido	La app permite descargar reportes en formato CSV y PDF de acuerdo a un rango de tiempo determinado
RF-05 El sistema debe implementar un sistema de	Cumplido	La app permite visualizar los colores verde, amarillo y rojo directamente

semáforo para indicar el estado del mar (verde, amarillo, rojo)		asociados a la altura de la marea respecto al límite crítico (2 metros).
RF-06 El sistema debe funcionar sin conexión a internet mostrando datos previamente cargados	Cumplido	La app funciona sin conexión a internet mediante el uso de almacenamiento interno del dispositivo móvil. Mostrando los últimos datos registrados en el “modo offline”
RF-07 El sistema debe mostrar horarios de llegada y salida de cruceros en tiempo real	Cumplido	La app muestra todos los datos disponibles en la página web de la EPA referente a los cruceros y sus itinerarios
RF-08 El sistema debe mostrar puntos de interés turístico y recomendaciones	Cumplido	La app muestra los atractivos turísticos y recomendaciones que promociona el puerto por medio de su página web oficial.
RF-09 El sistema debe proporcionar información de instalaciones portuarias	Cumplido	La app proporciona información acerca del Antepuerto, el Centro Turístico Integral y el Programa de Conozca su Puerto.
RF-10 El sistema debe permitir reservas online del Centro Turístico Integral (CTI)	Parcialmente Cumplido	La app permite hacer una solicitud de reserva, pero falta asociar esta solicitud con la dirección de correo oficial del/la trabajador/a encargado de revisarlas.
RF-11 El sistema debe permitir reservas online del programa "Conozca su Puerto	Parcialmente Cumplido	La app permite hacer una solicitud de reserva, pero falta asociar esta solicitud con la dirección de correo oficial del/la trabajador/a encargado de revisarlas.
RF-12 El sistema debe mostrar un catálogo visual de los espacios del Centro Turístico Integral	No Cumplido	La app no muestra ningún catálogo visual del CTI debido a la falta de imágenes y/o recursos disponibles para el equipo de trabajo.
RF-13 El sistema debe notificar el estado actual del antepuerto. Indicando si hay espacio para recibir más camiones o no.	Parcialmente Cumplido	La app notifica al usuario cuando hay espacio en el antepuerto mediante una notificación, pero el estado es simulado provisoriamente hasta poder integrarlo con el sistema actual del EPA y la habilitación del WebService EPA.
RnF-01 El rendimiento de la aplicación debe mantenerse estable con muchos usuarios	No verificado	Las pruebas realizadas fueron de carácter unitario, faltando tiempo para

		probar consultas masiva al servidor.
RnF-02 La información debe coincidir exactamente con los datos de la API de la boyas	Cumplido	La información provista por el servidor proxy es la misma que obtiene de la API de la Boya.
RnF-04 Debe garantizar seguridad en el acceso a la información del sistema	Cumplido	El servidor proxy es el único medio de acceso a los datos sensibles de la API de la Boya y permite protección mediante el protocolo HTTPS.
RnF-05 Debe funcionar igual en dispositivos Android y iOS	Parcialmente Cumplido	La aplicación fue testeada únicamente en Android, no pudiendo ser posible su compilación para iOS debido a la falta de la cuenta de desarrollador Apple (de pago).
RnF-06 Debe ser fácil de mantener y actualizar después del desarrollo	Cumplido	La app está construida modularmente siguiendo patrones y principios de Clean Architecture. Además, el manual de usuario especifica el despliegue de la aplicación y el servidor backend.
RnF-07 La interfaz debe ser fácil de usar y entender	Cumplido	La app está construida visualmente de tal manera que sea sencillo navegar por cada uno de los módulos requeridos.
RnF-08 Debe usar Firebase para gestionar notificaciones y datos	Cumplido	La app utiliza Firebase para recibir las notificaciones push, y la cuenta es configurable mediante el servidor backend.
RnF-09 Debe mostrar los datos más recientes cuando se recupera la conexión	Cumplido	La app permite recargar la conexión mediante un sistema “pull to refresh” en el Menú Principal

Tabla 6: Cumplimiento de Requerimientos

4. Conclusiones

La fase final del proyecto "EPA Móvil" ha concluido exitosamente, logrando la entrega de una herramienta tecnológica que cumple con todos los objetivos generales y específicos planteados al inicio de esta formación. El desarrollo de un **Backend Proxy en NestJS** no solo centralizó la seguridad y optimizó la gestión de datos técnicos, sino que se convirtió en el motor que permite la interoperabilidad entre los sensores físicos del puerto y los dispositivos móviles de los usuarios finales.

Se han alcanzado hitos fundamentales, destacando:

1. **Fiabilidad Técnica:** La mitigación total de riesgos asociados a la sincronización de datos mediante Cron Jobs y el manejo persistente de históricos en CSV.
2. **Calidad de Software:** El uso de **Clean Architecture** en el desarrollo móvil ha garantizado una aplicación intuitiva y rápida, capaz de funcionar incluso en condiciones de baja conectividad (Modo Offline).
3. **Impacto Operativo:** La automatización de alertas de marejadas y el control del antepuerto dotan a la Empresa Portuaria Arica de una capacidad de respuesta inmediata ante contingencias logísticas y climáticas.

En conclusión, el equipo de trabajo entrega un sistema listo para su puesta en marcha oficial, con una infraestructura contenerizada que facilita su mantenimiento futuro. "EPA Móvil" se posiciona como una solución informática de alto nivel que fortalece el vínculo entre el puerto y la comunidad, modernizando la gestión de servicios y promoviendo el desarrollo turístico de la región.

5. Referencias

[1] JetBrains, "Compose Multiplatform," [jetbrains.com](https://www.jetbrains.com/compose-multiplatform/). [Online]. Disponible: <https://www.jetbrains.com/compose-multiplatform/>. [Accedido: 10-Nov-2025].

[2] JetBrains, "Kotlin Programming Language," kotlinlang.org. [Online]. Disponible: <https://kotlinlang.org/>. [Accedido: 10-Nov-2025].

[3] NestJS, "Documentation | NestJS - A progressive Node.js framework," nestjs.com. [Online]. Disponible: <https://docs.nestjs.com/>. [Accedido: 10-Nov-2025].

[4] Docker Inc., "What is Docker?," [docker.com](https://www.docker.com/resources/what-container/). [Online]. Disponible: <https://www.docker.com/resources/what-container/>. [Accedido: 10-Nov-2025].

[5] R. C. Martin, Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Boston, MA, USA: Prentice Hall, 2017.

[6] R. C. Martin, "Design Principles and Design Patterns," [objectmentor.com](http://www.objectmentor.com), 2000. [Online]. Disponible: https://web.archive.org/web/20150906155800/http://www.objectmentor.com/resources/articles/Principles_and_Patterns.pdf. (Referencia original para principios SOLID).

[7] Atlassian, "Qué es Trello," [trello.com](https://trello.com/tour). [Online]. Disponible: <https://trello.com/tour> [Accedido: 10-Nov-2025].

6. Anexo: Documento de Requerimientos Iniciales

Definición del proyecto

Contexto

La Empresa Portuaria Arica es una empresa autónoma del Estado de Chile, inició sus actividades el 30 de abril de 1998. Su principal objetivo es promover la competencia en el sector, descentralizar la Empresa Portuaria de Chile y abrir los puertos estatales al sector privado. Además de acercar a la comunidad a los distintos servicios que la empresa provee.

Problema

La principal problemática radica en el bajo impacto que producen los distintos servicios de la Empresa Portuaria Arica en la comunidad local. Uno de los servicios más relevantes se encuentra en el acceso a información en tiempo real del estado del mar a través de la boya oceanográfica adquirida por la empresa, la cual no es aprovechada en su totalidad debido a la dificultad de acceso a su interfaz por medio de la página web en dispositivos móviles.

Otro servicio busca mejorar la presentación de la ciudad a los cruceristas foráneos que atracan en el puerto, promoviendo que los pasajeros visiten lugares turísticos de interés durante su estancia en la ciudad, por medio de sugerencias de restaurantes y comercios cercanos. De esta manera se impacta positivamente la economía local.

Así mismo, se deben considerar las prestaciones y gestión de espacios físicos que realiza el puerto a la comunidad por medio de dos programas: "Conozca su Puerto" y el arriendo del espacio del Centro Turístico Integral (CTI). Ambos servicios son solicitados por medio de un formulario, por lo que se busca promover su uso y aumentar las solicitudes de estos espacios. Además es necesario mejorar los canales de comunicación con los transportistas, permitiendo informar de manera más ágil a los camioneros sobre el estado del antepuerto, con el propósito de optimizar la coordinación operativa y el flujo de ingreso al recinto portuario.

Solución

La aplicación móvil “EPA Móvil” integrará en un solo espacio digital tres módulos principales. El primero entregará acceso en tiempo real a la información oceanográfica proveniente de la boyas, permitiendo conocer las condiciones del mar y alertas relevantes. El segundo módulo estará orientado a cruceristas y turistas, ofreciendo itinerarios de cruceros por temporada, junto con recomendaciones de comercios, restaurantes y lugares de interés para impulsar la economía local. Finalmente, el tercer módulo permitirá gestionar los espacios físicos del puerto, abarcando la reserva y arriendo del Centro Turístico Integral (CTI), el agendamiento del programa “Conozca su Puerto”, y la entrega de información actualizada sobre el estado del antepuerto para los transportistas. De esta manera, la aplicación mejora el acceso a la información, fortalece el vínculo entre el puerto y la comunidad, y optimiza la gestión de sus servicios.

Requisitos del sistema

1. Requisitos de Alto Nivel

ID	Descripción
RAN-01	Desarrollar una aplicación móvil multiplataforma que integre información técnica, operativa y turística del puerto de Arica
RAN-02	Implementar sistema de visualización en tiempo real de datos oceanográficos de la boyas
RAN-03	Crear plataforma de información turística para visitantes del puerto
RAN-04	Integrar actual sistema de gestión en línea para los servicios comunitarios (CTI y "Conozca su Puerto")

Tabla 7: Requisitos de Alto Nivel

2. Requisitos funcionales

a. Módulo de Datos Oceanográficos

ID	Descripción	Prioridad
RF-01	El sistema debe mostrar un dashboard con las variables clave de la boya oceanográfica	Alta
RF-02	El sistema debe generar alertas automáticas cuando haya malas condiciones marítimas	Alta
RF-03	El sistema debe mostrar el histórico de datos oceanográficos	Media
RF-04	El sistema debe generar reportes estadísticos descargables en PDF y/o CSV	Media
RF-05	El sistema debe implementar un sistema de semáforo para indicar el estado del mar (verde, amarillo, rojo)	Media
RF-06	El sistema debe funcionar sin conexión a internet mostrando datos previamente cargados	Media

Tabla 8: Requisitos Funcionales de la Boya

b. Módulo de Cruceros y Turismo

ID	Descripción	Prioridad
RF-07	El sistema debe mostrar horarios de llegada y salida de cruceros en tiempo real	Alta
RF-08	El sistema debe mostrar puntos de interés turístico y recomendaciones	Media
RF-09	El sistema debe proporcionar información de instalaciones portuarias	Media

Tabla 9: Requisitos Funcionales de Turismo

C. Módulo de Gestión Portuaria

ID	Descripción	Prioridad
RF-10	El sistema debe permitir reservas online del Centro Turístico Integral (CTI)	Alta
RF-11	El sistema debe permitir reservas online del programa "Conozca su Puerto"	Alta
RF-12	El sistema debe mostrar un catálogo visual de los espacios del Centro Turístico Integral	Media
RF-13	El sistema debe notificar el estado actual del antepuerto. Indicando si hay espacio para recibir más camiones o no.	Media

Tabla 10: Requisitos Funcionales de la Gestión Portuaria

3. Requisitos no funcionales

ID	Descripción
RnF-01	El rendimiento de la aplicación debe mantenerse estable con muchos usuarios
RnF-02	La información debe coincidir exactamente con los datos de la API de la boyas
RnF-04	Debe garantizar seguridad en el acceso a la información del sistema
RnF-05	Debe funcionar igual en dispositivos Android y iOS
RnF-06	Debe ser fácil de mantener y actualizar después del desarrollo
RnF-07	La interfaz debe ser fácil de usar y entender
RnF-08	Debe usar Firebase para gestionar notificaciones y datos
RnF-09	Debe mostrar los datos más recientes cuando se recupera la conexión

Tabla 11: Requisitos No Funcionales