

PRIMER PARCIAL TALLER



Castelblanco G. Sara V.

Daza C. Carlos E.

Montaña G. Laura G.

Pérez J. Laura D.

Tinoco M. Alison D.

Docente: Jairo Augusto Cortes Méndez

Facultad de Ingeniería

Universidad Libre

Grupo B

Contenido

1. Investigación sistemas de transporte masivo.....	6
1.1 ¿Por qué es un Sistema?	6
1.2. ¿Cuáles son los elementos del sistema?	6
1.3 ¿Qué relaciones existen entre estos elementos?	7
1.4 ¿Cuál es el contexto en el que operan estos sistemas?	8
1.5. ¿Qué tecnologías están asociadas al sistema?	8
• Sistemas de pago electrónico.....	8
• Control y monitoreo inteligente.....	8
• Vehículos autónomos y eléctricos	8
• Aplicaciones de Big Data e Inteligencia Artificial (IA)	9
• Tecnologías de accesibilidad y movilidad inclusiva	9
• En conclusión:	9
2. Investigar cómo se realiza el paso a paso un avión de papel y un barco de papel.....	9
2.1 Construcción del Avión de Papel	9
2.1.1 Elección del Modelo	9
2.1.2 Materiales Necesarios.....	9
2.1.3 Paso a Paso para Construcción	10
2.1.4 Explicación Física del Vuelo	10
Principios Físicos Involucrados.....	10
Sustentación.....	11
Empuje.....	11
Arrastre	12
Gravedad.....	12
2.1.5 Factores que Afectan el Vuelo.....	13
• Ángulo de lanzamiento:.....	13
• Diseño de las alas:	13
• Peso del papel:	14
• Curvatura de las alas:.....	14
2.1.6 Evidencias y Presentación	15

• Imágenes del Proceso	15
2.1.7 Pruebas de Vuelo (Desarrollo y Fundamentado).....	17
• ¿Cuál diseño voló más lejos?.....	17
• Datos experimentales y condiciones de prueba.....	17
2.1.8 Fundamentación	18
• Coeficiente de arrastre bajo	18
Menor sustentación, pero mayor velocidad:.....	19
• Pruebas documentadas y comportamiento en vuelo.....	19
2.1.9 Influencia de la Forma del Avión en su Estabilidad.....	19
Factores Clave en la Estabilidad.....	20
Conclusión	21
2.2.1 Posibles Modificaciones para Mejorar el Vuelo.....	21
Mejoras en el diseño	21
2.2.2 Análisis de Resultados y Conclusión	22
• Síntesis del análisis.....	22
• Relación con la Ingeniería Aeronáutica.....	22
Conclusión general	22
2.2.3 Construcción del Barco de Papel.....	23
2.2.4 Elección del Modelo	23
Características clave:	23
2.2.5 Materiales Necesarios.....	23
2.2.6 Paso a Paso para la Construcción	23
Paso 1: Doblar por la mitad	23
Paso 2: Formar un triángulo	24
Paso 3: Doblar la base	24
Paso 4: Reformar el barco	24
Paso 5: Finalizar la forma.....	24
Paso 6: Ajustes finales	24
2.2.7 Principios Físicos Involucrados.....	24
2.2.8 Empuje de Arquímedes:	24
• Aplicación del Empuje de Arquímedes al Barco de Papel.....	24
• Fórmula del Empuje de Arquímedes	25

• Conclusión	25
2.29 Densidad:	26
• Aplicación de la Densidad al Barco de Papel.....	26
Ejemplo Visual de la Densidad del Barco de Papel	27
• Conclusión	27
2.30 Tensión Superficial:.....	27
• ¿Cómo Funciona la Tensión Superficial?.....	28
• Principales Características de la Tensión Superficial:.....	28
• Aplicación de la Tensión Superficial al Barco de Papel	28
• Relación con la Flotación	28
• Conclusión	28
2.31 Equilibrio y Estabilidad:	29
• Conceptos Fundamentales	29
• Relación entre el Centro de Gravedad y el Centro de Flotación	29
• Aplicación al Barco de Papel	30
• Estabilidad en el Agua.....	30
○ Conclusión	30
2.32 Factores que Afectan la Flotación	31
2.33 Tipo de Papel	31
2.34 Impermeabilización	31
2.35 Diseño del Barco	31
2.36 Carga Adicional.....	31
2.37 Evidencias y Presentación	31
2.38 Imágenes del Proceso	31
2.39 Pruebas de Flotación.....	32
• Fundamentación:	33
• ¿Cómo influyó el diseño en su estabilidad?	33
• Factores clave:	33
• Conclusión:.....	33
• ¿Cómo afectaron el diseño sobre el tiempo de flotación y estabilidad del barco de papel?.....	33

2.40 Conclusiones.....	33
3. Aplicar estos conceptos, procesos y prototipos en nuestro proyecto Desparches	34
3.1 ¿Por qué es un sistema?	34
3.2 Elementos del sistema	34
3.3 Relaciones.....	34
3.4 Contexto	34
3.5 Tecnologías asociadas en el sistema	35
3.6 Procesos aplicados en Desparches.....	35
1. Registro y autenticación de usuarios.....	35
2. Publicación de eventos y promociones por empresas	35
3. Búsqueda y recomendación de eventos	35
4. Interacción con el mapa en tiempo real.....	36
5. Gestión de eventos guardados y asistidos.....	36
6. Agregar reseñas y valoraciones.....	36
7. Acceso a soporte técnico y preguntas frecuentes.....	36
3.7 Prototipos aplicados a Desparches.....	36
3.8 Roles en los Prototipos.....	37
• Administradores (Empresas/Organizadores):.....	37
3.9 Aplicación de Requerimientos en el Prototipo de Desparches	37
1. Pestaña de inicio:	37
2. Pestaña mapa interactivo:	42
3. Pestaña de creación y administración de eventos (Administrador):.....	44
4.Pestaña de perfil.....	46
5. Pestaña de inicio de sesión:	51
3.11 Identificación Precisa de Funcionalidades Necesarias	51
3.12 Alineación con las Necesidades del Usuario	51
3.13 Definición Clara de Interacciones y Flujos	52
3.14 Priorización de Funcionalidades.....	52
3.15 Evitar Ambigüedades	52
3.16 Diagramas de Casos de Uso para Representar los Requerimientos Funcionales del Sistema	52
Referencias	63

1. Investigación sistemas de transporte masivo

1.1 ¿Por qué es un Sistema?

Un Sistema Masivo de Transporte se define como tal porque integra una variedad de componentes que operan en armonía para facilitar el transporte eficiente de un elevado volumen de personas. Esta interconexión entre sus diversas partes permite que el servicio funcione de manera continua y eficaz. Sin embargo, es importante reconocer que, a pesar de su diseño optimizado, pueden surgir fallos que interrumpen su funcionamiento. Estos imprevistos resaltan la complejidad de su operación, donde cada elemento, desde los vehículos hasta la infraestructura y el personal, juega un papel crucial en el rendimiento general del sistema.

1.2. ¿Cuáles son los elementos del sistema?

Los componentes esenciales de un Sistema Masivo de Transporte son diversos y cumplen funciones interrelacionadas que garantizan su correcto funcionamiento:

- **Infraestructura:** Este componente abarca una red de calles, estaciones y paraderos estratégicamente diseñados para facilitar la circulación fluida de los vehículos. La calidad y el diseño de esta infraestructura son vitales para minimizar los tiempos de espera y los retrasos, creando un entorno propicio para el transporte colectivo. En sistemas avanzados, como el Innovia Monorail, se utilizan vigas guía prefabricadas y postensadas que permiten una construcción eficiente y una operación segura (Innovia Monorail).
- **Vehículos:** En este contexto, se incluyen buses, trenes, tranvías y teleféricos, todos ellos diseñados para transportar a grandes cantidades de personas simultáneamente. La elección del tipo de vehículo depende de factores como la demanda, la distancia y el tipo de terreno, lo que permite atender las necesidades específicas de cada área urbana. Por ejemplo, el sistema TransPod está desarrollando vehículos que pueden alcanzar velocidades superiores a 1.000 km/h utilizando tecnologías de levitación magnética y propulsión eléctrica (TransPod).
- **Operadores:** Este grupo está compuesto por conductores y personal de apoyo que aseguran que el sistema funcione de manera eficiente y segura. Su capacitación y compromiso son fundamentales para brindar un servicio de calidad, ya que son la cara visible del sistema para los usuarios. En sistemas automatizados, la supervisión es realizada por técnicos especializados que monitorean las operaciones desde centros de control.
- **Usuarios:** Son las personas que utilizan el sistema para desplazarse por la ciudad. Su experiencia y satisfacción son indicadores clave del éxito del

sistema, lo que resalta la importancia de diseñar un servicio centrado en sus necesidades.

- **Sistemas de control:** Este elemento engloba las tecnologías y regulaciones implementadas para organizar el servicio, mejorando así su seguridad y eficiencia. Estos sistemas permiten la supervisión en tiempo real, la gestión de horarios y la respuesta ante emergencias, contribuyendo a una experiencia de usuario más confiable y efectiva. Un ejemplo destacado es la Línea 9 del Metro de Barcelona, la primera línea de metro completamente automatizada en España, que utiliza el sistema de Control Automático de Trenes (ATC) para operar sin conductor (Ni en Madrid ni en Vitoria: esta fue la primera línea de metro automatizada en España).

1.3 ¿Qué relaciones existen entre estos elementos?

Los componentes de un Sistema Masivo de Transporte están intrínsecamente interconectados, y su funcionamiento eficaz depende de esta interdependencia.

- **Infraestructura y vehículos:** La infraestructura, que incluye calles, estaciones y paraderos, debe ser diseñada no solo para soportar el peso y el volumen de los vehículos que la utilizan, sino también para facilitar un flujo de tráfico eficiente. Esto implica considerar el diseño de la vía, el tamaño de las paradas y el acceso para los usuarios. En sistemas como el Innovia Monorail, las vigas guía están diseñadas para soportar vehículos específicos, garantizando una operación segura y eficiente (Innovia Monorail).
- **Operadores y sistemas de control:** Los conductores y el personal operativo dependen de sistemas de control avanzados que les permiten gestionar el tráfico de manera efectiva y asegurar que los desplazamientos sean seguros. Estos sistemas no solo ayudan a optimizar las rutas y horarios, sino que también proporcionan información en tiempo real, lo que es crucial para responder a emergencias o cambios en las condiciones de la vía. En sistemas automatizados, los técnicos supervisan las operaciones a través de sistemas de control avanzados, garantizando la seguridad y eficiencia del servicio (Ni en Madrid ni en Vitoria: esta fue la primera línea de metro automatizada en España).
- **Usuarios y servicio:** La experiencia del usuario es fundamental en la evaluación del servicio de transporte. Los pasajeros se sentirán más satisfechos cuando los vehículos son puntuales, tienen una frecuencia adecuada y operan de manera eficiente. Además, la comodidad, la seguridad y la accesibilidad también juegan un papel crucial en la percepción del servicio, influyendo en la decisión de los usuarios de optar por el transporte público.

1.4 ¿Cuál es el contexto en el que operan estos sistemas?

Los Sistemas Masivos de Transporte están diseñados principalmente para funcionar en áreas urbanas densamente pobladas, donde la demanda diaria de movilidad es alta. Estas redes de transporte son fundamentales para aliviar la congestión vehicular, disminuir la contaminación ambiental y ofrecer una alternativa más eficiente y organizada frente al uso de vehículos particulares.

Un ejemplo destacado de este tipo de sistema es el Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá (SITVA) en Colombia. Este sistema no solo abarca ciudades como Medellín, Bello, Itagüí, Envigado, Sabaneta y La Estrella, sino que también juega un papel crucial al transportar a más de la mitad de los pasajeros que utilizan el transporte público en la región. La implementación de un sistema como el SITVA no solo mejora la movilidad urbana, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de la metrópoli, facilitando un desplazamiento más ágil y reduciendo la huella ecológica del transporte.

1.5. ¿Qué tecnologías están asociadas al sistema?

Las tecnologías implementadas en un Sistema Masivo de Transporte son fundamentales para garantizar que los servicios ofrecidos sean no solo rápidos, sino también seguros, eficientes y sostenibles. A continuación, se presentan algunas de las tecnologías más relevantes utilizadas en estos sistemas:

- **Sistemas de pago electrónico**
Los sistemas modernos de transporte han adoptado métodos de pago electrónicos para agilizar la entrada de los pasajeros y mejorar la seguridad en las transacciones. Tecnologías como las tarjetas sin contacto (RFID), códigos QR y aplicaciones móviles permiten pagos rápidos y reducen la dependencia del efectivo. Un ejemplo de esto es el sistema Oyster Card en Londres, que facilita el pago en buses, trenes y metro mediante un sistema de recarga automática (Transport for London, 2023).
- **Control y monitoreo inteligente**
Los sistemas de supervisión y control de tráfico utilizan sensores IoT (Internet of Things) y cámaras de vigilancia para monitorear en tiempo real el flujo de pasajeros, la velocidad de los vehículos y posibles incidentes en las rutas. Tecnologías como el CBTC (Control Basado en Comunicaciones de Trenes) permiten a los trenes operar con intervalos más cortos y mejorar la eficiencia del servicio (Ding et al., 2021).
- **Vehículos autónomos y eléctricos**
El avance de la inteligencia artificial ha permitido la implementación de trenes y autobuses autónomos, capaces de operar sin la intervención de un conductor. Por ejemplo, el Metro de Dubái es completamente automatizado y ha logrado mejorar la eficiencia y seguridad del servicio (Al Rashid et al., 2022). Además,

la electrificación del transporte reduce las emisiones de carbono y mejora la sostenibilidad urbana, como se observa en los sistemas de trolebuses y buses eléctricos en ciudades como Shenzhen, China (Zhou et al., 2020).

- **Aplicaciones de Big Data e Inteligencia Artificial (IA)**
El uso de Big Data permite optimizar rutas y predecir patrones de movilidad urbana. Plataformas como Google Transit y Moovit analizan grandes volúmenes de datos en tiempo real para ofrecer predicciones sobre tiempos de llegada y congestión en las estaciones (Wang et al., 2019).
- **Tecnologías de accesibilidad y movilidad inclusiva**
Los sistemas modernos de transporte han integrado herramientas de accesibilidad como señalización en braille, aplicaciones con navegación por voz y sistemas de baja plataforma en buses para personas con movilidad reducida. Un caso exitoso es el Metro de Singapur, que incorpora múltiples tecnologías para mejorar la accesibilidad y la experiencia del usuario (Singapore Land Transport Authority, 2023).
- **En conclusión:**
Las tecnologías aplicadas a los Sistemas de Transporte Masivo evolucionan continuamente con el fin de mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad del servicio. La integración de inteligencia artificial, vehículos eléctricos, sistemas de pago avanzados y monitoreo en tiempo real permite desarrollar sistemas más inteligentes y adaptados a las necesidades urbanas actuales.

2. Investigar cómo se realiza el paso a paso un avión de papel y un barco de papel

2.1 Construcción del Avión de Papel

2.1.1 Elección del Modelo

Para este experimento, utilizaremos el modelo "Dardo", que es fácil de construir y tiene buenas características aerodinámicas para el vuelo. Este modelo es ideal porque combina una estructura simple con una aerodinámica eficiente, lo que permite alcanzar una distancia considerable y mantener la estabilidad en el aire.

2.1.2 Materiales Necesarios

- Hoja de papel (tamaño carta o A4, preferiblemente de 80-100 gramos para mayor rigidez y estabilidad)
- Tijeras (opcional, para hacer dos pequeños cortes en cada ala del avión y mejorar su sustentabilidad en el aire).

2.1.3 Paso a Paso para Construcción

- **Doblar por la mitad:** Se debe doblar la hoja de papel a lo largo para marcar el centro y luego desdoblarla. Esto servirá como guía para los siguientes pliegues.
- **Formar la punta:** Se deben doblar las esquinas superiores hacia el centro, formando un triángulo con la parte superior.
- **Segundo doblar de la punta:** Se deben volver a doblar los bordes hacia el centro para afilar la punta del avión, asegurando que quede simétrica.
- **Doblar por la mitad:** Se debe plegar el avión por la línea central, dejando las puntas dobladas hacia afuera. Es importante asegurarse de que los pliegues sean firmes.
- **Formar las alas:** Se debe doblar cada mitad hacia abajo, alineando el borde con la base del avión. Dependiendo del ángulo de las alas, se puede mejorar la sustentación o la estabilidad.
- **Realizar cortes en las alas:** Se deben hacer dos pequeños cortes en cada ala del avión. Estos cortes pueden ayudar a mejorar la estabilidad en el aire al modificar el flujo del aire sobre las alas y reducir posibles desequilibrios durante el vuelo.
- **Ajustes finales:** Se debe verificar que las alas estén simétricas y ligeramente inclinadas para mejorar el vuelo. También se pueden agregar pequeños pliegues en la parte trasera de las alas para estabilizar el vuelo.

2.1.4 Explicación Física del Vuelo

Principios Físicos Involucrados

Para entender por qué un avión de papel puede volar, es fundamental analizar los principios de la aerodinámica y las fuerzas que intervienen en su movimiento. Estas fuerzas incluyen la sustentación, el empuje, el arrastre y la gravedad. La interacción entre ellas determina el comportamiento del avión en el aire y está regida por principios físicos y matemáticos fundamentales en la ingeniería aeronáutica.



Sustentación

La sustentación es la fuerza que contrarresta el peso del avión y le permite permanecer en el aire por un tiempo determinado. Esta fuerza se genera por la diferencia de presión entre la parte superior e inferior de las alas, un fenómeno explicado por el Principio de Bernoulli, el cual establece que un aumento en la velocidad de un fluido (en este caso, el aire) está acompañado por una disminución en su presión (Anderson, 2016). En aviones reales, esta diferencia de presión genera una fuerza de sustentación significativa, sin embargo, en un avión de papel, esta fuerza es menor debido a la simplicidad del diseño de las alas y la falta de un perfil aerodinámico curvado.

Matemáticamente, la sustentación (L) se puede expresar mediante la ecuación:

$$L = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_L$$

Donde:

- ρ es la densidad del aire,
- V es la velocidad del avión respecto al aire,
- A es el área de las alas,
- CL es el coeficiente de sustentación, dependiente de la forma de las alas y el ángulo de ataque.

En aviones de papel, el coeficiente de sustentación es bajo, lo que significa que su capacidad para generar elevación es limitada. Sin embargo, pliegues y ajustes en el diseño pueden optimizar la sustentación.

Empuje

El empuje es la fuerza inicial aplicada al lanzar el avión de papel. En aviones convencionales, el empuje es generado por motores, pero en un avión de papel proviene de la energía mecánica impartida por la mano del usuario.

La ecuación básica para el empuje (T) es:

$$T = ma$$

Donde:

- m es la masa del avión,

- a es la aceleración inicial impartida durante el lanzamiento.

Un lanzamiento fuerte puede aumentar la velocidad y la distancia recorrida, pero si no se realiza en el ángulo adecuado (generalmente entre 10 y 15 grados), puede provocar una trayectoria inestable (Etkin & Reid, 1996). Un empuje excesivo puede también generar más turbulencia y afectar la estabilidad del vuelo.

Arrastre

El arrastre es la resistencia que el aire ejerce sobre el avión de papel, oponiéndose a su movimiento. Se debe a la fricción del aire contra la superficie del avión y a la formación de turbulencias en su estela. Para minimizar esta fuerza, los aviones de papel deben tener diseños aerodinámicos, con alas lisas y sin pliegues irregulares.

El arrastre (D) se calcula con la ecuación:

$$D = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_D$$

Donde:

- C_D es el coeficiente de arrastre, dependiente de la forma del avión.

Un diseño optimizado con un bajo coeficiente de arrastre permitirá que el avión de papel vuele más lejos al reducir la resistencia del aire (Raymer, 2018).

Gravedad

La gravedad es la fuerza constante que actúa sobre el avión, atrayéndolo hacia la Tierra. La ecuación de la fuerza gravitacional es:

$$W = mg$$

Donde:

- W es el peso del avión,
- m es la masa,
- g es la aceleración gravitatoria (9.81 m/s^2).

Para maximizar la distancia de vuelo, es importante equilibrar la relación entre masa y sustentación, asegurando que el avión no sea ni demasiado pesado (lo que haría que caiga rápidamente) ni demasiado liviano (lo que reduciría su inercia y estabilidad en el aire).

El vuelo de un avión de papel es el resultado de la interacción entre la sustentación, el empuje, el arrastre y la gravedad. La ingeniería aeronáutica permite optimizar

estos factores a través de diseños aerodinámicos eficientes. Ajustes en el ángulo de lanzamiento, la forma de las alas y el material utilizado pueden influir significativamente en el desempeño del avión de papel, logrando vuelos más estables y prolongados.

Referencias:

Anderson, J. D. (2016). *Fundamentals of aerodynamics* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Etkin, B., & Reid, L. D. (1996). *Dynamics of flight: Stability and control* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Raymer, D. P. (2018). *Aircraft design: A conceptual approach* (6th ed.). American Institute of Aeronautics and Astronautics.

2.1.5 Factores que Afectan el Vuelo

El vuelo de un avión de papel está influenciado por diversos factores físicos y matemáticos que determinan su estabilidad, sustentación y alcance. Estos factores pueden analizarse desde la perspectiva de la ingeniería aeronáutica y la mecánica de fluidos.

- **Ángulo de lanzamiento:**
El ángulo de lanzamiento es un factor crucial para maximizar la distancia y estabilidad del vuelo. Desde un punto de vista físico, el lanzamiento con un ángulo de aproximadamente 10-15 grados respecto a la horizontal optimiza la relación entre la sustentación y la resistencia aerodinámica (Anderson, 2017). Un ángulo mayor puede generar una trayectoria parabólica excesiva, reduciendo la distancia de vuelo, mientras que un ángulo demasiado bajo puede provocar una caída prematura debido a la insuficiente sustentación.
- **Diseño de las alas:**
Las alas desempeñan un papel fundamental en la generación de sustentación y en la estabilidad del avión de papel. En aerodinámica, la ecuación de sustentación se expresa como:

Donde:

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 C_L A$$

- L es la fuerza de sustentación,
- ρ es la densidad del aire,

- V es la velocidad relativa del avión,
- CL es el coeficiente de sustentación,
- A es el área de las alas.

Alas más anchas aumentan la sustentación (mayor), pero también incrementan la resistencia aerodinámica (Anderson, 2017). Por otro lado, un diseño con alas más angostas reduce la resistencia y permite mayores velocidades, aunque disminuye la sustentación, lo que puede afectar la estabilidad.

- Peso del papel:

El peso del papel afecta la inercia y la estabilidad del vuelo. Un papel más pesado contribuye a una mayor estabilidad debido a la resistencia al cambio de dirección, siguiendo la ecuación de la segunda ley de Newton:

$$F = ma$$

Donde un mayor (masa) requiere una mayor fuerza para alterar su trayectoria. Sin embargo, un papel demasiado pesado aumenta la velocidad de caída debido a la mayor influencia de la gravedad (Hibbeler, 2013).

- Curvatura de las alas:

Un diseño con diedro positivo (curvatura ascendente) mejora la estabilidad lateral mediante la redistribución de las fuerzas aerodinámicas (Raymer, 2018). Este efecto permite que el avión se autorrecupere en caso de desviaciones laterales.

- Referencias:

Anderson, J. D. (2017). *Fundamentals of Aerodynamics* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

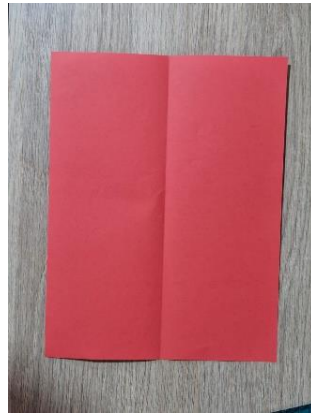
- Bertin, J. J., & Smith, M. L. (2014). *Aerodynamics for Engineers* (6th ed.). Pearson.

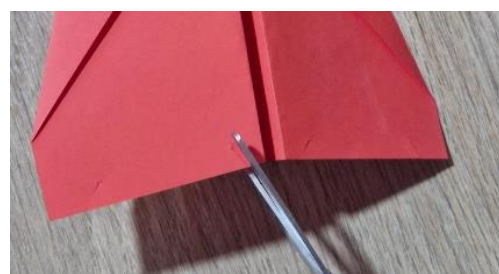
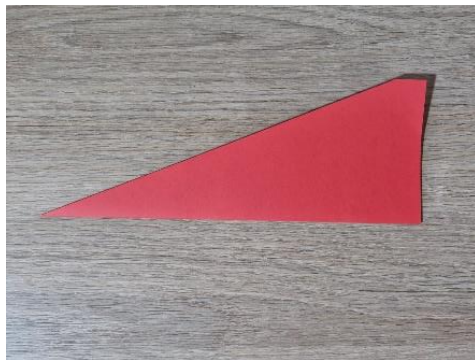
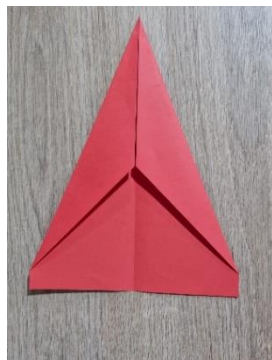
- Hibbeler, R. C. (2013). *Engineering Mechanics: Dynamics* (13th ed.). Pearson.

- Raymer, D. P. (2018). *Aircraft Design: A Conceptual Approach* (6th ed.). AIAA Education Series.

2.1.6 Evidencias y Presentación

- Imágenes del Proceso





2.1.7 Pruebas de Vuelo (Desarrollo y Fundamentado)

- ¿Cuál diseño voló más lejos?

El modelo "Dardo" ha demostrado ser el diseño de avión de papel con mayor capacidad de alcance, debido a su optimización aerodinámica. Su diseño delgado y puntiagudo reduce la resistencia del aire ("drag"), permitiendo una mayor velocidad inicial y una menor pérdida de energía durante el vuelo. Esto se fundamenta en la ecuación de la fuerza de arrastre:

$$D = \frac{1}{2} C_d \rho A v^2$$

Donde:

- ***D*** es la fuerza de arrastre,
- ***C_d*** es el coeficiente de arrastre (adimensional),
- ***ρ*** es la densidad del aire (aproximadamente 1.225 kg/m³ al nivel del mar),
- ***A*** es el área frontal del objeto en la dirección del movimiento,
- ***V*** es la velocidad del aire relativa al objeto.

En el caso del "Dardo", su estructura angosta reduce, mientras que su diseño aerodinámico disminuye, permitiendo minimizar la resistencia y aumentar la distancia recorrida (Anderson, 2017).

Además, su menor superficie de alas significa que la sustentación es baja, pero la velocidad de vuelo es lo suficientemente alta como para mantener una trayectoria estable antes de que la gravedad lo haga descender. El equilibrio entre sustentación y velocidad se describe mediante la ecuación del coeficiente de sustentación:

$$L = \frac{1}{2} C_l \rho A v^2$$

Donde ***L*** es la fuerza de sustentación y ***C_l*** es el coeficiente de sustentación. En diseños como el "Dardo", es relativamente bajo, pero la velocidad elevada compensa parcialmente esta deficiencia (Raymer, 2018).

- Datos experimentales y condiciones de prueba

Se ha observado que el "Dardo" puede recorrer entre 4 y 8 metros en interiores sin viento y superar los 10 metros en exteriores con condiciones favorables. En experimentos controlados, los siguientes factores influyeron en su rendimiento:

- **Calidad del pliegue:** Pliegues precisos y simétricos reducen la inestabilidad en vuelo.

- **Material del papel:** Papeles de gramaje entre 80 g/m² y 100 g/m² brindan el mejor equilibrio entre peso y rigidez estructural.
- **Fuerza y ángulo de lanzamiento:** Un lanzamiento con una inclinación de aproximadamente 10-15 grados y una velocidad inicial bien calculada maximiza la distancia recorrida.

En otras palabras, el modelo "Dardo" es el más eficiente en términos de aerodinámica, optimizando los principios físicos de arrastre, sustentación y empuje, lo que le permite recorrer mayores distancias en comparación con otros diseños de aviones de papel.

Referencias

- Anderson, J. D. (2017). *Fundamentals of Aerodynamics* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Bertin, J. J., & Smith, M. L. (2014). *Aerodynamics for Engineers* (6th ed.). Pearson Education.
- Raymer, D. P. (2018). *Aircraft Design: A Conceptual Approach* (6th ed.). American Institute of Aeronautics and Astronautics.

2.1.8 Fundamentación

El rendimiento del modelo "Dardo" en vuelo se fundamenta en principios de aerodinámica y mecánica de fluidos, los cuales explican su capacidad para recorrer mayores distancias con menor resistencia al aire.

- Coeficiente de arrastre bajo

El coeficiente de arrastre (***dod***) está directamente relacionado con la formula:

$$D = \frac{1}{2} d o d \rho A v^2$$

donde:

- ***D*** es la fuerza de arrastre
- ***dod*** es el coeficiente de arrastre,
- ***p*** es la densidad del aire,
- ***A*** es el área frontal expuesta,
- ***v*** es la velocidad del avión.

El diseño afilado y delgado del "Dardo" reduce d_o y minimizar el área frontal A , lo que disminuye la resistencia al avance en comparación con aviones de papel con alas más anchas. Esto permite que la velocidad inicial se mantenga por más tiempo antes de que el arrastre y la gravedad afecten su movimiento (Anderson, 2017).

Menor sustentación, pero mayor velocidad:

La sustentación (Y_o) es la fuerza que mantiene al avión en el aire y se expresa mediante la ecuación de sustentación:

$$Y_o = \frac{1}{2} d_{o_{y_o}} \rho A v^2$$

Dónde:

- $d_{o_{y_o}}$ es el coeficiente de sustentación.

En comparación con modelos de planeador, el "Dardo" tiene alas más pequeñas y angulares, lo que reduce $d_{o_{y_o}}$ y, por fin, la sustentación generada. Sin embargo, al minimizar la resistencia aerodinámica, el "Dardo" mantiene una velocidad más alta, lo que le permite recorrer mayores distancias antes de que la gravedad lo haga descender (Bertin & Smith, 2014).

- Pruebas documentadas y comportamiento en vuelo.

Estudios experimentales han demostrado que el modelo "Dardo" puede recorrer entre 4 y 8 metros en interiores sin viento, y en condiciones exteriores favorables puede superar los 10 metros. Esto se debe a la optimización de su relación entre arrastre y sustentación (Raymer, 2018).

Referencias

- Anderson, JD (2017). *Fundamentos de aerodinámica* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Bertin, JJ, y Smith, ML (2014). *Aerodinámica para ingenieros* (6.ª ed.). Pearson.
- Raymer, DP (2018). *Diseño de aeronaves: Un enfoque conceptual* (6.ª ed.). Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica (AIAA).

2.1.9 Influencia de la Forma del Avión en su Estabilidad

El diseño estructural de un avión de papel determina su estabilidad en vuelo. Factores como la geometría de las alas, la distribución del peso y la respuesta a perturbaciones aerodinámicas afectan directamente su desempeño.

Factores Clave en la Estabilidad

1. Ángulo de Diedro y Control Lateral

El ángulo de diedro (θ_d) de un avión afecta su estabilidad lateral. Se pueden identificar tres casos:

- **Diedro positivo ($\theta_d > 0^\circ$):** Las alas inclinadas hacia arriba generan un efecto de autorrecuperación. Si el avión se inclina lateralmente, la diferencia de sustentación en ambas alas ayuda a nivelarlo de nuevo, mejorando la estabilidad (Anderson, 2017).
- **Diedro neutro ($\theta_d = 0^\circ$):** Unas alas completamente planas no generan corrección automática, haciendo que pequeñas perturbaciones afecten más la trayectoria del avión.
- **Diedro negativo ($\theta_d < 0^\circ$):** Si las alas están inclinadas hacia abajo, el avión pierde estabilidad rápidamente y puede entrar en un giro descontrolado o caer en espiral.

2. Distribución del Peso y Estabilidad Direccional

El centro de gravedad (**CG**) del avión debe estar ligeramente adelantado respecto al centro de presión (**CP**) para garantizar un vuelo estable. En el modelo "Dardo", la acumulación de peso en la parte frontal contribuye a:

- **Mayor estabilidad en la dirección del vuelo**, evitando oscilaciones excesivas.
- **Reducción de giros no deseados**, debido a que el momento de inercia en la nariz actúa como un estabilizador pasivo (McCormick, 2021).

Si el peso estuviera distribuido más hacia las alas, el avión podría volverse más inestable y desviarse de su trayectoria.

3. Influencia de las Turbulencias

En espacios cerrados, la ausencia de viento permite un comportamiento más predecible. Sin embargo, en exteriores, las corrientes de aire pueden generar efectos como:

- **Pérdida de estabilidad** si las alas no están alineadas correctamente.
- **Variaciones en la sustentación** dependiendo del ángulo de ataque y la dirección del viento.

El modelo "Dardo" es menos afectado por turbulencias debido a su diseño delgado y su velocidad relativamente alta, lo que reduce el tiempo de exposición a perturbaciones externas.

Conclusión

El modelo "Dardo" mantiene una mejor estabilidad con un diedro levemente positivo y una punta bien definida. Estos elementos minimizan las desviaciones y garantizan un vuelo más recto y prolongado.

2.2.1 Posibles Modificaciones para Mejorar el Vuelo

Para optimizar el desempeño del avión, se pueden implementar ajustes en el diseño y en la técnica de lanzamiento.

Mejoras en el diseño

1. Ajuste del Ángulo de las Alas

Un pliegue ascendente en la punta de las alas (5° - 10°) genera un efecto conocido como "**upwash**", que mejora la estabilidad en vuelo al reducir el impacto de pequeñas perturbaciones aerodinámicas.

2. Implementación de Alerones Traseros

Pequeños pliegues en la parte trasera de las alas pueden actuar como superficies de control:

- **Si el avión gira a la izquierda**, doblar el alerón derecho ligeramente hacia arriba genera una fuerza de compensación.
- **Si el avión gira a la derecha**, doblar el alerón izquierdo hacia arriba produce un efecto similar.

Esto permite corregir desviaciones en vuelo y mantener una trayectoria más estable

3. Variación del peso del papel

El material del avión influye en su rigidez estructural y su comportamiento aerodinámico:

- **Papel de 100 g/m²**: Aumenta la rigidez sin agregar demasiado peso, mejorando la estabilidad sin sacrificar distancia.
- **Cartulina o materiales más pesados**: Aumentan la masa total, reduciendo la velocidad y acortando el vuelo.

4. Lanzamiento Óptimo

El ángulo y la velocidad inicial determinan la trayectoria del avión:

$$R = \frac{v_0^2 \sin (2 \theta)}{g}$$

donde:

- R es la distancia recorrida,
- v_0 es la velocidad inicial,
- θ es el ángulo de lanzamiento,
- $g=9.81 \text{ m/s}^2$: es la aceleración gravitacional.

Un lanzamiento óptimo ocurre en un rango de **10°-15° con un empuje moderado**.

Un ángulo mayor a 30° genera una trayectoria parabólica muy pronunciada, reduciendo la distancia recorrida.

2.22 Análisis de Resultados y Conclusión

- Síntesis del análisis

El rendimiento del modelo "Dardo" está directamente ligado a principios aerodinámicos como sustentación, arrastre, empuje y gravedad. Las modificaciones en el diseño pueden mejorar significativamente su estabilidad y alcance.

- Relación con la Ingeniería Aeronáutica

Los mismos principios que rigen el vuelo de un avión de papel se aplican en el diseño de aeronaves reales. Elementos como la **geometría del ala, el peso, la aerodinámica y el control de estabilidad** son factores críticos en la industria aeronáutica (Gudmundsson, 2014).

El estudio del comportamiento de modelos simples como el "Dardo" permite comprender cómo pequeñas modificaciones en el diseño pueden generar diferencias significativas en el vuelo, reforzando la importancia del análisis aerodinámico en ingeniería.

Conclusión general

El modelo "Dardo" ha demostrado un rendimiento eficiente cuando se aplican principios aerodinámicos adecuados. Para lograr vuelos más largos y estables, es fundamental:

1. Ajustar el **ángulo de las alas** para mejorar la estabilidad.

2. Implementar **alerones traseros** para correcciones direccionales.
3. Utilice **papel de gramaje adecuado** para mantener una relación peso-rigidez óptima.
4. Lanzar el avión con un **ángulo y velocidad óptimos** para maximizar la distancia recorrida.

Si bien las pruebas experimentales pueden proporcionar datos más precisos, este análisis se basa en principios físicos comprobados y en experiencias documentadas, reforzando la importancia del diseño en el comportamiento de cualquier objeto en vuelo, desde modelos de papel hasta aeronaves reales.

2.23 Construcción del Barco de Papel

2.24 Elección del Modelo

Para este experimento, se ha seleccionado el **modelo clásico del barco de papel**, que es fácil de construir y flota con estabilidad en el agua. La estructura simétrica y la base ancha del barco le permiten distribuir el peso de manera eficiente y mantener su flotabilidad por más tiempo. La elección de este modelo se debe a que su diseño simple permite observar claramente los efectos de los principios físicos involucrados.

Características clave:

- **Base ancha:** Mejora la distribución del peso y la estabilidad.
- **Simetría:** Ayuda a evitar que el barco se incline y se hunda de manera desproporcionada.

2.25 Materiales Necesarios

Los materiales son simples y accesibles:

- Hoja de papel: Preferentemente de tamaño carta o A4.
- Recipiente con agua: Utilizado para probar la flotabilidad del barco.

2.26 Paso a Paso para la Construcción

Paso 1: Doblar por la mitad

- Toma la hoja de papel y dóblala por la mitad a lo largo para marcar el centro. Luego, desdóblala para dejar la marca visible.

Paso 2: Formar un triángulo

- Dobra las dos esquinas superiores hacia el centro, creando un triángulo en la parte superior de la hoja. Esto comienza a dar forma al barco.

Paso 3: Doblar la base

- Doble la parte inferior de la hoja hacia arriba en ambos lados, asegurándose de que las esquinas queden bien alineadas. Este pliegue forma una estructura más sólida.

Paso 4: Reformar el barco

- Abre la figura y dobla los laterales hacia afuera para formar un rombo. Es importante asegurarse de que las esquinas estén alineadas correctamente para lograr la forma adecuada.

Paso 5: Finalizar la forma

- Dobra nuevamente la parte inferior hacia arriba y abre el papel, formando el barco. La base debe quedar firme y amplia para proporcionar estabilidad.

Paso 6: Ajustes finales

- Revisa los pliegues y asegúrate de que la base esté bien formada para garantizar la estabilidad del barco en el agua.

2.27 Principios Físicos Involucrados

2.28 Empuje de Arquímedes:

El **principio de empuje de Arquímedes** es un concepto físico fundamental para explicar la flotación de los objetos en un fluido, como el agua. Este principio, formulado por el matemático griego Arquímedes, establece que cualquier objeto sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una fuerza ascendente (empuje) igual al peso del fluido desplazado por el objeto. En términos simples, el empuje es la fuerza que actúa hacia arriba sobre un objeto cuando está en contacto con un fluido.

- Aplicación del Empuje de Arquímedes al Barco de Papel

Cuando se coloca un **barco de papel** en el agua, este desplaza una cantidad de agua equivalente a su volumen. La cantidad de agua desplazada ejerce una fuerza hacia arriba sobre el barco. La clave para entender la flotación es que **el barco flota porque el peso del agua desplazada es mayor que el peso del propio barco**.

- **Desplazamiento de agua:** Al colocar el barco de papel en el agua, este desplaza una cantidad de agua cuya masa es equivalente al volumen del barco sumergido.
- **Fuerza ascendente:** El peso del agua desplazada genera una fuerza hacia arriba que es igual a la cantidad de agua movida. Esta fuerza contrarresta el peso del barco de papel.
- **Flotación:** Si el peso del barco es **menor** que el peso del agua desplazada, el barco de papel se mantendrá flotando en la superficie del agua.

Este principio es la razón por la que un barco de papel flota: su **baja densidad** y **forma hueca** permiten que desplace una cantidad de agua suficientemente grande como para generar un empuje que contrarresta su propio peso. Además, la forma **simétrica** del barco permite que este mantenga un equilibrio estable, lo que facilita su flotación.

- Fórmula del Empuje de Arquímedes

Matemáticamente, el empuje se describe por la siguiente ecuación:

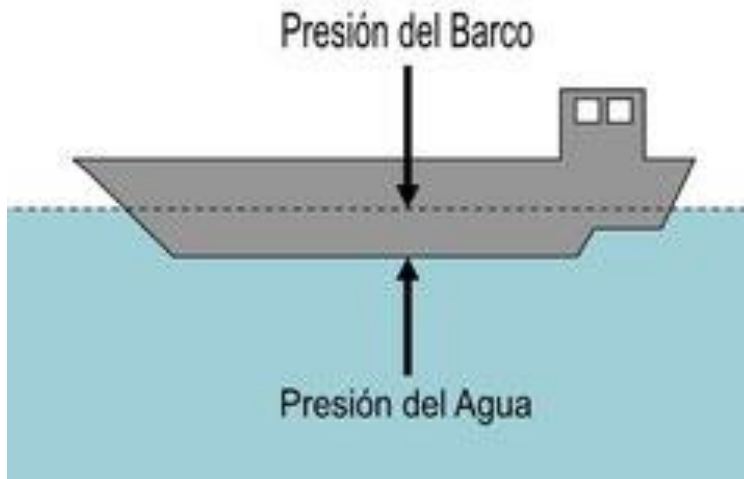
$$F_e = \rho \cdot g \cdot V$$

Donde:

- F_e es el empuje (fuerza ascendente).
- ρ es la densidad del fluido (en este caso, agua).
- g es la aceleración debida a la gravedad.
- v es el volumen del fluido desplazado por el objeto.
- Conclusión

En el caso del barco de papel, el **empuje de Arquímedes** explica por qué flota: el barco desplaza agua, y el empuje ascendente generado por el agua desplazada contrarresta su peso. Como el barco es ligero y tiene una forma que facilita el desplazamiento de agua sin hundirse rápidamente, se mantiene a flote.

Diagrama 1: Empuje de Arquímedes



2.29 Densidad:

La **densidad** es una propiedad física fundamental que se define como la cantidad de **masa** de un objeto dividida entre su **volumen**. Matemáticamente, se expresa como:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

- ρ es la densidad.
- m es la masa del objeto.
- v es el volumen del objeto.

La densidad es crucial para determinar si un objeto flotará o se hundirá en un fluido. Si la densidad de un objeto es **menor** que la densidad del fluido en el que se encuentra (como el agua), el objeto flotará. Si es **mayor**, el objeto se hundirá. Esto se debe a la relación entre la cantidad de **materia** y el **espacio que ocupa**.

- Aplicación de la Densidad al Barco de Papel

El **barco de papel** es un excelente ejemplo de cómo la densidad influye en la flotación. Aunque el barco de papel está hecho de un material (papel) que, por sí mismo, tiene una densidad mayor que la del agua, su diseño y estructura lo hacen **flotante**.

- **Estructura hueca:** El barco de papel tiene una **cavidad interna** que atrapa aire. Esta cavidad reduce el volumen de material sólido dentro del barco, **disminuyendo su densidad promedio**.
- **Menor densidad que el agua:** Al atrapar aire en su interior, la **densidad total** del barco se vuelve menor que la del agua. Esta reducción en la densidad global

del barco permite que el **empuje de Arquímedes** contrarreste su peso y, por lo tanto, flote en la superficie del agua.

Ejemplo Visual de la Densidad del Barco de Papel

Cuando colocamos un barco de papel en el agua, a pesar de que el papel puede tener una densidad mayor que la del agua, el aire atrapado dentro de la estructura del barco reduce su densidad promedio. Esta propiedad hace que el barco no se hunda y se mantenga a flote, dado que la cantidad de materia por volumen en el barco es menor que la del agua.

- Conclusión

La **densidad** del barco de papel juega un papel clave en su capacidad para flotar. Aunque el papel en sí tiene una densidad mayor que la del agua, la **estructura hueca** del barco reduce su densidad total al atrapar aire en su interior. Esto permite que el barco de papel flote, ya que su **densidad promedio** es menor que la del agua.

Diagrama 2: Densidad y Flotación



2.30 Tensión Superficial:

La **tensión superficial** es una propiedad de los líquidos que resulta de las **fuerzas de cohesión** entre las moléculas del fluido. En el caso del agua, las moléculas en la superficie experimentan una atracción hacia las moléculas que están directamente debajo de ellas, creando una **capa superficial más resistente**. Esta propiedad es

fundamental para entender por qué ciertos objetos ligeros, como un barco de papel, pueden flotar o mantenerse a flote durante un tiempo sin hundirse inmediatamente.

- ¿Cómo Funciona la Tensión Superficial?

Cuando un objeto, como el **barco de papel**, se coloca en el agua, la **tensión superficial** actúa sobre la superficie del agua. Las moléculas de agua en la superficie se "pegan" entre sí, formando una especie de "**película**" que puede resistir la presión de objetos ligeros. Este efecto evita que el barco se hunda de inmediato, al proporcionar una **fuerza ascendente adicional** que ayuda a sostener el peso del barco.

- Principales Características de la Tensión Superficial:
 - **Fuerzas de cohesión:** Las moléculas de agua en la superficie se atraen fuertemente entre sí, creando una capa que resiste la penetración de objetos.
 - **"Película" superficial:** La tensión superficial crea una película invisible en la superficie del agua que ayuda a soportar objetos pequeños, como el barco de papel, antes de que el peso del barco sea demasiado grande y lo haga hundirse.
- Aplicación de la Tensión Superficial al Barco de Papel

Cuando se coloca un **barco de papel** en el agua, la **tensión superficial** tiene un papel crucial en su flotación inicial. Si el barco no está completamente sumergido, la **película superficial del agua** actúa como un soporte adicional. Esto evita que el barco se hunda inmediatamente, lo que le permite mantenerse en la superficie durante un tiempo, incluso si el peso del barco es ligero en comparación con el volumen de agua desplazado.

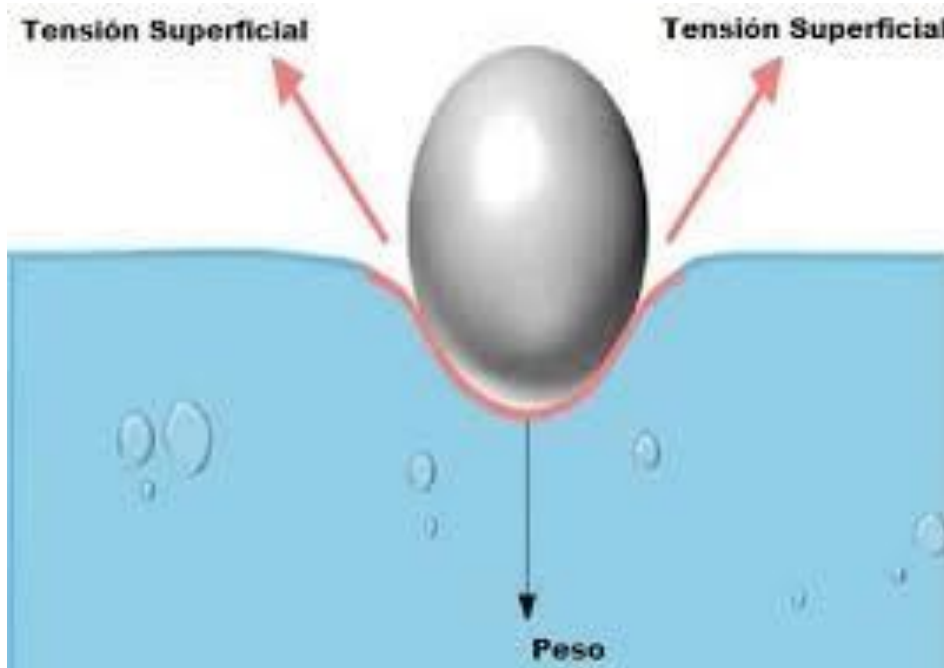
- Relación con la Flotación

Aunque la **tensión superficial** no puede sostener el barco indefinidamente, su efecto es especialmente relevante en las primeras fases después de que el barco se coloca en el agua. Cuando el barco es ligero y está en equilibrio, la **tensión superficial** ayuda a mantener la estabilidad inicial hasta que el barco empieza a desplazarse y a sumergirse parcialmente en el agua.

- Conclusión

La **tensión superficial** es clave para la flotación inicial de objetos como el barco de papel. Gracias a las **fuerzas de cohesión** entre las moléculas de agua, se crea una película en la superficie que ayuda a soportar el peso del barco antes de que se hunda. Aunque el barco puede eventualmente hundirse a medida que absorbe agua, la tensión superficial juega un papel importante en la **flotación temporal** del objeto.

Diagrama 3: Tensión Superficial



2.31 Equilibrio y Estabilidad:

El **equilibrio** y la **estabilidad** de un objeto son dos factores clave para determinar si un objeto flotante se mantendrá en una posición estable o si se volcará. Estos conceptos dependen en gran medida de cómo se distribuye el peso del objeto y cómo interactúa este con la superficie del agua.

- Conceptos Fundamentales

1. **Centro de Gravedad:**

El **centro de gravedad** de un objeto es el punto en el que se puede considerar que se concentra todo su peso. Para el **barco de papel**, este punto depende de la distribución del peso en su estructura. Si el barco está equilibrado, el centro de gravedad estará situado en el medio del barco, lo que le ayuda a mantener una posición estable.

2. **Centro de Flotación:**

El **centro de flotación** es el punto donde el barco es soportado por el agua. Este punto depende de la cantidad de agua desplazada por el barco. Cuanto más grande sea la base del barco, más agua se desplazará y más equilibrado será el centro de flotación.

- Relación entre el Centro de Gravedad y el Centro de Flotación

Para que un objeto flotante permanezca estable, es crucial que el **centro de gravedad** esté alineado con el **centro de flotación**. Si ambos puntos no coinciden, el barco puede volcarse. La estabilidad de un barco depende de cómo estos puntos interactúan:

- Si el centro de gravedad está por encima del centro de flotación, el barco será **menos estable** y más propenso a volcarse.
- Si el centro de gravedad está alineado o cerca del centro de flotación, el barco será **más estable**, ya que su peso se distribuye de manera uniforme.

- Aplicación al Barco de Papel

El **diseño del barco de papel** juega un papel importante en su estabilidad y equilibrio. Su **base ancha** ayuda a distribuir el peso de manera uniforme, lo que asegura que el centro de gravedad esté lo más bajo posible, evitando que el barco se vuelque fácilmente. La forma **simétrica** también contribuye a que el peso esté equilibrado de manera más eficiente, aumentando la estabilidad y ayudando a que el barco se mantenga en una posición horizontal.

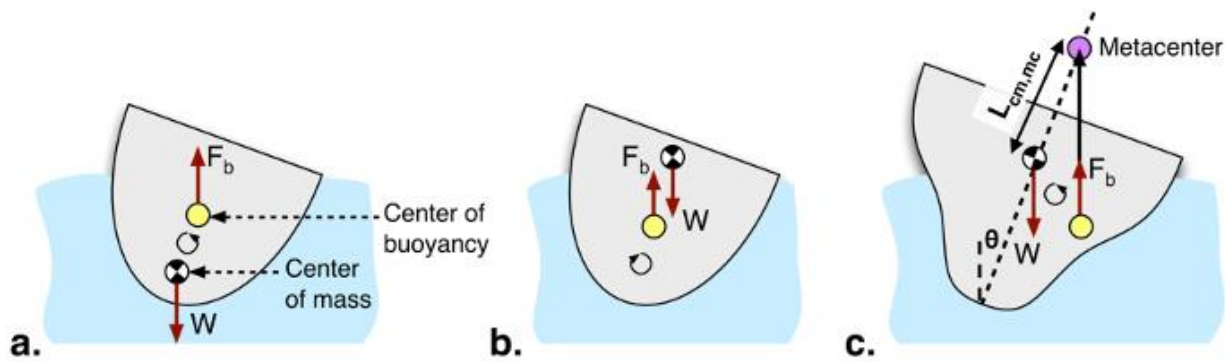
- Estabilidad en el Agua

Cuando el barco de papel se coloca en el agua, la estabilidad inicial se ve favorecida por la forma y la base ancha. Esta forma simétrica permite que el **centro de gravedad** esté alineado con el **centro de flotación**, lo que previene que el barco se incline o se voltee. Sin embargo, si el barco se carga demasiado o el agua llega a mojar demasiado la base, la **distribución del peso** puede alterarse, lo que podría desestabilizar al barco y hacerlo volcarse.

- Conclusión

La **estabilidad** y el **equilibrio** del barco de papel dependen de cómo se distribuye su peso. Si el **centro de gravedad** y el **centro de flotación** están alineados correctamente, el barco permanecerá estable. La **base ancha** y la **simetría** del diseño del barco ayudan a mantener estos dos puntos en una posición favorable, asegurando que el barco flote de manera equilibrada y resistente a volcarse.

Diagrama 4: Centro de Gravedad y Flotación



2.32 Factores que Afectan la Flotación

2.33 Tipo de Papel

El tipo de papel utilizado influye directamente en la capacidad de flotación del barco. El papel muy delgado absorberá agua rápidamente, lo que provocará que pierda rigidez y se hunda. Un papel más grueso proporciona mayor rigidez y resistencia, mejorando la flotabilidad.

2.34 Impermeabilización

El uso de cera o cinta adhesiva en la base del barco impide que el papel absorba agua rápidamente, lo que prolonga la flotación del barco. Este tratamiento hace que el barco sea más duradero y resistente al hundimiento.

2.35 Diseño del Barco

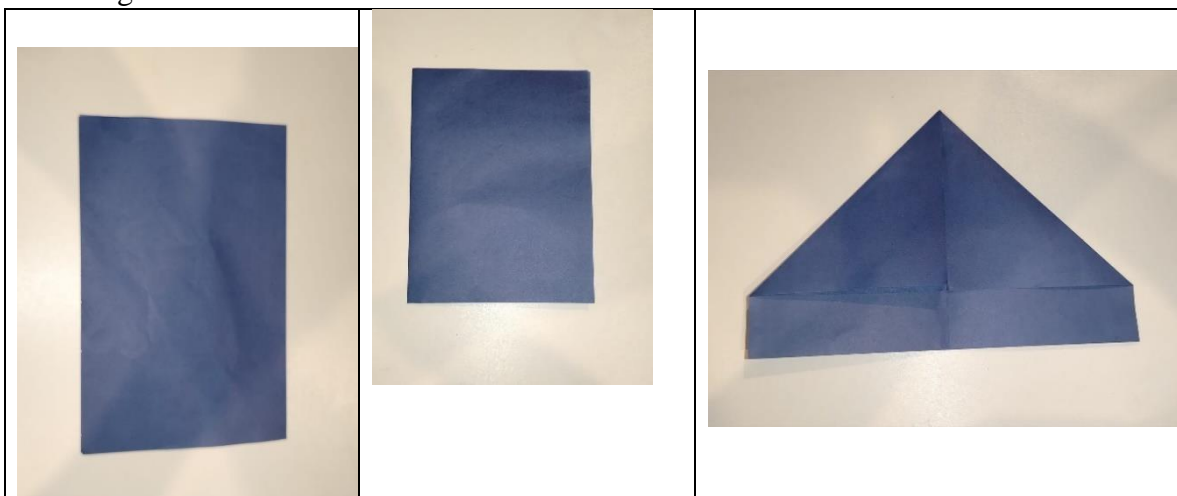
El diseño también juega un papel importante. Una base ancha distribuye mejor el peso y aumenta la estabilidad. Si el barco tiene una base pequeña o un diseño asimétrico, puede inclinarse o hundirse más rápidamente.

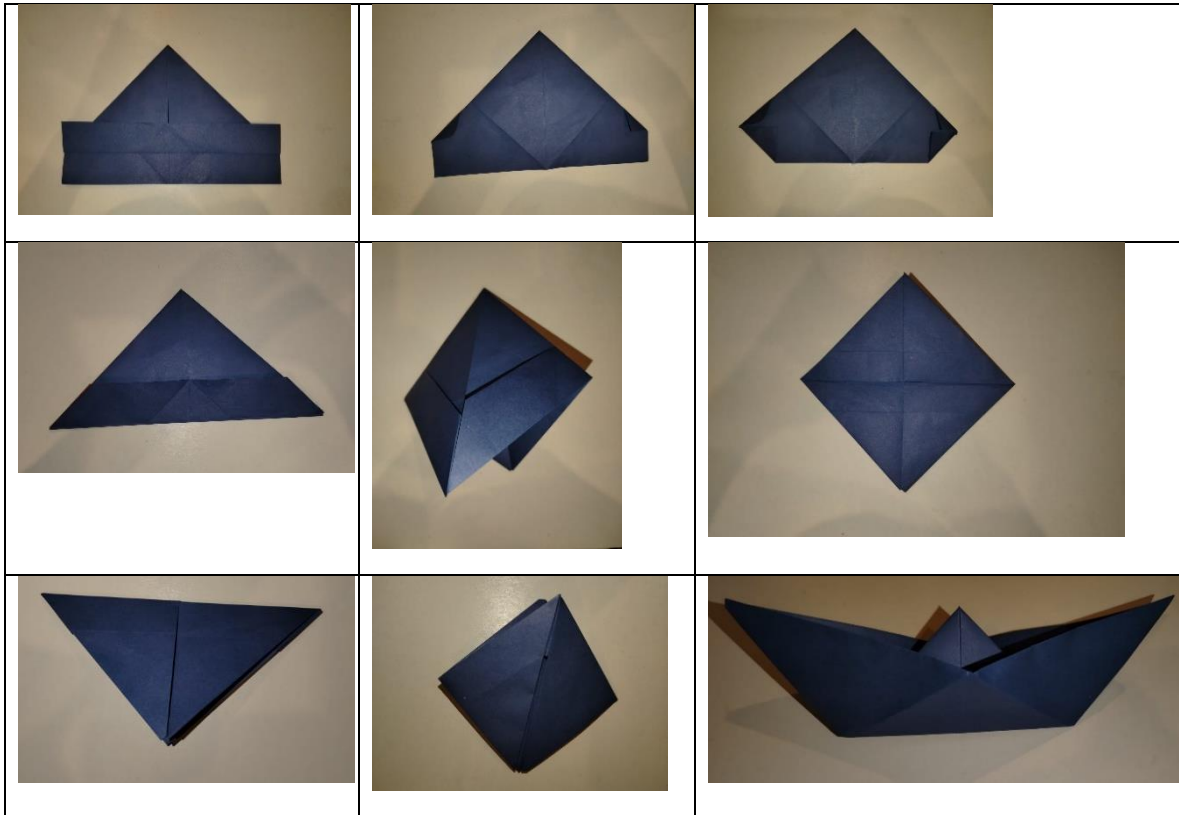
2.36 Carga Adicional

El peso adicional dentro del barco puede superar el empuje del agua, haciendo que se hunda. Si añades objetos al barco, asegúrate de que no sobrepasen la capacidad de flotación del barco.

2.37 Evidencias y Presentación

2.38 Imágenes del Proceso





2.39 Pruebas de Flotación



- ¿Flotó correctamente el barco?

El modelo clásico de barco de papel flota bien si se siguen los pasos correctamente y se evita que la base se humedezca demasiado.

- Fundamentación:
 - El diseño del barco crea una cavidad que atrapa aire, reduciendo su densidad total en comparación con el agua.
 - La forma del barco distribuye su peso de manera uniforme, evitando que se hunda rápidamente.
- ¿Cómo influyó el diseño en su estabilidad?

El diseño del barco es clave para su estabilidad en el agua. Si los pliegues no están bien hechos, el barco puede inclinarse y llenarse de agua más rápidamente.

- Factores clave:
 1. Distribución del peso: • Si el peso está bien equilibrado en el centro, el barco permanecerá estable. • Si un lado es más pesado, el barco puede inclinarse y hundirse.
 2. Tipo de papel: • Un papel muy delgado absorbe agua rápidamente y pierde rigidez, causando que el barco se hunda más pronto.
 3. Efecto del agua: • El barco flota mejor en aguas calmas. • En aguas con movimiento, la estabilidad puede verse afectada y el barco puede volcarse.

- Conclusión:

El modelo clásico de barco de papel es estable si se construye correctamente y se usa un papel con la rigidez adecuada.

- ¿Cómo afectaron el diseño sobre el tiempo de flotación y estabilidad del barco de papel?

Usé un papel delgado para hacer el barco, noté que se hundió mucho más rápido, en solo unos 5 minutos. El papel absorbió el agua muy rápido, perdiendo rigidez y haciendo que el barco se deshiciera. También me di cuenta de que el diseño influye bastante: cuando el peso estaba bien equilibrado y la base estaba bien doblada, el barco flotaba con más estabilidad. Si lo hubiera impermeabilizado con cera o cinta adhesiva, probablemente habría durado más tiempo en el agua. Sin esos ajustes, el barco no aguantó mucho y se hundió rápido.

2.40 Conclusiones

- El **diseño del barco de papel** afecta directamente su flotabilidad y estabilidad. Al comprender los principios físicos de empuje, densidad, tensión superficial y equilibrio, podemos ver cómo estos se aplican en situaciones más complejas, como las embarcaciones reales.
- La impermeabilización y el tipo de material utilizado son factores clave para prolongar la flotación y evitar que el barco se hunda rápidamente.

3. Aplicar estos conceptos, procesos y prototipos en nuestro proyecto Desparches

3.1 ¿Por qué es un sistema?

"Desparches" es un sistema porque integra diversas funcionalidades que permiten a los usuarios descubrir eventos y promociones en su entorno. Involucra usuarios, bases de datos, mapas interactivos y algoritmos de búsqueda y recomendación, lo que lo convierte en un sistema digital que procesa información en tiempo real para mejorar la experiencia del usuario.

3.2 Elementos del sistema

Los elementos principales de "Desparches" incluyen:

- Usuarios: Personas que buscan eventos o promociones y empresas que los publican.
- Interfaz web: Plataforma donde los usuarios interactúan con el sistema.
- Base de datos: Almacena información sobre eventos, promociones, usuarios y reseñas.
- Algoritmo de búsqueda y recomendación: Permite filtrar eventos por categoría, ubicación y fecha, además de sugerir eventos relevantes.
- Mapa interactivo: Muestra eventos en tiempo real con opciones de interacción.
- Módulo de interacción con eventos: Incluye funcionalidades como guardar eventos, ver detalles y agregar reseñas.
- Sistema de autenticación y perfil de usuario: Permite registro, ajustes de preferencias y edición del perfil.

3.3 Relaciones

Las relaciones entre los elementos del sistema se dan de la siguiente manera:

- Los usuarios interactúan con la interfaz web para buscar y guardar eventos.
- Las empresas publican eventos y promociones en la base de datos.
- El algoritmo de búsqueda y recomendación relaciona eventos con los intereses de los usuarios.
- La base de datos proporciona información al mapa interactivo para su visualización.
- Los usuarios registrados pueden dejar reseñas sobre los eventos a los que asistieron.
- El sistema de soporte permite a los usuarios resolver dudas a través de preguntas frecuentes o contacto directo.

3.4 Contexto

"Desparches" opera dentro del ecosistema de plataformas digitales de descubrimiento de eventos y promociones. Su contexto abarca:

Usuarios jóvenes y adultos que buscan actividades recreativas y ofertas cercanas.

Empresas y organizadores de eventos que desean aumentar su alcance y atraer clientes.

Tecnología móvil y web, ya que los usuarios acceden desde distintos dispositivos.

Competencia con otras plataformas, diferenciándose por su integración de eventos y promociones en un solo lugar.

Soporte técnico y preguntas frecuentes para mejorar la experiencia de usuario.

3.5 Tecnologías asociadas en el sistema

Para su desarrollo y funcionamiento, "Desparches" se basa en:

Frontend: Tecnologías como React.js para la interfaz web y Figma para diseño de experiencia de usuario.

Backend: Node.js o Python con frameworks como Express.js o Django.

Base de datos: PostgreSQL o Firebase para almacenar información de usuarios, eventos y reseñas.

APIs de mapas: Google Maps o OpenStreetMap para la geolocalización de eventos en tiempo real.

Hosting y despliegue: AWS, Vercel o Firebase para alojar la plataforma

3.6 Procesos aplicados en Desparches

Los procesos en "Desparches" pueden entenderse como los pasos o flujos de trabajo que permiten que el sistema funcione correctamente. A continuación, se describen los procesos principales del sistema, aplicados al proyecto.

1. Registro y autenticación de usuarios

- Entrada: Un usuario accede a la plataforma e inicia sesión o se registra.
 - Proceso:
 - El usuario ingresa sus datos en el formulario de registro.
 - El sistema valida la información y la almacena en la base de datos.
 - Si la cuenta ya existe, se notifica al usuario.
 - Si el registro es exitoso, el usuario puede personalizar sus preferencias.
- Salida: El usuario puede acceder a su perfil y comenzar a explorar la plataforma.

2. Publicación de eventos y promociones por empresas

- Entrada: Una empresa inicia sesión y accede a su panel de control.
 - Proceso:
 - La empresa selecciona la opción de "Crear evento" o "Publicar promoción".
 - Llena un formulario con los detalles (nombre, descripción, fecha, ubicación, imagen, etc.).
 - El sistema valida la información y almacena el evento en la base de datos.
- Se actualiza el mapa interactivo y la lista de eventos.
 - Salida: El evento o promoción es visible para los usuarios en la plataforma.

3. Búsqueda y recomendación de eventos

- Entrada: Un usuario busca eventos o promociones en la plataforma.
 - Proceso:
 - El usuario ingresa palabras clave o usa filtros (categoría, ubicación, fecha).
 - El sistema consulta la base de datos y obtiene los eventos relevantes.
 - Un algoritmo de recomendación sugiere eventos basados en las preferencias del usuario.
 - Se muestran los eventos en un mapa interactivo y en una lista detallada.

- Salida: El usuario encuentra eventos y promociones cercanas a sus intereses.
4. Interacción con el mapa en tiempo real
- Entrada: Un usuario desea ver eventos en su ubicación.
 - Proceso:
 - El usuario accede al mapa interactivo.
 - Se obtiene la ubicación actual del usuario (con permiso de GPS).
 - Se filtran los eventos más cercanos y se muestran en el mapa con marcadores.
 - El usuario puede hacer clic en un evento para ver más información.
 - Salida: El usuario visualiza eventos y promociones en su entorno.
5. Gestión de eventos guardados y asistidos
- Entrada: Un usuario quiere guardar eventos o revisar su historial de asistencia.
 - Proceso:
 - El usuario selecciona un evento y elige la opción "Guardar".
 - El evento se almacena en su perfil dentro de "Eventos guardados".
 - Si asiste a un evento, el sistema lo registra automáticamente.
 - La lista de eventos asistidos se actualiza en su perfil.
 - Salida: El usuario puede ver eventos guardados y su historial de asistencia.
6. Agregar reseñas y valoraciones
- Entrada: Un usuario desea compartir su experiencia sobre un evento.
 - Proceso:
 - El usuario selecciona un evento asistido.
 - Escribe una reseña y califica el evento con estrellas.
 - El sistema valida y almacena la reseña en la base de datos.
 - Otros usuarios pueden ver la reseña dentro de la información del evento.
 - Salida: La reseña y calificación quedan publicadas para ayudar a otros usuarios.
7. Acceso a soporte técnico y preguntas frecuentes
- Entrada: Un usuario tiene una duda o problema con la plataforma.
 - Proceso:
 - El usuario accede a la sección de preguntas frecuentes (FAQ).
 - Si no encuentra la respuesta, elige la opción de contactar soporte técnico.
 - Completa un formulario de ayuda o accede a un chat en vivo.
 - El equipo de soporte revisa el caso y responde con una solución.
 - Salida: El usuario recibe asistencia y su problema es resuelto.

3.7 Prototipos aplicados a Desparches

Para el desarrollo de Desparches, se implementaron diversos prototipos en Figma con el objetivo de diseñar y optimizar la experiencia del usuario antes de su implementación final. Se crearon dos versiones principales del prototipo:

1. Versión Web: Diseñada para su uso en navegadores de escritorio, enfocada en una navegación intuitiva y una visualización óptima de eventos.

2. Versión Móvil: Adaptada a dispositivos móviles, con una interfaz optimizada para exploración rápida y geolocalización eficiente.

3.8 Roles en los Prototipos

Se definieron dos roles principales dentro de la plataforma, cada uno con accesos y funcionalidades específicas:

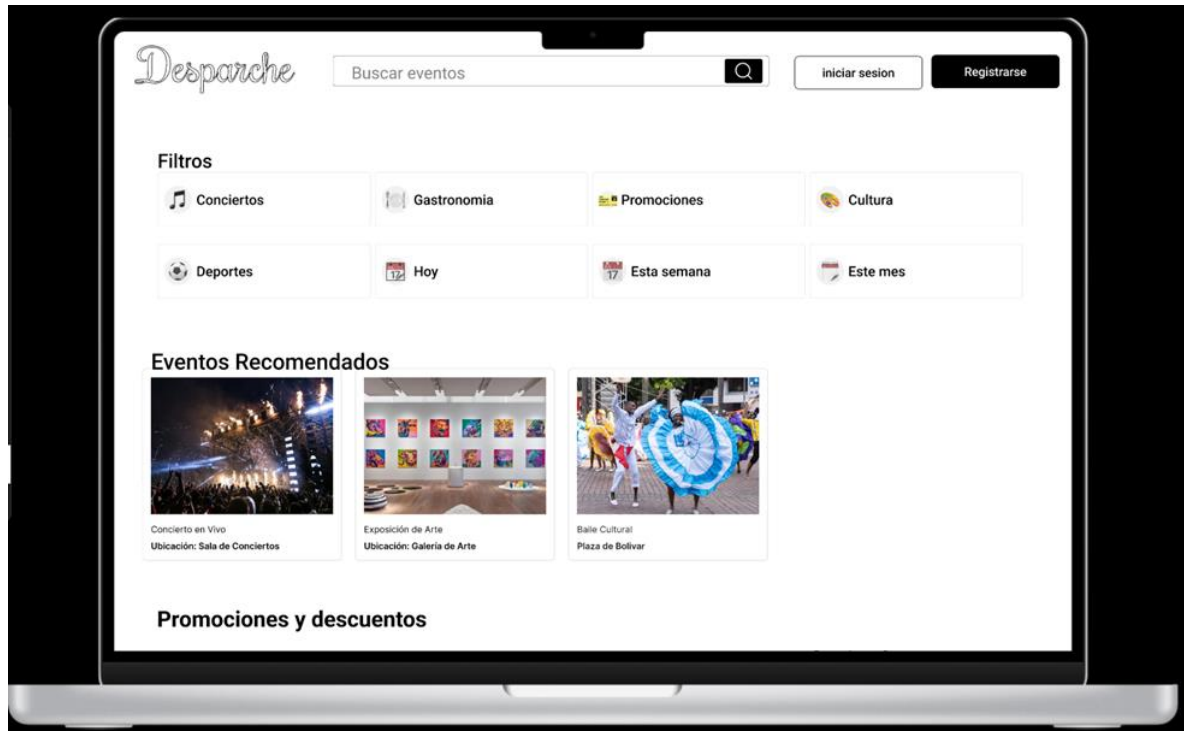
- Usuarios:
 - Acceden a la plataforma para descubrir eventos y promociones.
 - Pueden explorar el mapa interactivo en tiempo real.
 - Guardan eventos de interés y reciben recomendaciones personalizadas.
- Administradores (Empresas/Organizadores):
 - Gestionan el contenido de la plataforma.
 - Crean, modifican o eliminan eventos y promociones.
 - Supervisan la actividad y autenticidad de los eventos.

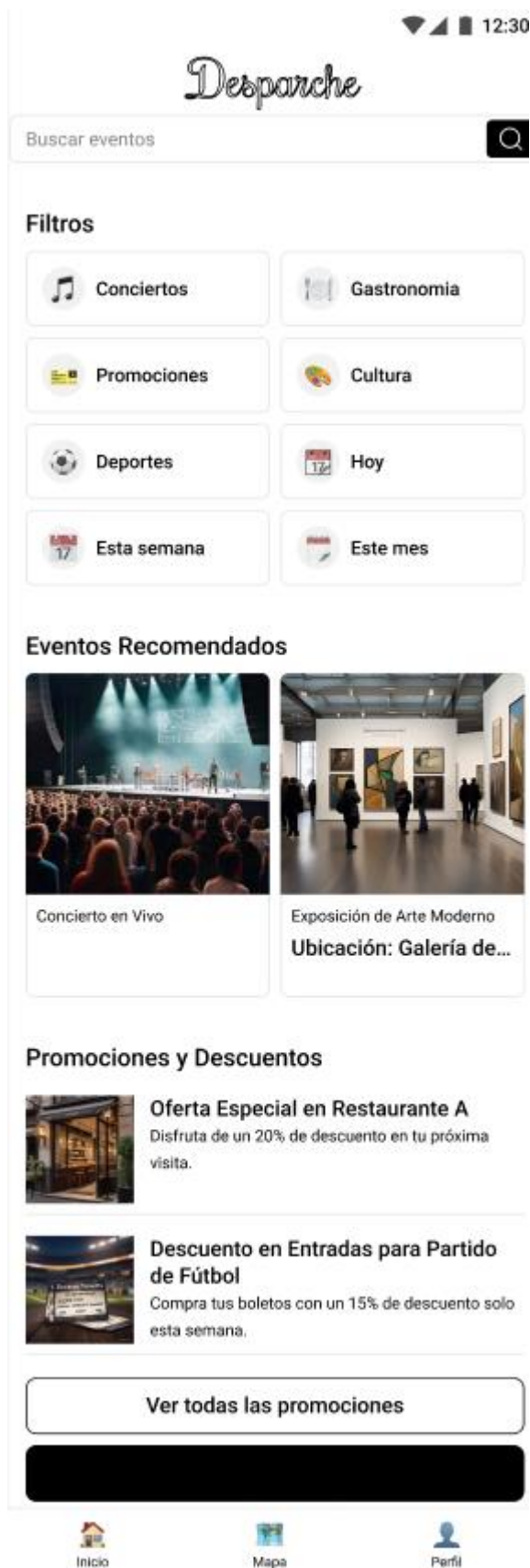
Los prototipos en Figma han permitido visualizar y estructurar la interfaz de Desparches, asegurando una experiencia de usuario intuitiva y eficiente. Con estos diseños, se ha logrado representar fielmente las funcionalidades clave, facilitando futuras mejoras e integraciones tecnológicas.

3.9 Aplicación de Requerimientos en el Prototipo de Desparches

1. Pestaña de inicio:

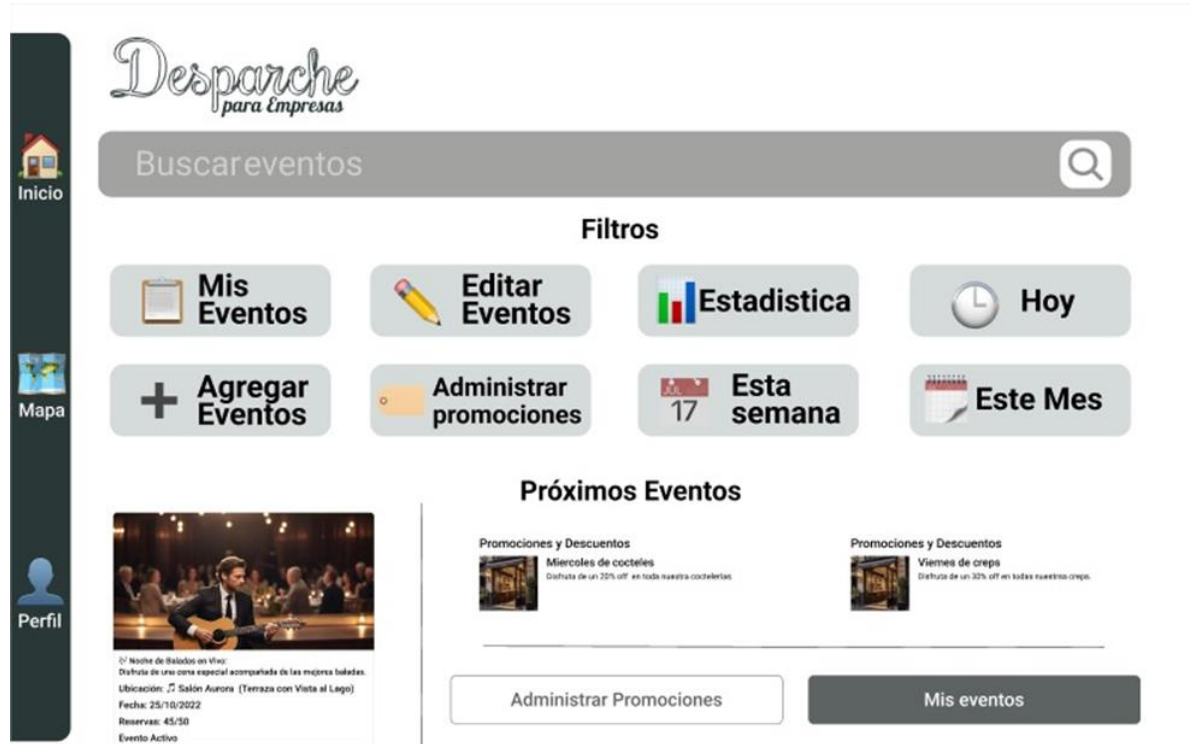
- Usuario





La pestaña de inicio de la interfaz del usuario permite a los usuarios buscar eventos y promociones mediante filtros predefinidos como tipo de evento, fecha, ubicación y precio, mostrando resultados en tiempo real. Además, la plataforma ofrece una visualización dinámica de eventos y promociones activas, organizada de manera intuitiva y con una sección de destacados basada en las preferencias del usuario.

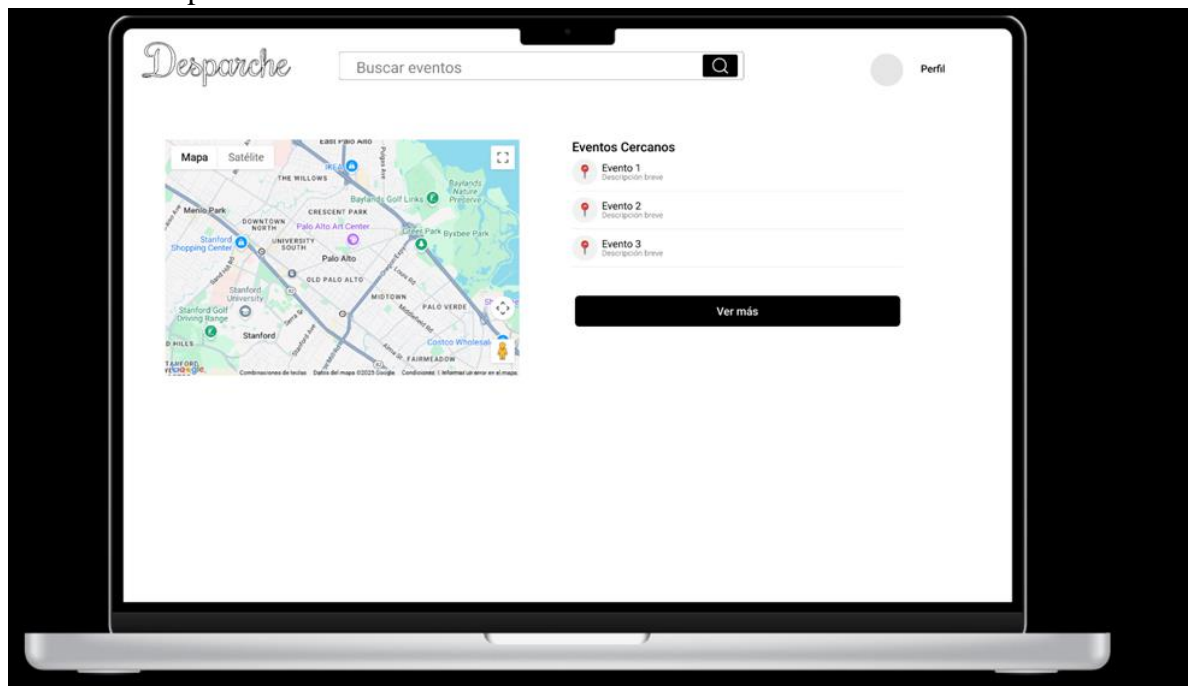
- Administradores:

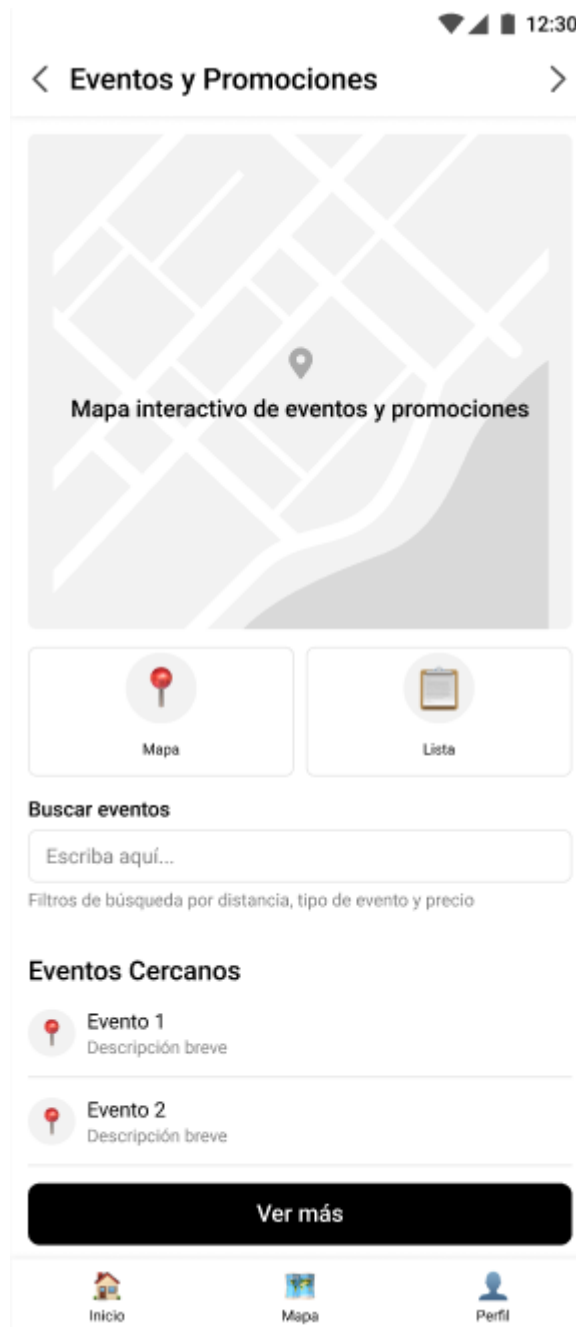




La pestaña de inicio para administradores permite gestionar de manera eficiente los eventos y promociones de la plataforma. En esta sección, los administradores pueden visualizar los eventos creados, filtrarlos por categoría, fecha o popularidad, y acceder a detalles específicos de cada evento. Además, cuentan con botones de administración de los eventos, garantizando que la información publicada sea precisa y actualizada.

2. Pestaña mapa interactivo:








La pestaña del mapa interactivo en Desparches permite a los usuarios explorar eventos y actividades en su entorno en tiempo real. A través del mapa, pueden visualizar los eventos disponibles, desplazarse por distintas ubicaciones y acceder a información detallada de cada evento.

3. Pestaña de creación y administración de eventos (Administrador):

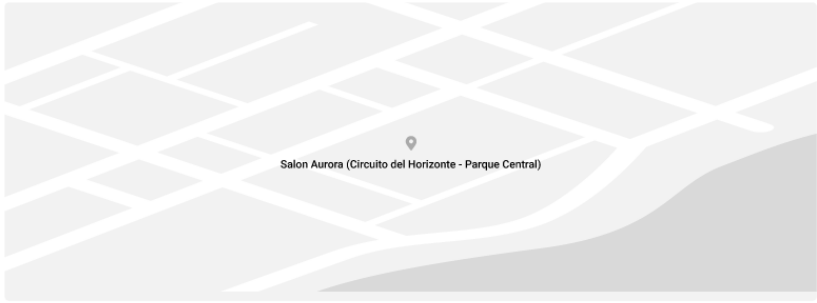



Inicio


Mapa


Perfil

< Crear Evento



Ingresar una imagen

Información del evento:

Nombre del evento:

Ingresar una descripción del evento:

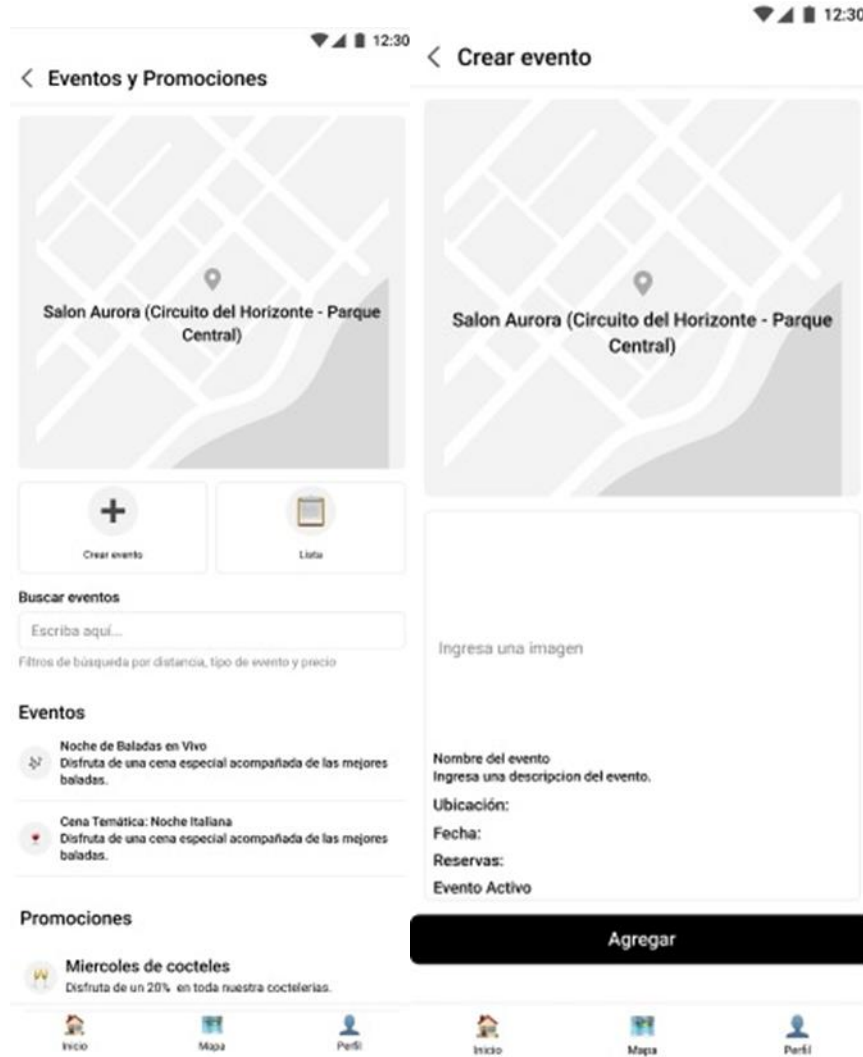
Ubicación:

fecha:

Reservas:

Evento activo:

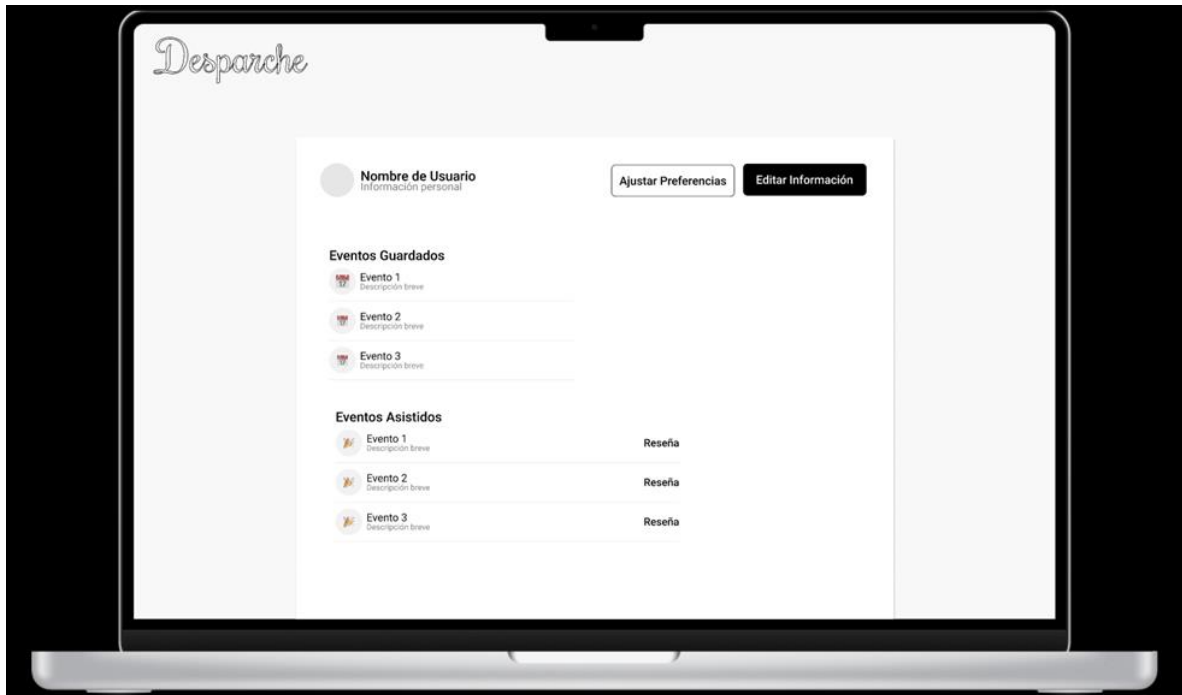
Agregar

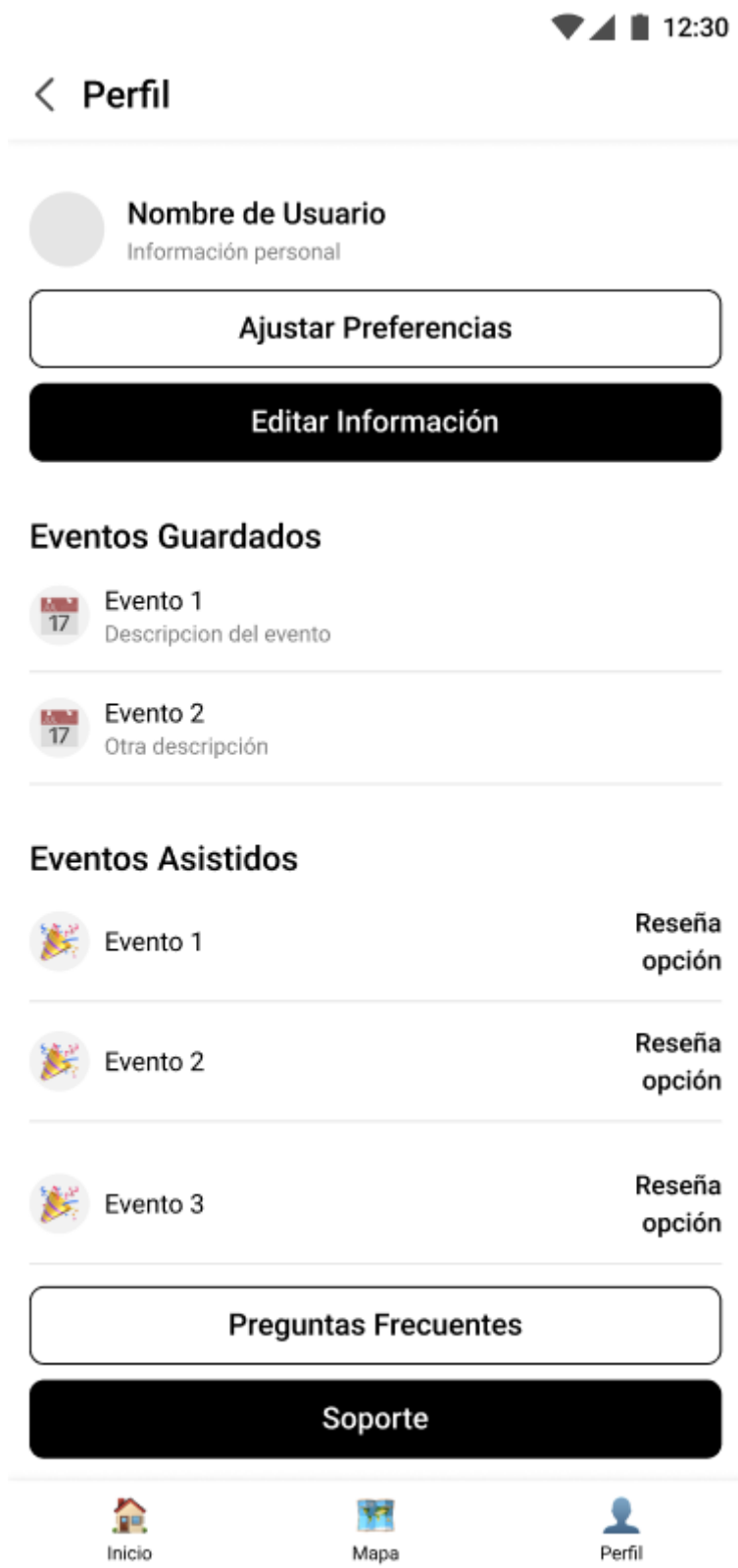


En estas pestañas, el administrador puede visualizar una lista de los eventos y promociones que ha creado. Además, mediante el botón "Crear Proyecto", puede acceder a la página de creación de eventos e ingresar detalles como el nombre, ubicación y fecha del evento.

4. Pestaña de perfil

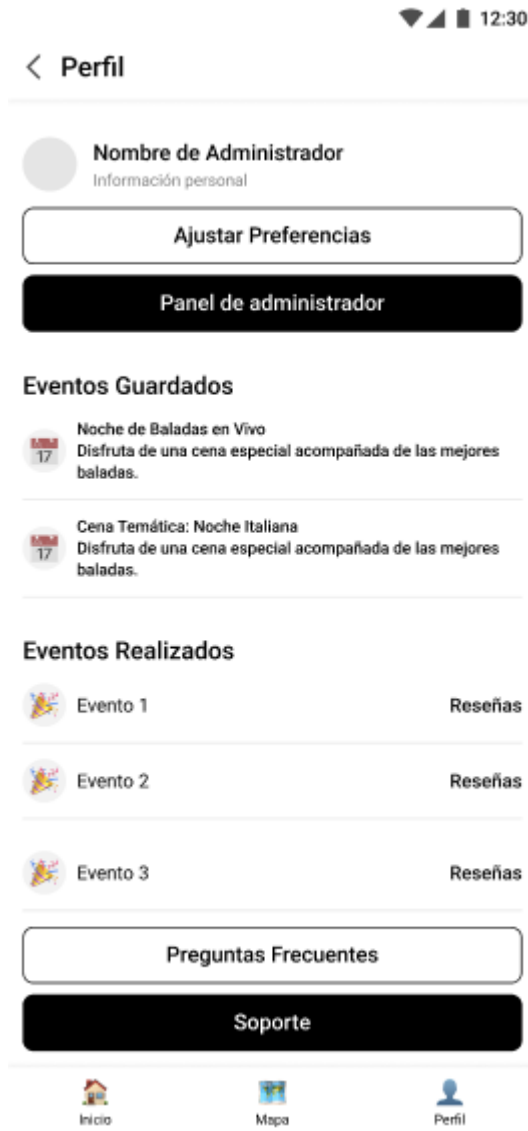
- **Usuario:**





La pestaña de perfil del usuario permite gestionar su experiencia en la plataforma de manera personalizada. Desde esta sección, los usuarios pueden editar su información personal, ajustar sus preferencias y acceder a una lista de eventos guardados y asistidos. Además, tienen la opción de agregar reseñas y valoraciones a los eventos en los que han participado. También pueden consultar la sección de preguntas frecuentes y contactar al soporte técnico en caso de necesitar ayuda.

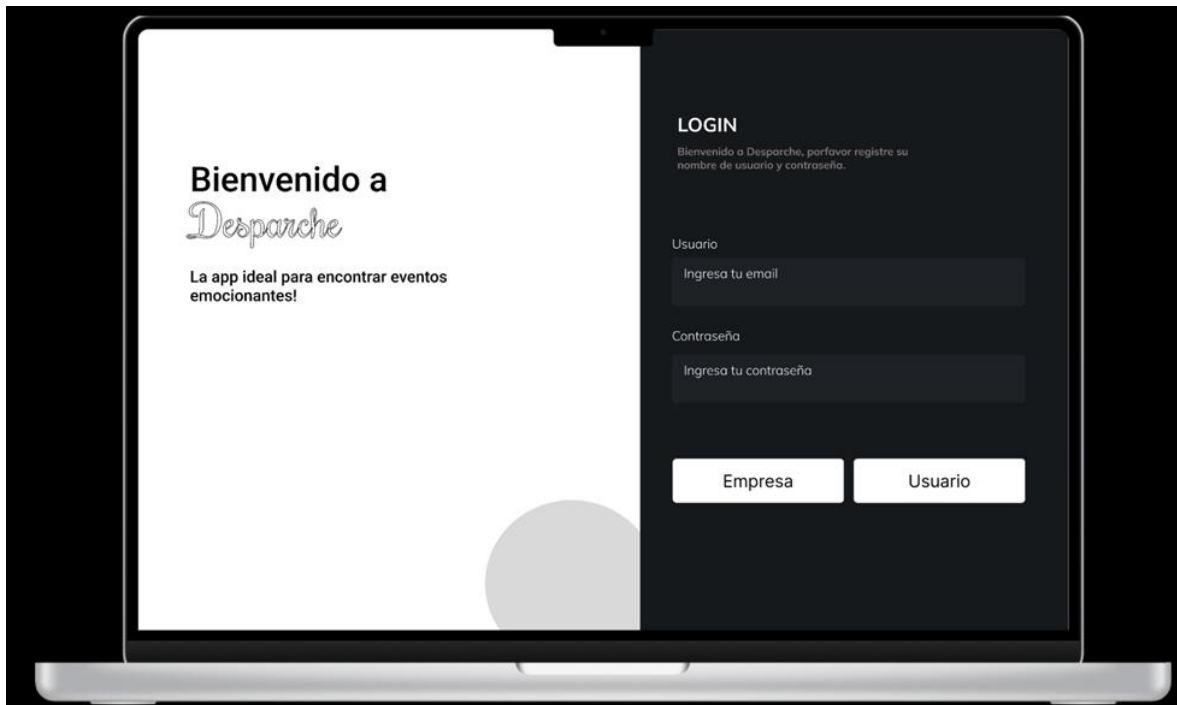
- **Administrador:**





La pestaña de perfil del administrador permite gestionar su configuración y acceder a herramientas clave de la plataforma. Desde esta sección, el administrador puede ajustar sus preferencias, visualizar el panel de administración, consultar la lista de eventos creados y revisar las reseñas recibidas. Además, cuenta con accesos directos a la sección de preguntas frecuentes y soporte técnico para resolver cualquier inquietud.

5. Pestaña de inicio de sesión:



La página de inicio de sesión permite a los usuarios ingresar sus credenciales y acceder a la plataforma. Al validar el usuario y la contraseña, el sistema identifica si la cuenta corresponde a un administrador o a un usuario, dirigiéndolos a la interfaz correspondiente según su rol.

3.10 Elicitación de requerimientos funcionales

El proceso de elicitación de requerimientos funcionales se beneficia del proyecto Desparches de varias maneras. Al tratarse de una plataforma que integra diversas funcionalidades para permitir a los usuarios descubrir eventos y promociones en su entorno, la claridad en las funciones del sistema facilita la identificación de los requerimientos específicos que debe cumplir el proyecto.

3.11 Identificación Precisa de Funcionalidades Necesarias

El sistema de Desparches ofrece funcionalidades específicas, como la búsqueda de eventos, la visualización de promociones y la interacción con mapas en tiempo real. Estos detalles permiten identificar de manera precisa las funcionalidades que deben ser incluidas en el sistema. La elicitación de requerimientos se beneficia de esta claridad, ya que al saber qué acciones deben realizar los usuarios, es más fácil definir qué debe hacer el sistema para cumplir con esas necesidades.

3.12 Alineación con las Necesidades del Usuario

El proyecto involucra usuarios que interactúan con una base de datos, un mapa interactivo y un algoritmo de recomendación. Estos componentes permiten ofrecer una experiencia personalizada para el usuario, lo que hace que el proceso de elicitación de los requerimientos esté alineado con las expectativas de los usuarios. Al conocer los diferentes roles de los usuarios y sus interacciones con la plataforma,

se pueden identificar sus necesidades específicas y asegurarse de que el sistema cumpla con ellas.

3.13 Definición Clara de Interacciones y Flujos

Desparches también describe cómo los usuarios interactúan con el sistema para realizar tareas como guardar eventos, agregar reseñas o gestionar su perfil. Estos flujos de trabajo proporcionan una base sólida para recopilar los requisitos, ya que permiten identificar las acciones que deben estar disponibles y cómo deben organizarse dentro del sistema. La elicitación de estos requerimientos ayuda a garantizar que la experiencia del usuario sea fluida y eficiente.

3.14 Priorización de Funcionalidades

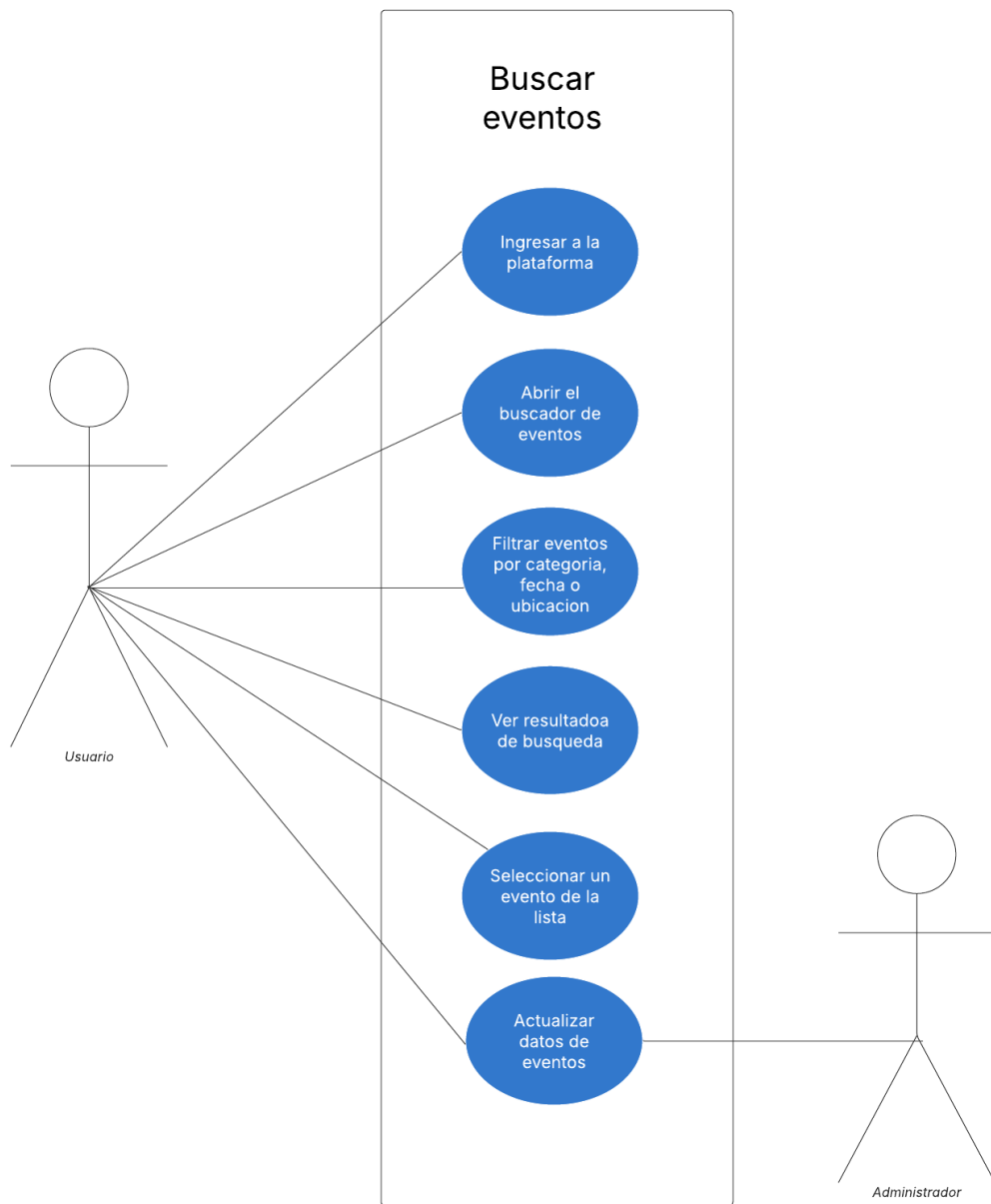
Al contar con una descripción clara de las funcionalidades del sistema, el proceso de elicitación también puede ayudar a priorizar las características más importantes. Por ejemplo, funcionalidades como la búsqueda de eventos y la interacción con el mapa en tiempo real pueden ser consideradas prioritarias para mejorar la experiencia del usuario. Esto asegura que el proyecto se enfoque en lo más relevante desde el principio.

3.15 Evitar Ambigüedades

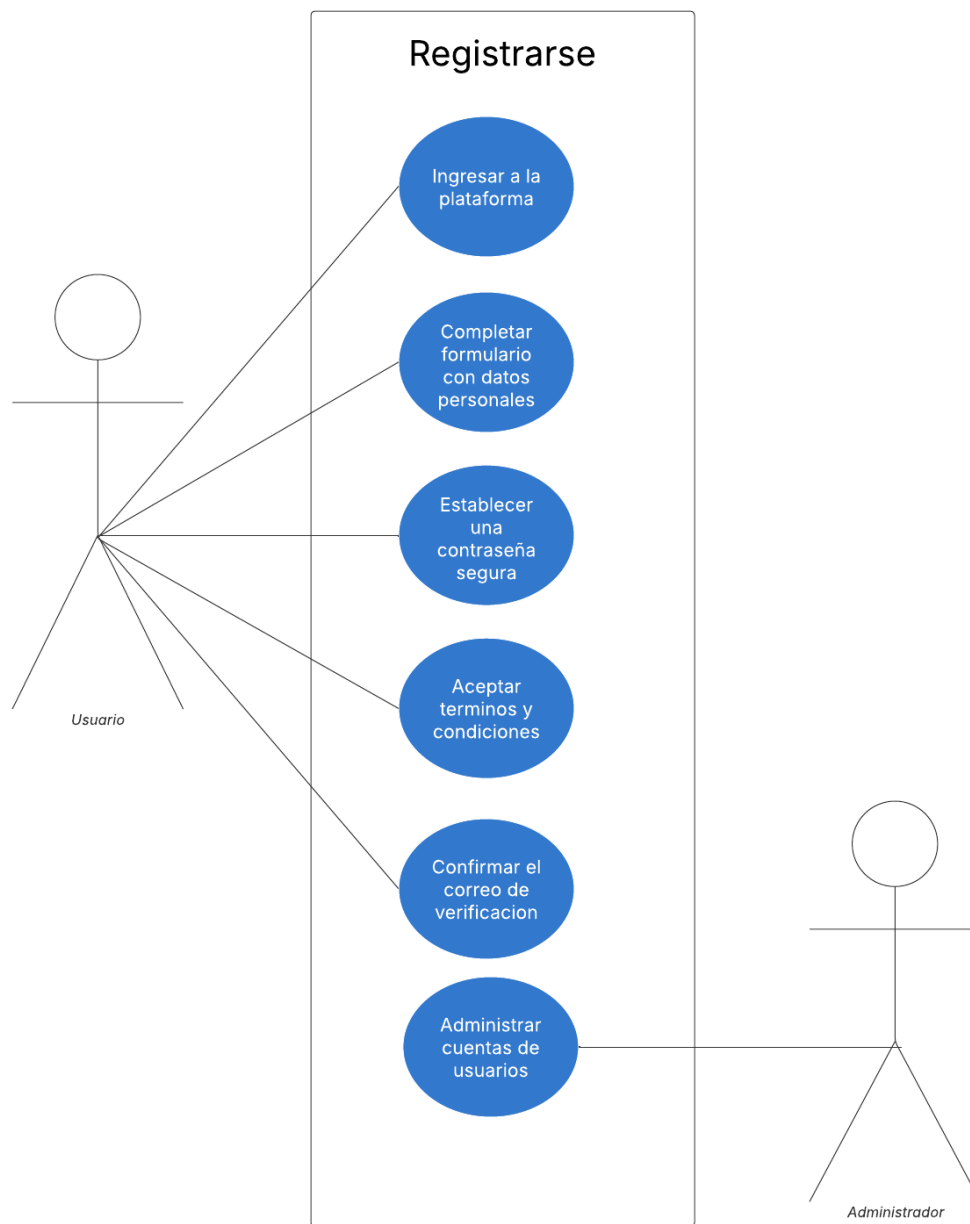
Finalmente, la descripción detallada de cómo funciona el sistema ayuda a evitar ambigüedades en los requisitos, ya que proporciona un marco claro para entender las interacciones que se deben incluir. Esto reduce el riesgo de malentendidos durante la fase de desarrollo y asegura que el producto final cumpla con las expectativas y objetivos del proyecto de manera precisa.

3.16 Diagramas de Casos de Uso para Representar los Requerimientos Funcionales del Sistema

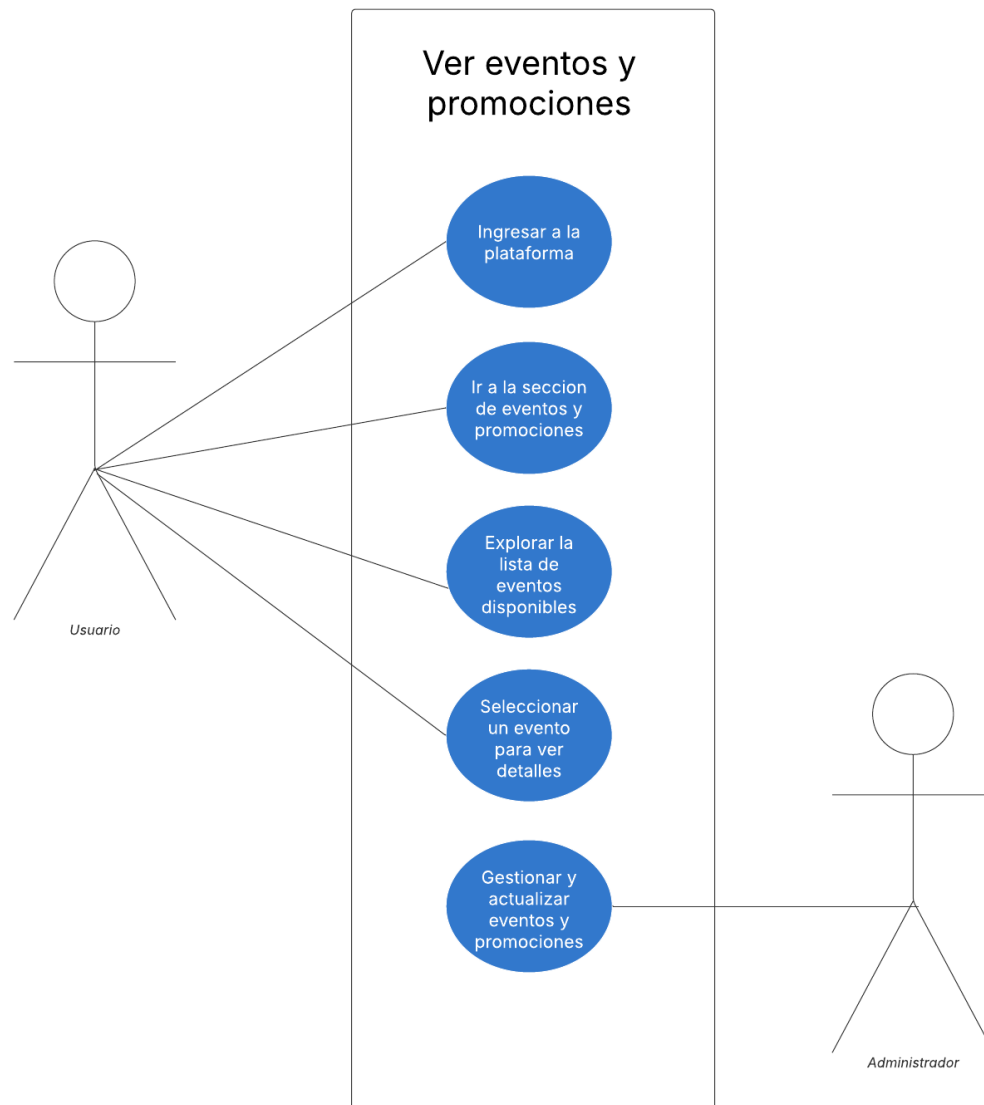
1. Búsqueda de eventos: El sistema debe permitir a los usuarios buscar eventos utilizando filtros o categorías predefinidas, como tipo de evento, fecha o ubicación.



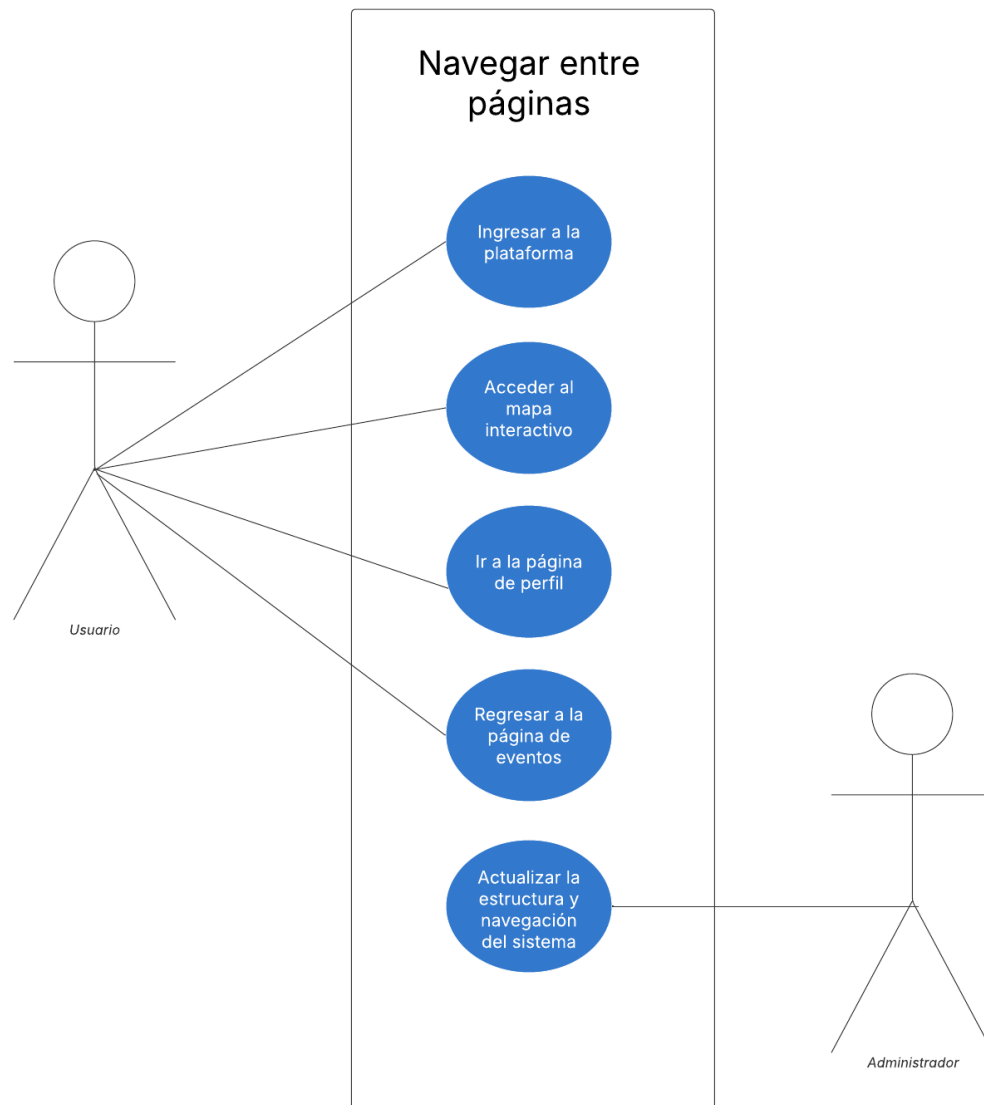
2. **Registro de usuarios:** El sistema debe permitir que los usuarios se registren creando una cuenta personal mediante un proceso sencillo y seguro.



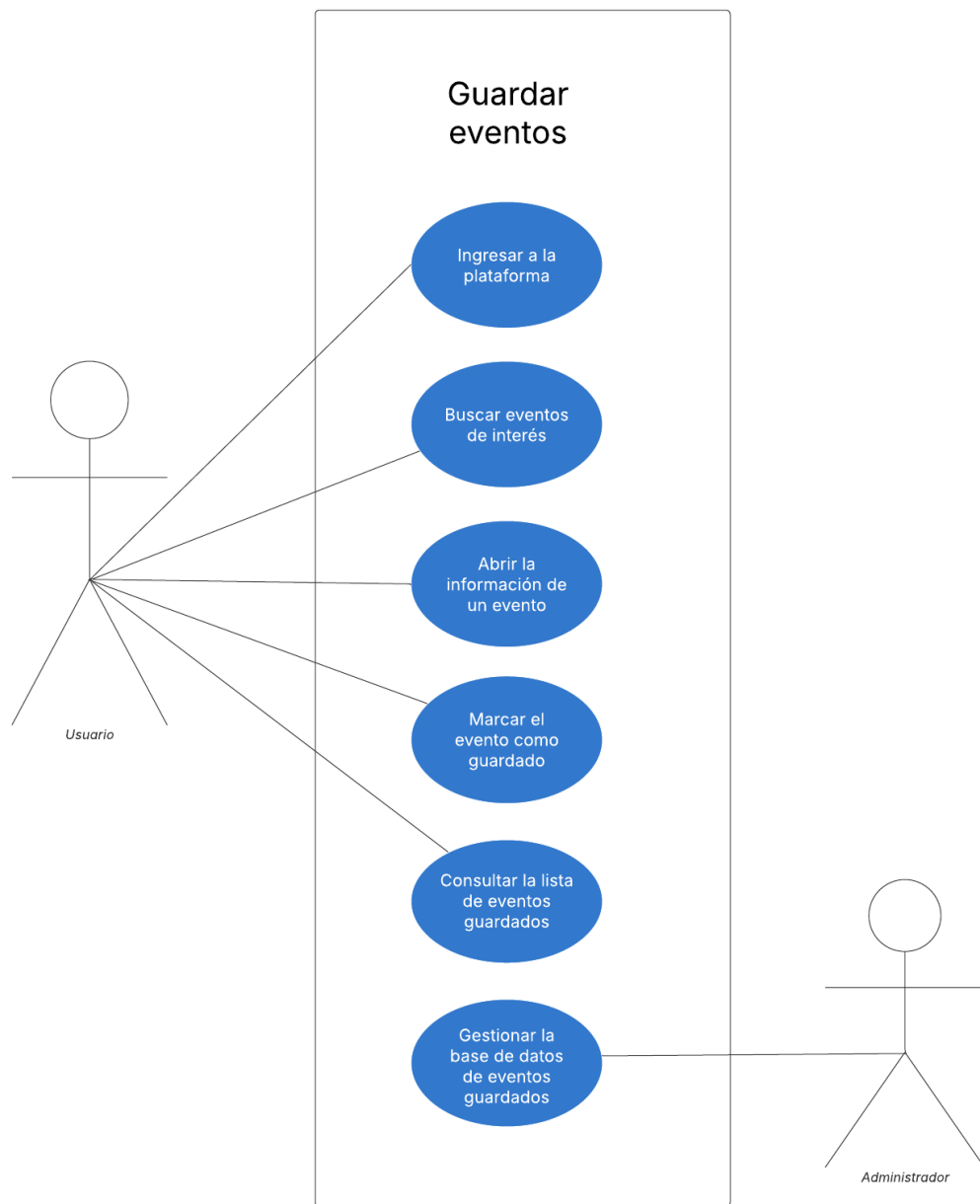
3. Visualización de eventos y promociones: Los usuarios deben poder ver una lista de eventos y promociones disponibles, con información relevante sobre cada uno.



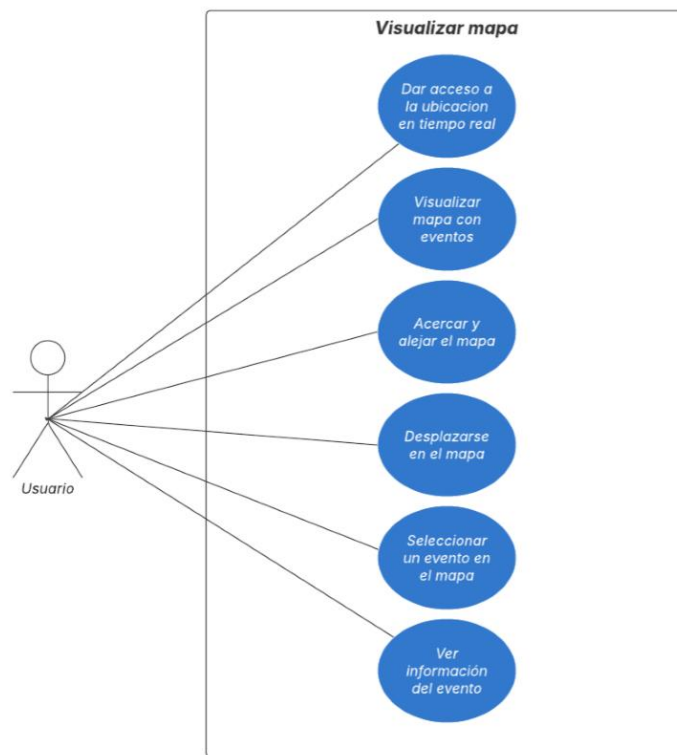
4. Navegación entre páginas: Los usuarios deben poder navegar fácilmente entre las siguientes páginas del sistema: página de inicio, página del mapa interactivo y página de perfil del usuario.



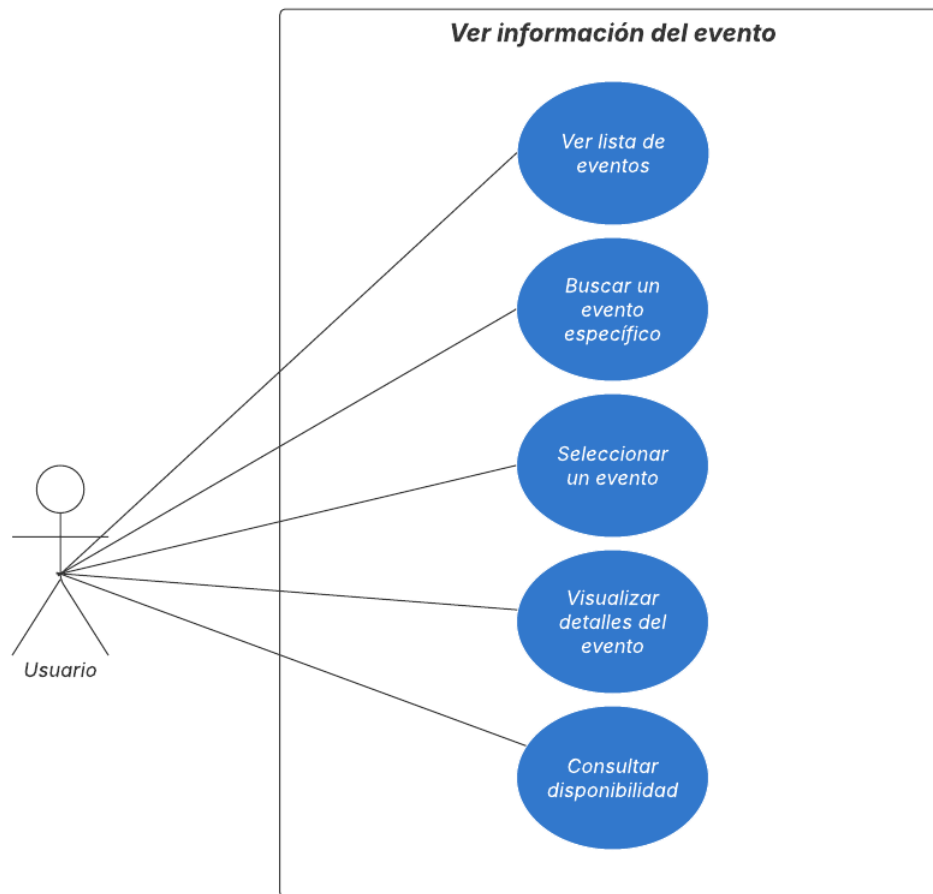
5. Guardar eventos: Los usuarios deben tener la opción de guardar eventos de su interés para poder consultarlos más tarde.



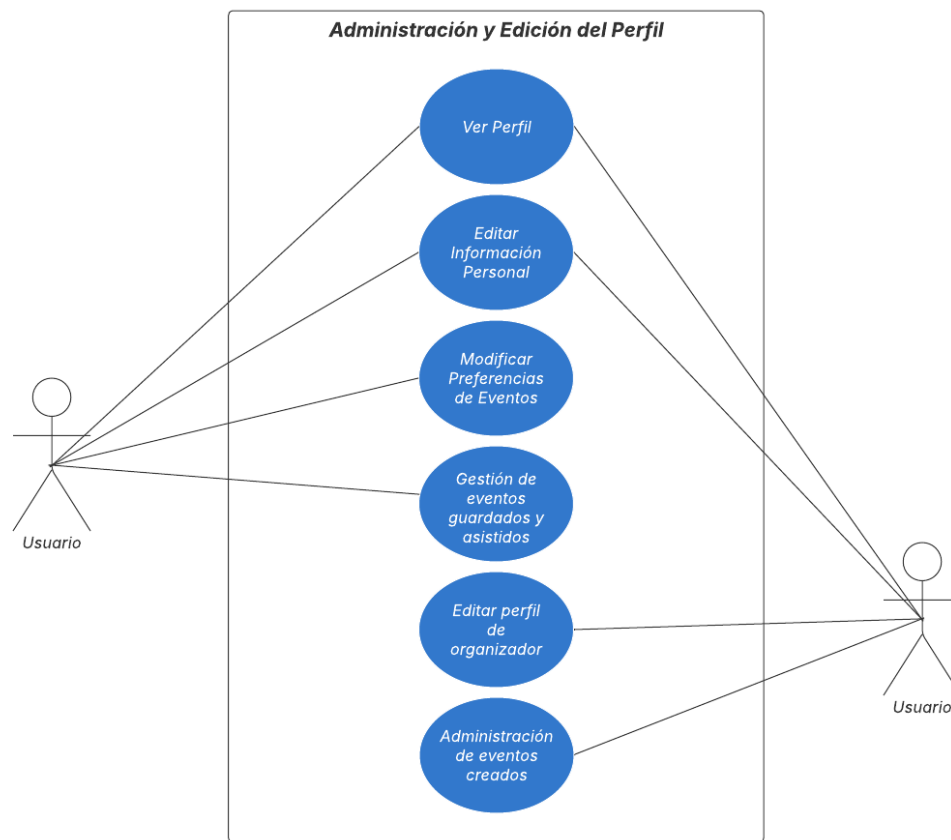
6. Interacción con el mapa en tiempo real: El sistema debe permitir a los usuarios interactuar con un mapa en tiempo real donde se visualicen los eventos o actividades que están ocurriendo en su entorno.



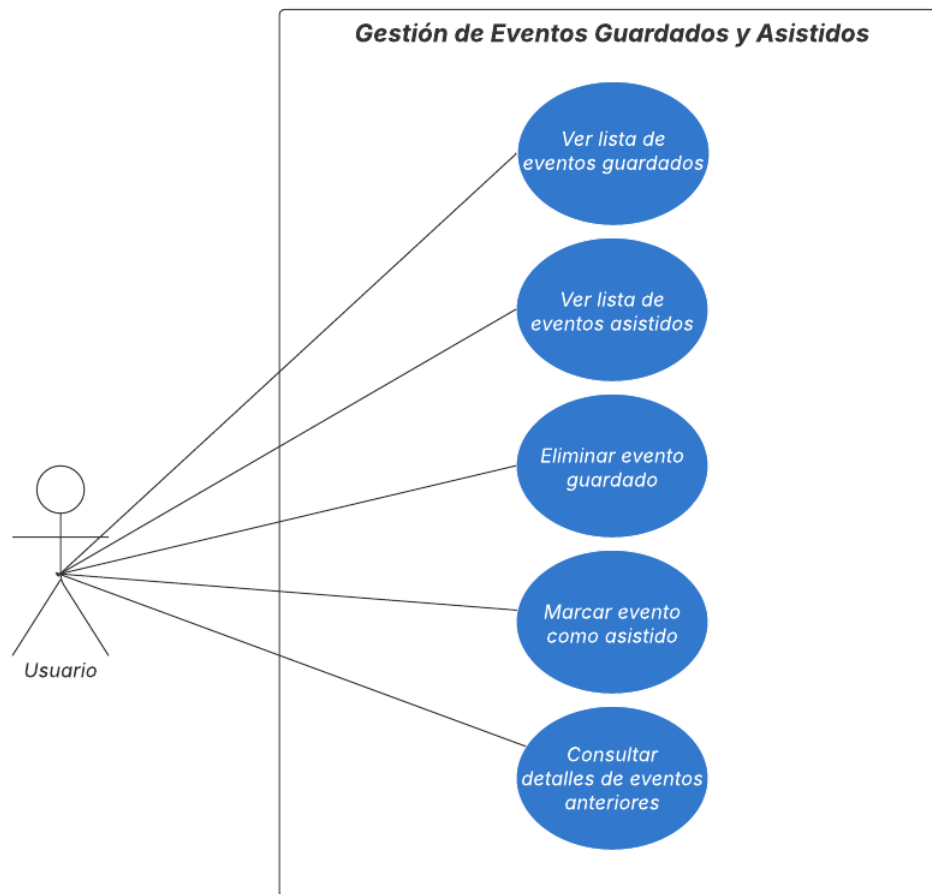
7. Visualización de información detallada de eventos: Los usuarios deben poder acceder a la información detallada de cada evento o actividad, incluyendo descripción, horarios, lugar, y otros detalles relevantes.



8. Ajuste de preferencias y edición de perfil: El sistema debe permitir a los usuarios ajustar sus preferencias y editar su información personal desde su perfil.



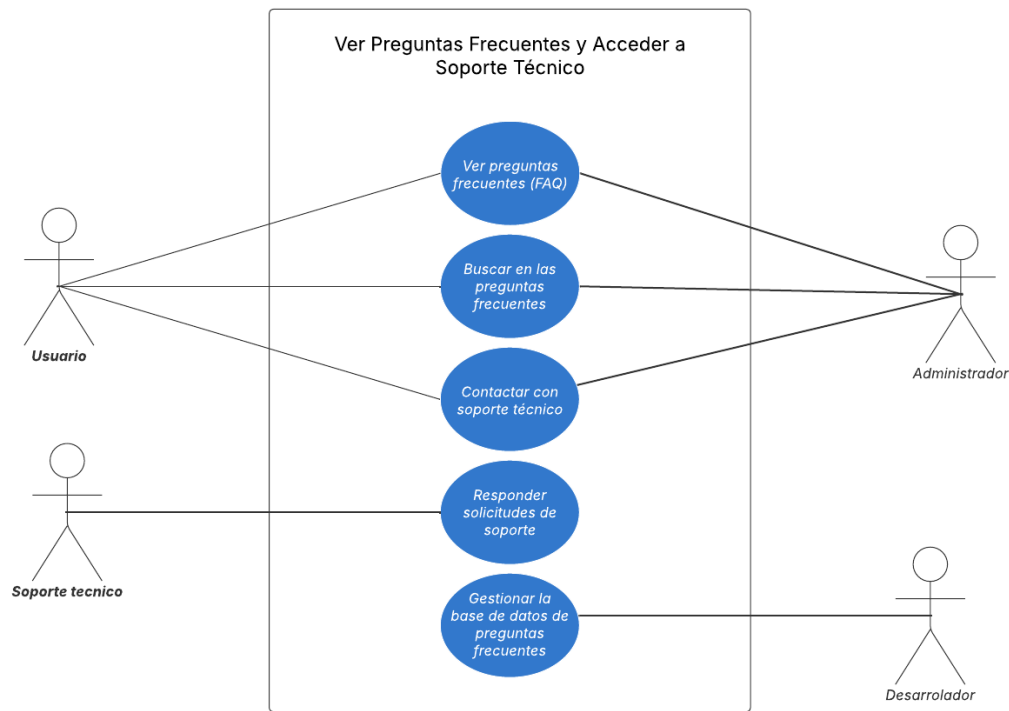
9. Lista de eventos guardados y asistidos: El perfil del usuario debe mostrar una lista de los eventos guardados y aquellos en los que ha asistido.



10. Agregar reseñas a eventos: Los usuarios deben poder agregar reseñas y valoraciones a los eventos que hayan asistido, compartiendo su experiencia con otros usuarios.



11. Ver preguntas frecuentes y soporte técnico: El sistema debe permitir a los usuarios acceder a una sección de preguntas frecuentes (FAQ) y ponerse en contacto con soporte técnico para resolver cualquier inconveniente.



Referencias

- Anderson, JD (2017). *Fundamentos de aerodinámica* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Bertin, JJ, y Smith, ML (2014). *Aerodinámica para ingenieros* (6.ª ed.). Pearson.
- Gudmundsson, S. (2014). *Diseño de aeronaves de aviación general: Métodos y procedimientos aplicados*. Butterworth-Heinemann.
- McCormick, BW (2021). *Aerodinámica, aeronáutica y mecánica de vuelo* (3.ª ed.). John Wiley & Sons.
- Raymer, DP (2018). *Diseño de aeronaves: Un enfoque conceptual* (6.ª ed.). Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica (AIAA).
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (s/f). Principio de arquímedes. Edu.Mx. Recuperado el 15 de marzo de 2025, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>
- Moebis, W., Ling, S. J., & Sanny, J. (2021, septiembre 28). 14.4 Principio de Arquímedes y flotabilidad. Física universitaria volumen 1; OpenStax.

<https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/14-4-principio-de-arquimedes-y-flotabilidad>

- (S/f). Oiml.org. Recuperado el 15 de marzo de 2025, de <https://www.oiml.org/en/publications/other-language-translations/spanish/g014-es11.pdf>
- Oliveira, J. A. (2018, octubre 23). Por qué flotan los barcos. VA DE BARCOS. <https://vadebarcos.net/2018/10/23/por-que-flotan-los-barcos/>
- Tensión superficial 2. (s/f). SlideShare. Recuperado el 15 de marzo de 2025, de <https://es.slideshare.net/slideshow/tensin-superficial-2/57607560>
- Moebs, W., Ling, S. J., & Sanny, J. (2021a, septiembre 28). 12.1 Condiciones para el equilibrio estático. Física universitaria volumen 1; OpenStax. <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/12-1-condiciones-para-el-equilibrio-estatico>