

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTADORES

CE-3101 BASES DE DATOS

F1 Garage Manager

Proyecto de Curso

Modalidad: Verano Intensivo

Profesor: MSc. Andrés Vargas

Estudiantes: Artavia Leiton Anthony Jose

Chaves Mena Luis Felipe

Feng Wu Alexs Eduardo

Monge Navarro Bryan Alexander

Periodo: Diciembre 2025 – Enero 2026

Repositorio Oficial del Proyecto:

<https://github.com/AnthonyArtavia20/F1GarageManagerBDVerano.git>

Avance 1

Modelo Conceptual ER

1. Diagrama ER

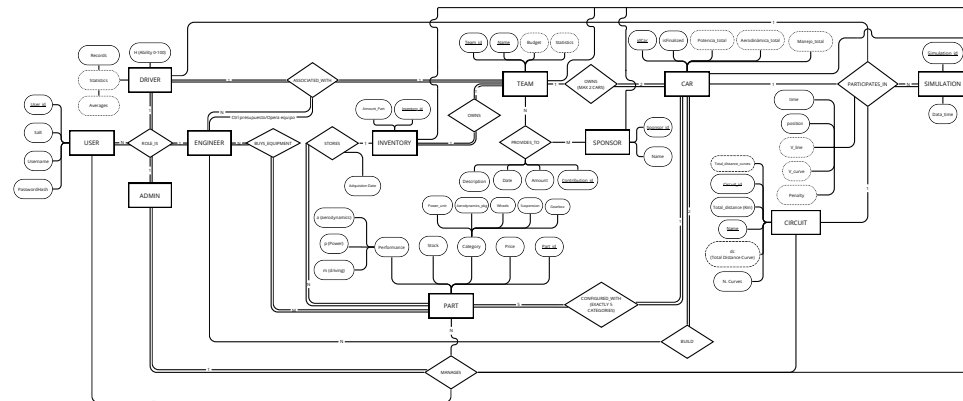


Figura 1: Diagrama Entidad-Relación para el proyecto *F1 Garage Manager*.

2. Entidades del Modelo y Reglas del Negocio

2.1. User

Entidad base para autenticación con atributos: `User_id`, `Username`, `Salt`, `PasswordHash`.

Relaciones y Cardinalidades Relación de especialización 1:1 con `Engineer`, `Driver` y `Admin`. Participación total del usuario.

Reglas de Negocio

- **RN-USER-01:** Usuario con exactamente un rol (`Engineer`, `Driver` o `Admin`).
- **RN-USER-02:** Contraseñas hash con salt único (`Argon2id/bcrypt`).
- **RN-USER-03:** Sesiones seguras con cookies `HttpOnly`, `Secure`, `SameSite`.
- **RN-USER-04:** Timeout de sesión y logout funcional.

2.2. Engineer

Rol para gestionar presupuesto, compras y armado de carros. Sin atributos propios.

Relaciones y Cardinalidades

- Relación N:M con `Part` (compras)
- Relación N:1 con `Team` (pertenencia)
- Relación con `Car` (armado, hasta 2 por equipo)

Reglas de Negocio

- **RN-ENG-01:** Único rol autorizado para comprar partes.
- **RN-ENG-02:** Gestiona presupuesto = suma de aportes.
- **RN-ENG-03:** Valida presupuesto y stock antes de comprar.
- **RN-ENG-04:** Máximo 2 carros por equipo.
- **RN-ENG-05:** Solo instala partes del inventario.
- **RN-ENG-06:** Inventario disminuye al instalar.
- **RN-ENG-07:** Parte anterior regresa al reemplazar.

2.3. Driver

Conductor con habilidad H (0-100). Atributos: **Records** y estadísticas.

Relaciones y Cardinalidades

- Relación N:1 con Team (asociación)
- Relación 1:1 con Simulation (participación)
- Relación con Circuit vía simulaciones

Reglas de Negocio

- **RN-DRV-01:** Habilidad H entre 0 y 100.
- **RN-DRV-02:** Asociado a equipo para simular.
- **RN-DRV-03:** Una simulación a la vez.
- **RN-DRV-04:** Acceso solo lectura a su perfil.
- **RN-DRV-05:** Estadísticas automáticas de historial.

2.4. Admin

Superusuario con acceso total al sistema.

Relaciones y Cardinalidades Acceso universal a todas las entidades.

Reglas de Negocio

- **RN-ADM-01:** Acceso total a todas las operaciones.
- **RN-ADM-02:** Ejecuta simulaciones.
- **RN-ADM-03:** Acceso a Grafana global.
- **RN-ADM-04:** Gestión de usuarios.
- **RN-ADM-05:** Gestión de equipos, conductores, patrocinadores, partes, circuitos.

2.5. Part

Pieza para carros. Atributos: **Part_id**, **Stock**, **Price**, **Category** (5 tipos), **p,a,m** (0-9).

Relaciones y Cardinalidades

- Relación 1:5 con Car (5 partes/carro)
- Relación N:1 con Inventory (almacenamiento)

Reglas de Negocio

- **RN-PRT-01:** Una de 5 categorías obligatorias.
- **RN-PRT-02:** p,a,m entre 0 y 9.
- **RN-PRT-03:** Stock ≥ 0 , validado.
- **RN-PRT-04:** Stock disminuye al comprar.
- **RN-PRT-05:** Solo comprable con stock.
- **RN-PRT-06:** Registro automático en inventario.

2.6. Sponsor

Patrocinador con atributos: **Sponsor_id**, **Name**. Aportes: **Amount**, **Date**, **Description**.

Relaciones y Cardinalidades Relación M:N con Team (múltiples aportes a equipos).

Reglas de Negocio

- **RN-SPN-01:** Múltiples aportes a múltiples equipos.
- **RN-SPN-02:** Registro de fecha, monto, descripción.
- **RN-SPN-03:** Presupuesto = suma de aportes.
- **RN-SPN-04:** Montos no negativos.
- **RN-SPN-05:** Registro permanente para auditoría.

2.7. Inventory

Inventario del equipo. Atributos: **Inventory_id**, **Team_id**, **Part_id**, **Quantity**, **Adquisition_Date**.

Relaciones y Cardinalidades

- Relación 1:1 con Team (un inventario/equipo)
- Relación N:1 con Part (almacenamiento)

Reglas de Negocio

- **RN-INV-01:** Un inventario por equipo.
- **RN-INV-02:** Partes registradas automáticamente.
- **RN-INV-03:** Cantidad disminuye al instalar.
- **RN-INV-04:** Cantidad aumenta al reemplazar.
- **RN-INV-05:** Solo partes con cantidad > 0 .
- **RN-INV-06:** Historial mantenido.

2.8. Car

Vehículo con atributos: `Car_id`, `P`, `A`, `M` (totales), `Is_Finalized`.

Relaciones y Cardinalidades

- Relación con `Engineer` (armado)
- Relación N:1 con `Team` (máximo 2/equipo)
- Relación 1:5 con `Part` (5 partes)
- Relación 1:1 con `Driver` (conducción)
- Relación M:N con `Simulation` (participación)

Reglas de Negocio

- **RN-CAR-01:** 5 partes (una por categoría).
- **RN-CAR-02:** Una parte por categoría.
- **RN-CAR-03:** Máximo 2 carros por equipo.
- **RN-CAR-04:** Solo partes del inventario.
- **RN-CAR-05:** $P = \sum p_i$, $A = \sum a_i$, $M = \sum m_i$.
- **RN-CAR-06:** Finalizado solo con 5 categorías.
- **RN-CAR-07:** Reemplazo devuelve parte.
- **RN-CAR-08:** Solo finalizados simulan.

2.9. Simulation

Ejecución de carrera. Atributos: `Simulation_id`, `Data_time`.

Relaciones y Cardinalidades

- Relación N:1 con `Circuit`
- Relación M:N con `Car`
- Relación 1:1 con `Driver`

Reglas de Negocio

- **RN-SIM-01:** Ejecutada en un circuito.
- **RN-SIM-02:** Solo carros finalizados.
- **RN-SIM-03:** Registra setup completo (5 partes con p,a,m).
- **RN-SIM-04:** Registra totales P,A,M y habilidad H.
- **RN-SIM-05:** $V_{recta} = 200 + 3P + 0,2H - A$ (km/h)
- **RN-SIM-06:** $V_{curva} = 90 + 2A + 2M + 0,2H$ (km/h)
- **RN-SIM-07:** $Penalizacion = \frac{C \cdot 40}{1+H/100}$ (s)
- **RN-SIM-08:** $T_{horas} = \frac{D_{rectas}}{V_{recta}} + \frac{D_{curvas}}{V_{curva}}$
- **RN-SIM-09:** $T_{seg} = (T_{horas} \cdot 3600) + Penalizacion$
- **RN-SIM-10:** Ganador = menor T_{seg}
- **RN-SIM-11:** Ranking por T_{seg}
- **RN-SIM-12:** Persistencia completa.
- **RN-SIM-13:** Comparación de setups.

2.10. Team

Equipo con atributos: Team_id, Name, Budget, Statistics.

Relaciones y Cardinalidades

- Relación 1:N con Engineer
- Relación 1:2 con Car
- Relación 1:1 con Inventory
- Relación 1:N con Driver
- Relación M:N con Sponsor

Reglas de Negocio

- **RN-TEM-01:** Presupuesto = suma de aportes.
- **RN-TEM-02:** Presupuesto disminuye al comprar.
- **RN-TEM-03:** Valida saldo suficiente.
- **RN-TEM-04:** Máximo 2 carros.
- **RN-TEM-05:** Un inventario por equipo.
- **RN-TEM-06:** Registro de movimientos.
- **RN-TEM-07:** Al menos un ingeniero.

2.11. Circuit

Circuito con atributos: `Circuit_id`, `Total_distance` (D), `N_Curves` (C).

Relaciones y Cardinalidades Relación 1:N con Simulation.

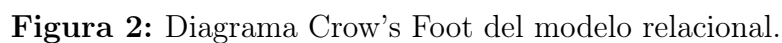
Reglas de Negocio

- **RN-CIR-01:** $D > 0$ km.
- **RN-CIR-02:** $C \geq 0$ curvas.
- **RN-CIR-03:** Parámetro global d_c .
- **RN-CIR-04:** $D_{curvas} = C \cdot d_c$.
- **RN-CIR-05:** $D_{rectas} = D - D_{curvas}$.
- **RN-CIR-06:** $D_{rectas} \geq 0$.

Crow's Foot + Esquema Inicial + Vistas Base

El segundo entregable transiciona del modelo ER conceptual al modelo relacional, implementando el esquema inicial en SQL Server y desarrollando funcionalidades básicas. Incluye mapeo sistemático, normalización y creación de procedimientos almacenados preliminares.

El diagrama Crow's Foot representa la notación lógica del modelo de datos, traduciendo relaciones conceptuales a una representación cercana a la implementación física. Especifica cardinalidades y direccionalidad para facilitar la creación de tablas.



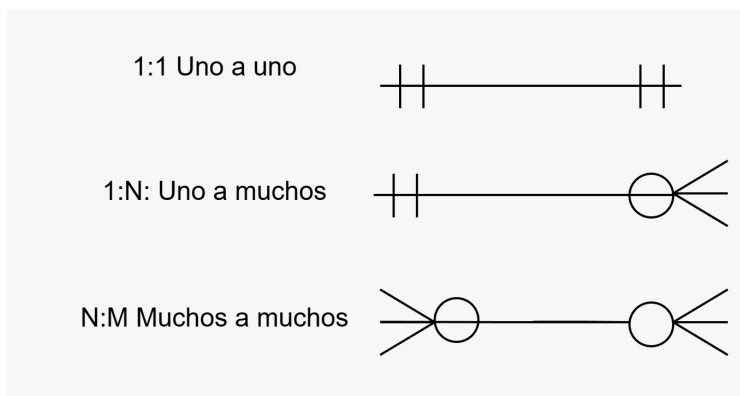


Figura 3: Simbología del diagrama relacional.

1.2. Proceso de Mapeo del Modelo ER a Relacional

Para la adaptación del modelo ER a relacional se empleó el conocimiento adquirido durante las clases del curso, siguiendo un proceso algorítmico que garantiza la correcta traducción de las estructuras conceptuales a tablas relacionales. Este proceso se desarrolló en seis etapas principales, cada una enfocada en un tipo específico de estructura del modelo conceptual.

1.2.1. Mapeo de Entidades Fuertes

Se inició el proceso con el mapeo de las entidades fuertes, aquellas que poseen existencia independiente y no requieren de otras entidades para ser identificadas. Las entidades identificadas como fuertes fueron **USER**, **TEAM**, **SPONSOR**, **PART**, **CIRCUIT** y **SIMULATION**. Cada una de estas entidades se tradujo a una tabla relacional con su llave primaria simple y no compuesta, lo que facilita las operaciones de referencia y mantiene la independencia estructural que las caracteriza. Estas tablas constituyen la base del modelo, sobre las cuales se construyen las relaciones con el resto del sistema.

1.2.2. Mapeo de Entidades Débiles

Posteriormente se procedió con el mapeo de las entidades débiles o dependientes, que requieren de la existencia de otras entidades para poder ser identificadas. Las entidades **ENGINEER**, **DRIVER**, **ADMIN**, **INVENTORY** y **CAR** fueron clasificadas como débiles debido a su dependencia existencial con sus respectivas entidades padre. En el caso de los roles de usuario (**ENGINEER**, **DRIVER**, **ADMIN**), estos heredan directamente la llave primaria de **USER**, estableciendo una relación de especialización. Por su parte, **INVENTORY** depende de **TEAM** mediante una relación uno a uno, mientras que **CAR** mantiene una dependencia directa con el equipo al que pertenece.

1.2.3. Mapeo de Relaciones Binarias

El proceso continuó con el mapeo de las relaciones binarias, clasificándolas según su cardinalidad. Para las relaciones uno a uno, como la existente entre **TEAM**

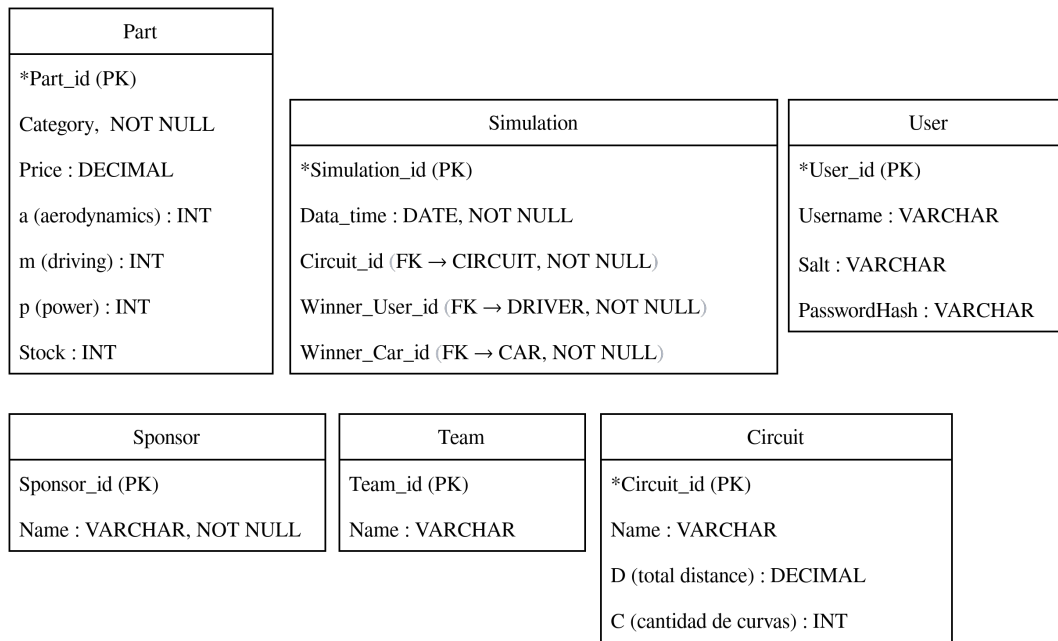


Figura 4: Entidades fuertes, resumen.

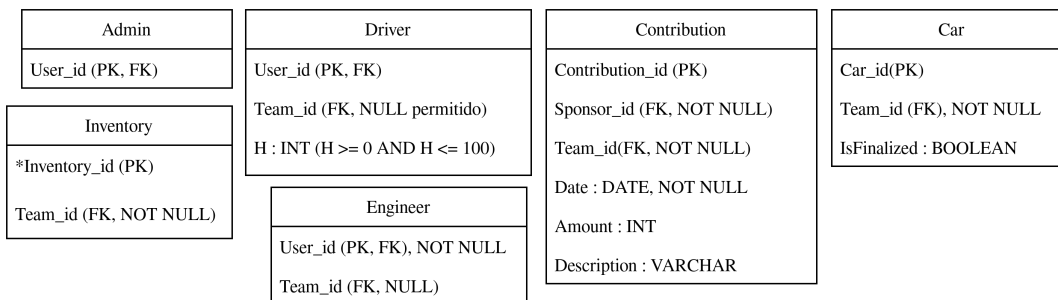


Figura 5: Entidades débiles, resumen.

e **INVENTORY**, se optó por incluir la llave foránea en la tabla con participación total, agregando además una restricción de unicidad para garantizar la cardinalidad. En el caso de las relaciones uno a muchos, se aplicó la técnica estándar de incluir la llave foránea en el lado muchos de la relación, como se observa en la relación entre **TEAM** y **CAR**, donde cada equipo puede poseer hasta dos carros. Las relaciones muchos a muchos requirieron la creación de tablas intermedias que almacenan las llaves de ambas entidades participantes, como es el caso de **CONTRIBUTION** para la relación entre **SPONSOR** y **TEAM**, **PURCHASE** para las compras de partes, **INVENTORY_PART** para el almacenamiento de partes en inventarios, y **CAR_CONFIGURATION** para la instalación de partes en los carros.

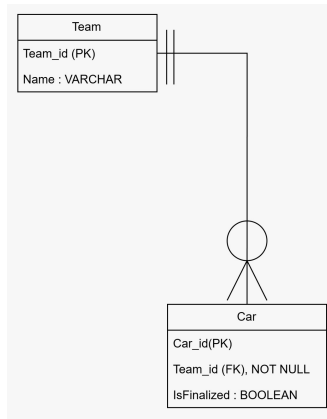


Figura 6: Ejemplo de relación entre TEAM y CAR.

1.3. Aplicación de Formas Normales

Durante todo el proceso de mapeo se aplicaron las formas normales necesarias para evitar redundancia de datos, anomalías de actualización y complejidad innecesaria en el modelo. Esta aplicación sistemática garantiza que el esquema resultante sea eficiente y mantenible a largo plazo.

1.3.1. Primera Forma Normal (1NF)

La primera forma normal establece que todos los atributos deben ser atómicos, es decir, no pueden contener conjuntos de valores o estructuras complejas. Un ejemplo claro de la aplicación de esta forma normal se encuentra en la entidad **PART**, donde inicialmente se contempló almacenar el rendimiento como un atributo compuesto en formato **Performance** ($p=5$, $a=7$, $m=3$). Sin embargo, esto violaría la atomicidad requerida por 1NF, por lo que se decidió descomponer este atributo en tres columnas independientes: **p**, **a** y **m**, cada una almacenando un valor entero entre 0 y 9. De igual manera, los atributos compuestos del modelo conceptual fueron descompuestos en sus elementos simples durante el mapeo, asegurando que cada celda de la base de datos contenga únicamente valores atómicos.

1.3.2. Segunda Forma Normal (2NF)

La segunda forma normal elimina las dependencias parciales, requiriendo que en tablas con llaves primarias compuestas, todos los atributos no clave dependan de la llave completa y no solo de parte de ella. Esta forma normal es particularmente relevante en las tablas intermedias que surgieron del mapeo de relaciones muchos a muchos. En la tabla **INVENTORY_PART**, por ejemplo, la llave primaria está compuesta por **Inventory_id** y **Part_id**, y el atributo **Quantity** depende correctamente de ambas llaves, ya que representa cuántas unidades de una parte específica existen en un inventario específico. Una violación de 2NF habría ocurrido si se incluyera el atributo **Part_Category** en esta tabla, pues este solo depende de **Part_id** y no de la llave completa. Por esta razón, dicho atributo permanece correctamente ubicado en la tabla **PART**, donde pertenece.

1.3.3. Tercera Forma Normal (3NF)

La tercera forma normal elimina las dependencias transitivas, asegurando que ningún atributo no clave dependa de otro atributo no clave. La aplicación de esta forma normal se refleja principalmente en la decisión de no almacenar atributos derivados que pueden calcularse a partir de otros datos. En la tabla **CAR**, los totales de rendimiento **P**, **A** y **M** no se almacenan físicamente, ya que estos valores se derivan de la suma de los atributos correspondientes de las cinco partes instaladas en el carro. De igual manera, en la tabla **TEAM**, el atributo **Budget** no se almacena directamente, pues este se calcula como la suma de todos los aportes registrados en la tabla **CONTRIBUTION**. Un ejemplo de violación de 3NF habría sido incluir el atributo **Team_Name** en la tabla **CAR**, ya que este depende de **Team_id** (un atributo no clave desde la perspectiva de **CAR**) y no directamente de **Car_id**. Esta información ya existe en la tabla **TEAM**, y duplicarla generaría redundancia y potenciales inconsistencias.

Como resultado de la aplicación sistemática de estas tres formas normales, se obtuvo un esquema de base de datos libre de redundancia significativa, con dependencias funcionales bien definidas y una estructura que facilita las operaciones de mantenimiento y actualización de datos. El modelo resultante es consistente, eficiente y preparado para soportar las operaciones del sistema sin anomalías de inserción, actualización o eliminación.

1.4. Schema Inicial en SQL Server

La implementación del esquema en SQL Server se realizó siguiendo una estrategia incremental que facilita la depuración y el mantenimiento del código. Se crearon scripts modulares organizados por funcionalidad, permitiendo que el equipo de desarrollo trabajara de forma paralela en distintos componentes del sistema.

El proceso de creación se dividió en cuatro etapas principales. Primero se estableció la base de datos **F1GarageManager** y se verificó la existencia del esquema **dbo**. Posteriormente se crearon las tablas de entidades fuertes sin restricciones de integridad referencial, estableciendo únicamente las llaves primarias y las restricciones de verificación sobre los atributos individuales. En una tercera etapa se procedió con la creación de las tablas de entidades débiles y las tablas intermedias para relaciones muchos a muchos, manteniendo nuevamente las restricciones de integridad referencial pendientes. Finalmente, mediante sentencias **ALTER TABLE**, se agregaron todas las llaves foráneas que establecen las relaciones entre las distintas tablas del sistema.

Esta aproximación de crear primero las tablas sin integridad referencial y agregar posteriormente las llaves foráneas mediante **ALTER TABLE** ofrece varias ventajas prácticas. Evita errores de dependencias circulares durante la creación, permite modificar fácilmente el orden de creación de las tablas sin preocuparse por restricciones, facilita la depuración al aislar problemas de estructura de problemas de relaciones, y mejora la legibilidad del código al separar claramente la definición de tablas de la definición de relaciones.

Para cada tabla se definieron explícitamente las llaves primarias utilizando la restricción **PRIMARY KEY** con nombres descriptivos mediante la cláusula

CONSTRAINT. Se empleó la funcionalidad `IDENTITY(1,1)` de SQL Server para la generación automática de valores de llaves primarias, garantizando unicidad sin intervención manual. Las restricciones de verificación se implementaron mediante cláusulas `CHECK` para garantizar la validez de los datos, como en el caso de los valores de rendimiento de las partes que deben estar entre 0 y 9, o las restricciones de categorías válidas en la tabla `PART`.

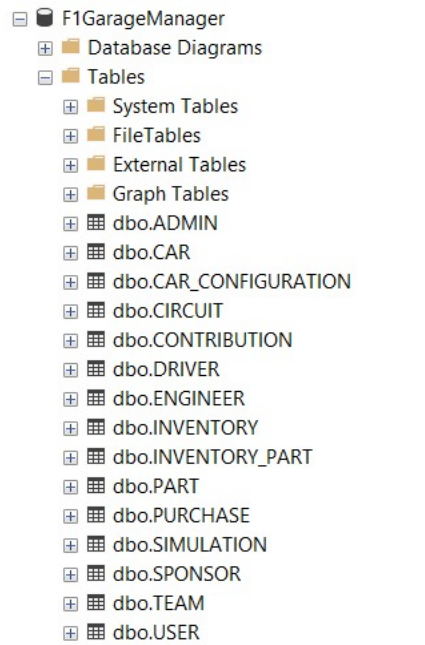


Figura 7: Tablas creadas en SQL Server Management Studio mostrando la estructura completa del esquema.

1.5. Stored Procedures Preliminares

Como parte de los requerimientos del entregable, se desarrollaron procedimientos almacenados preliminares que demuestran las operaciones fundamentales del sistema. Estos procedimientos, aunque básicos en su implementación inicial, establecen la estructura sobre la cual se construirán las funcionalidades completas en entregas posteriores.

1.5.1. Procedimiento para Cálculo de Presupuesto

El procedimiento `sp_GetTeamBudget` calcula el presupuesto disponible de un equipo mediante la suma de todos los aportes registrados por patrocinadores. Este procedimiento recibe como parámetro el identificador del equipo y retorna el total acumulado de contribuciones, representando el presupuesto disponible para compras de partes.

1.5.2. Procedimiento para Consulta de Inventario

El procedimiento `sp_GetTeamInventory` permite consultar las partes disponibles en el inventario de un equipo específico. Mediante operaciones de `JOIN` entre

las tablas `INVENTORY`, `INVENTORY_PART` y `PART`, este procedimiento retorna el identificador de cada parte, su categoría y la cantidad disponible, proporcionando una vista consolidada del inventario del equipo.

1.5.3. Procedimiento para Registro de Compras

El procedimiento `sp_RegisterPurchase` implementa la funcionalidad básica de registro de compras de partes. En esta versión preliminar, el procedimiento inserta un registro en la tabla `PURCHASE` con los datos del ingeniero que realiza la compra, la parte adquirida y la cantidad comprada. La versión actual utiliza valores simplificados para el cálculo de precios, los cuales serán reemplazados en entregas posteriores por la lógica completa que incluye validación de presupuesto, verificación de stock y actualización automática del inventario.

1.5.4. Procedimiento para Consulta de Configuración

El procedimiento `sp_GetCarConfiguration` proporciona la configuración actual de un carro, mostrando qué parte está instalada en cada una de las cinco categorías obligatorias. Este procedimiento consulta directamente la tabla `CAR_CONFIGURATION` y retorna las parejas de categoría y parte instalada, permitiendo visualizar el estado de armado del carro.

Estos procedimientos almacenados preliminares cumplen con el objetivo de demostrar la viabilidad de las operaciones centrales del sistema. Aunque su implementación actual es simplificada, establecen las interfaces y la estructura básica que será extendida en las siguientes entregas con validaciones completas, manejo de transacciones, control de errores y lógica de negocio completa según las reglas especificadas en el modelo conceptual.

2. Implementación Base del Frontend

Se desarrolló una versión preliminar del **Frontend** utilizando tecnologías como: **React**, **TypeScript**, **Vite** y **Tailwind CSS**. Esta implementación incluye las vistas base para las funcionalidades especificadas, con operaciones básicas funcionales.

Nota.- Se empleó el modelo de lenguaje GPT-4 como herramienta de asistencia técnica y creativa. Su contribución se centró principalmente en el diseño del sistema de diseño visual, abarcando la definición de la paleta de colores inspirada en la estética de la Fórmula 1, la configuración de los archivos: `tailwind.config.ts` para Tailwind CSS, `index.css` y algunos componentes de la interfaz gráfica.

Más información al respecto se puede encontrar en el código fuente.

2.1. Requerimientos y Tecnologías

Tecnología	Versión	Propósito
React	18.2.0	Biblioteca principal para construcción de interfaces de usuario
TypeScript	5.2.2	Tipado estático para mayor robustez y mantenibilidad del código
Vite	5.0.0	Herramienta de construcción de alta velocidad y servidor de desarrollo
Tailwind CSS	3.4.0	Framework de estilos utilitarios para diseño responsivo
React Router DOM	6.21.1	Sistema de enrutamiento y navegación entre páginas
React Hook Form	7.49.2	Manejo eficiente de formularios con validación integrada

Cuadro 1: Tecnologías principales utilizadas para la aplicación web.

2.2. Estructura del Proyecto

El código fuente sigue una arquitectura modular organizada en el directorio `src/`:

```
src/  
  |— App.css  
  |— App.tsx  
  |— assets/  
  |— components/  
  |— hooks/  
  |— index.css  
  |— lib/  
  |— main.tsx  
  |— modules/  
  |— vite-env.d.ts
```

`modules/` Contiene las páginas principales de la aplicación.

`components/` Aloja componentes reutilizables.

Nota.- Varios elementos individuales y *layouts* utilizados en el desarrollo del frontend se basan en plantillas y código de referencia obtenidos de los siguientes repositorios de componentes para Tailwind CSS:

<https://www.tailwind-kit.com/>
<https://tailgrids.com/>

`lib/` Incluye utilidades generales, constantes del sistema y funciones auxiliares.

`assets/` Contiene recursos estáticos como imágenes e iconos.

2.3. Módulos Implementados

Se desarrollaron los siguientes módulos funcionales que cubren algunas de las funcionalidades básicas del sistema:

Módulo	Descripción y Funcionalidad
<code>CarAssembly.tsx</code>	Armado de vehículos con cálculo de P, A, M mediante selección de 5 categorías de partes.
<code>Store.tsx</code>	Catálogo para visualización de las partes disponibles.
<code>Inventory.tsx</code>	Sección de inventario la cual presenta las partes disponibles en la tienda.
<code>Login.tsx</code>	Autenticación simulada para tres roles (Admin, Engineer, Driver).
<code>UserManagement.tsx</code>	Interfaz para administración de usuarios del sistema.
<code>Teams.tsx</code>	Sección para la gestión completa de equipos disponibles.
<code>Drivers.tsx</code>	Registro de conductores en el sistema, con su respectiva estadística H.
<code>Sponsors.tsx</code>	Vizualización de patrocinadores activos.
<code>DriverProfile.tsx</code>	Perfil de conductor en modo solo lectura, el cual muestra estadísticas personales.
<code>Analytics.tsx</code>	Estructura base preparada para integración futura con Grafana.
<code>NotFound.tsx</code>	Manejo de rutas inválidas con navegación de retorno a secciones principales del sistema.

Cuadro 2: Módulos del *frontend* implementados.