

# Report

# Università di Bologna · Campus di Cesena

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria e Scienze Informatiche

---

Alessandro Becci	0001125114	alessandro.becci@studio.unibo.it
Luca Tonelli	0001126379	luca.tonelli11@studio.unibo.it
Ludovico Nollino	0001148295	ludovico.nollino@studio.unibo.it

# Table of Contents

1. Domain Driven Development .....	2
1.1. Ubiquitous Language .....	2
1.2. Requisiti del sistema .....	2
1.3. User Story .....	2
1.4. Use Case .....	3
1.5. Quality Attributes Scenarios .....	7
1.6. Domain Storytelling .....	7
1.7. Domain Model .....	9
1.8. Bounded Context .....	11
1.9. Context Map .....	12
2. Dal Domain Driven Development ai Microservizi .....	13
2.1. System operations .....	13
2.2. Subdomains .....	13
2.3. Identificazione dei servizi dalle operazioni di sistema .....	14
2.4. Identificazione delle API dei servizi .....	15
3. Descrizione dei microservizi .....	17
3.1. Configurazione Docker per i Microservizi .....	17
3.2. Prometheus .....	18
3.3. API Gateway .....	18
3.4. Service Discovery .....	19
3.5. Map Microservice .....	20
3.6. User Microservice .....	21
3.7. EBike Microservice .....	22
3.8. Ride Microservice .....	24
4. Descrizione dell'architettura dei microservizi .....	26
5. Validazione dell'architettura proposta .....	31
5.1. Test pyramid .....	31
5.2. Commento sulla validazione dell'architettura .....	36

# Chapter 1. Domain Driven Development

Il sistema è stato progettato seguendo il paradigma DDD (Domain Driven Design), partendo dalla definizione dell' Ubiquitous Language e dall'analisi delle user story prodotte e dei casi d'uso, proseguendo con la costruzione del domain-model individuato. Con questi elementi è stato possibile definire i bounded context, con i relativi subdomains, e la context map.

## 1.1. Ubiquitous Language

L'ubiquitous language è stato definito in modo da rendere il sistema comprensibile e utilizzato per la definizione degli artefatti utili per definire: funzionalità, attributi di qualità, bounded context e context map.

Termine	Descrizione
Admin	Un individuo che può registrarsi, accedere, con privilegi speciali che può gestire biciclette, visualizza tutti gli utenti registrati e monitora lo stato e la posizione di tutte le bici sulla mappa.
User	Un individuo che può registrarsi, accedere, visualizzare le biciclette disponibili, avviare e interrompere le corse, ricaricare il credito del proprio account e visualizzare il saldo del credito.
Credit	Il saldo di un utente che può essere utilizzato per avviare una corsa.
E-Bike	Una bici elettrica che può avere stati diversi a seconda del livello della batteria e dell'utilizzo.
Ride	Una sessione in cui un utente utilizza una bicicletta per un periodo specifico.
Map	Una rappresentazione dell'area in cui si trovano tutte le biciclette. La mappa mostra entrambi bici disponibili e non disponibili per gli amministratori ma solo bici disponibili per gli utenti.

## 1.2. Requisiti del sistema

Di seguito un elenco dei requisiti identificati che deve avere il sistema:

1. Il sistema deve permettere agli utenti di registrarsi e accedere.
2. Il sistema deve permettere agli utenti di visualizzare le ebike disponibili.
3. Il sistema deve permettere agli utenti di avviare, monitorare e fermare una ride.
4. Il sistema deve permettere agli utenti di ricaricare il proprio credito.
5. Il sistema deve permettere agli utenti di visualizzare il saldo del proprio credito.
6. Il sistema deve permettere agli amministratori di visualizzare tutte le ebike sulla mappa.
7. Il sistema deve permettere agli amministratori di aggiungere nuove ebike.
8. Il sistema deve permettere agli amministratori di ricaricare le ebike.
9. Il sistema deve permettere agli amministratori di visualizzare tutti gli utenti registrati.
10. Il sistema deve permettere agli amministratori di monitorare tutte le eventuali ride in corso.

## 1.3. User Story

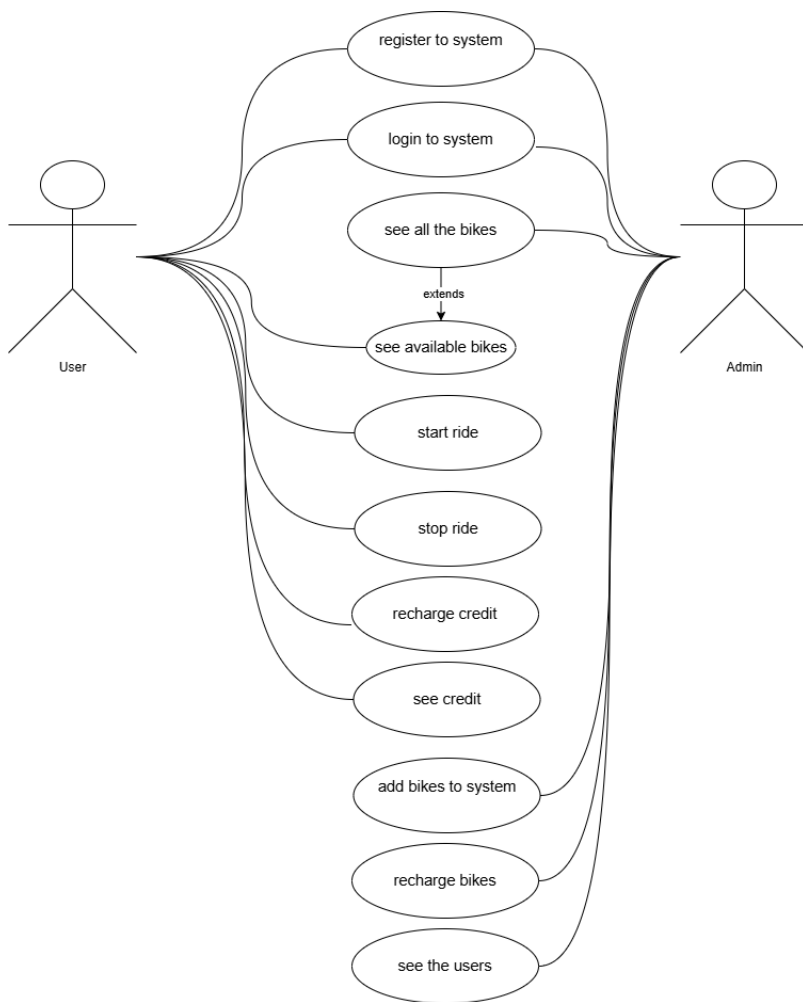
Le user story sono state definite in modo da rappresentare le funzionalità principali del sistema. Quelle individuate sono descritte di seguito:

User Story	Descrizione
US1: Sign Up	<b>Given</b> a user and an admin <b>When</b> a user or an admin sign up <b>Then</b> they are saved into the system and the user credit is set to 100
US2: Login	<b>Given</b> a user and an admin <b>When</b> a user or an admin sign in <b>Then</b> they can access to the system
US3: See All Bikes	<b>Given</b> an admin <b>When</b> is logged into the system <b>Then</b> he can view all the bikes on the map, also the riding ones

User Story	Descrizione
US4: Add E-Bike	<b>Given</b> an admin and the map and an e-bike <b>When</b> the admin adds a new e-bike <b>Then</b> the e-bike is saved and assigned to the map with 100% of charge level and is set to AVAILABLE state
US5: Recharge E-Bike	<b>Given</b> an admin and the map and an e-bike <b>When</b> the admin recharges the e-bike that is in MAINTENANCE state <b>Then</b> the e-bike's charging level is raised to 100% and is set to AVAILABLE state
US6: See All Users	<b>Given</b> an admin and the list of the users registered <b>When</b> the admin is logged into the system <b>Then</b> all the registered users are shown with their credit
US7: See All Available Bikes	<b>Given</b> a user <b>When</b> is logged into the system <b>Then</b> he can view all the bikes on the map that are in AVAILABLE state
US8: Start Ride	<b>Given</b> a user and the map and an e-bike <b>When</b> the user starts a new ride with the e-bike <b>Then</b> the e-bike is set to IN_USE state and the user's credit is decreased and the e-bike's battery level is decreased and the e-bike position is updated on the map following the ride and the map is updated following the e-bike position
US9: Stop Ride	<b>Given</b> a user and the map and an e-bike and an ongoing ride <b>When</b> the user stops the ride <b>Then</b> the e-bike change its state into AVAILABLE or MAINTENANCE depending on battery level and the map is updated following the bike position
US10: Observe Ride	<b>Given</b> a user and the map and a ride <b>When</b> the ride is ongoing <b>Then</b> the user can see the e-bike of the ride on the map
US11: Recharge Credit	<b>Given</b> a user <b>When</b> the user recharges his credit of an amount <b>Then</b> the user's credit is increased of the amount

## 1.4. Use Case

I casi d'uso sono stati definiti in modo da rappresentare le interazioni tra gli attori e il sistema. Quelli individuati sono raffigurati di seguito:



### 1.4.1. Descrizione dei casi d'uso

#### Register to system

Campo	Descrizione
Attori	User, Admin
Scope	E-Bike System
Livello	Alto
Precondizioni	L'utente non deve essere già registrato al sistema.
Postcondizioni	L'utente è registrato e può effettuare il login.
Trigger	L'utente desidera utilizzare il sistema e avvia la registrazione.
Flusso	1. L'utente inserisce i propri dati 2. Il sistema verifica i dati. 3. Il sistema crea un nuovo account per l'utente. 4. L'utente riceve una conferma della registrazione.

#### Login to system

Campo	Descrizione
Attori	User, Admin
Scope	E-Bike System
Livello	Alto
Precondizioni	L'utente deve essere registrato al sistema.
Postcondizioni	L'utente ha effettuato l'accesso e può utilizzare le funzionalità.
Trigger	L'utente desidera accedere al sistema.
Flusso	1. L'utente inserisce le proprie credenziali 2. Il sistema verifica le credenziali. 3. Il sistema consente l'accesso e mostra la dashboard.

## See all bikes

Campo	Descrizione
Attori	Admin
Scope	E-Bike System
Livello	Medio
Precondizioni	L'attore deve essere autenticato.
Postcondizioni	L'attore visualizza tutte le e-bike.
Trigger	L'attore desidera vedere tutte le e-bike.
Flusso	1. L'attore esegue l'autenticazione. 2. Il sistema recupera le e-bike. 3. Il sistema mostra tutte le e-bike sulla dashboard.

## See available bikes

Campo	Descrizione
Attori	User
Scope	E-Bike System
Livello	Medio
Precondizioni	L'attore deve essere autenticato.
Postcondizioni	L'attore visualizza solo le e-bike disponibili.
Trigger	L'attore desidera vedere le e-bike disponibili.
Flusso	1. L'attore effettua l'autenticazione. 2. Il sistema filtra le e-bike attualmente disponibili. 3. Il sistema mostra le e-bike disponibili sulla dashboard.

## Start ride

Campo	Descrizione
Attori	User
Scope	E-Bike System
Livello	Alto
Precondizioni	L'utente deve avere credito sufficiente e selezionare una bicicletta disponibile.
Postcondizioni	La ride viene avviata e il sistema registra l'utilizzo.
Trigger	L'utente decide di iniziare una ride.
Flusso	1. L'utente seleziona una e-bike disponibile. 2. Il sistema verifica il credito dell'utente. 3. Il sistema sblocca l'e-bike. 4. La ride inizia e viene registrata nel sistema. 5. Il sistema aggiorna la posizione della bicicletta sulla mappa. 6. Il sistema aggiorna il livello di carica della bicicletta. 7. Il sistema scala il costo dal credito dell'utente.

## Stop ride

Campo	Descrizione
Attori	User
Scope	E-Bike System
Livello	Alto
Precondizioni	Una ride deve essere in corso.
Postcondizioni	La ride viene terminata e il sistema calcola il costo.
Trigger	L'utente decide di terminare la ride.
Flusso	1. L'utente segnala il termine della ride. 2. Il sistema termina di scalare il credito dell'utente. 3. Il sistema mostra l'ultimo aggiornamento della posizione dell'e-bike sulla mappa. 4. Il sistema mostra l'ultimo aggiornamento della carica dell'e-bike: 4.1 Se la carica è 0%, l'e-bike' viene messa in manutenzione. 4.2 Altrimenti, l'e-bike' viene rimessa disponibile e mostrata sulla mappa.

## Recharge credit

Campo	Descrizione
Attori	User
Scope	E-Bike System
Livello	Alto
Precondizioni	L'utente deve essere autenticato.
Postcondizioni	Il credito dell'utente viene incrementato.
Trigger	L'utente desidera ricaricare il proprio credito.
Flusso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'utente sceglie l'opzione per ricaricare il credito.</li> <li>2. L'utente specifica l'importo da ricaricare.</li> <li>3. Il sistema aggiunge l'importo specificato dall'utente al credito corrente.</li> <li>4. Il sistema aggiorna il saldo dell'utente.</li> </ol>

## See credit

Campo	Descrizione
Attori	User
Scope	E-Bike System
Livello	Basso
Precondizioni	L'utente deve essere autenticato.
Postcondizioni	L'utente visualizza il saldo del proprio account.
Trigger	L'utente desidera vedere il proprio credito.
Flusso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'utente accede effettua l'autenticazione.</li> <li>2. Il sistema recupera il saldo dal database.</li> <li>3. Il sistema mostra il saldo all'utente sulla dashboard.</li> </ol>

## Add bikes to system

Campo	Descrizione
Attori	Admin
Scope	E-Bike System
Livello	Alto
Precondizioni	L'amministratore deve essere autenticato.
Postcondizioni	Nuove e-bike sono aggiunte al sistema.
Trigger	L'amministratore desidera aggiungere delle nuove e-bike.
Flusso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'amministratore seleziona l'opzione per aggiungere le e-bike.</li> <li>2. L'amministratore inserisce i dettagli delle e-bike.</li> <li>3. Il sistema registra le e-bike nel database.</li> <li>4. Le e-bike diventano disponibili nel sistema.</li> </ol>

## Recharge bikes

Campo	Descrizione
Attori	Admin
Scope	Bike Sharing System
Livello	Basso
Precondizioni	Le e-bike devono essere in stato di manutenzione.
Postcondizioni	Le e-bike sono ricaricate e rimesse in stato disponibile.
Trigger	L'amministratore rileva e-bike scariche in stato di manutenzione.
Flusso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'amministratore individua e-bike scariche in stato di manutenzione.</li> <li>2. L'amministratore seleziona l'opzione di ricarica dell'e-bike.</li> <li>3. L'amministratore specifica l'e-bike da ricaricare.</li> <li>4. Il sistema aggiorna il livello di carica dell'e-bike e la rende disponibile.</li> </ol>

## See the users

Campo	Descrizione
Attori	Admin
Scope	E-Bike System



Campo	Descrizione
Livello	Basso
Precondizioni	L'amministratore deve essere autenticato.
Postcondizioni	L'amministratore visualizza l'elenco degli utenti.
Trigger	L'amministratore desidera vedere gli utenti registrati.
Flusso basico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'amministratore effettua l'autenticazione.</li> <li>2. Il sistema recupera l'elenco degli utenti e le loro relative informazioni dal database.</li> <li>3. L'elenco degli utenti con le loro relative informazioni viene mostrato all'amministratore nella dashboard.</li> </ol>

## 1.5. Quality Attributes Scenarios

I casi d'uso individuati sono stati analizzati per identificare i rispettivi attributi di qualità. Di seguito sono riportati i principali attributi di qualità individuati:

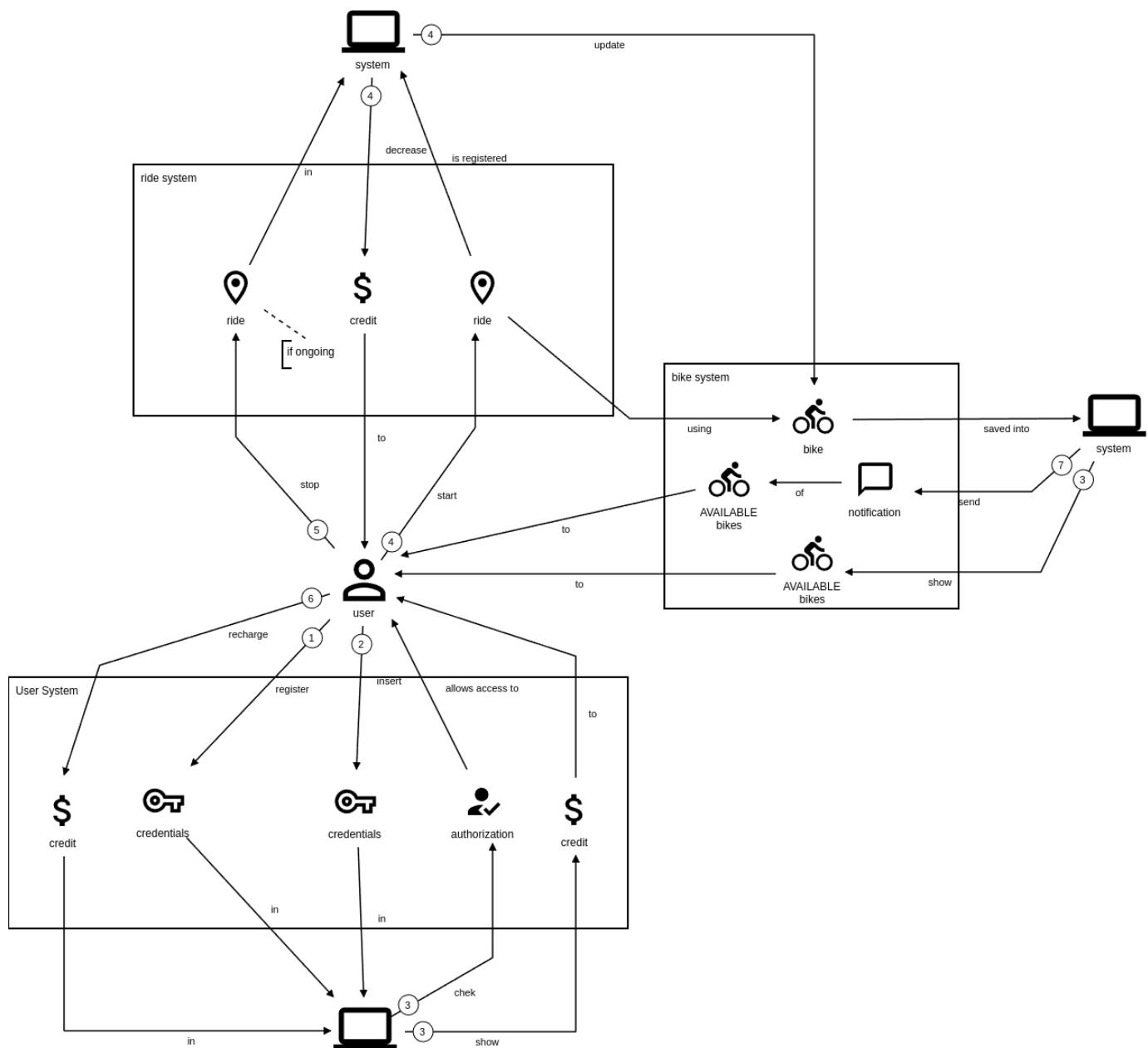
Quality Attribute	Source	Stimulus	Artifact	Environment	Response	Response Measure
Estendibilità	Developer	Aggiungere un nuovo servizio	Codebase di un microservizio	Situazione normale	Il nuovo servizio viene aggiunto senza impattare gli altri servizi	Nessuna modifica necessaria ai microservizi esistenti
Scalabilità	DevOps	Aumento del traffico	Microservizi esistenti	Ambiente di produzione	I microservizi scalano	La latenza rimane sotto il valore soglia
Scalabilità	Stakeholder	Aggiunta di un nuovo microservizio	Sistema di microservizi	Ambiente di progettazione e sviluppo	L'intero sistema scala, permettendo l'aggiunta del nuovo microservizio adattato alle tecnologie esistenti	La codebase dei microservizi esistenti non viene modificata
Modificabilità	Stakeholder	Cambio nei requisiti di business	Microservizi esistenti	Situazione normale	Le modifiche si applicano solo ai servizi interessati	Nessuna interruzione del sistema complessivo
Testabilità	Tester	Esecuzione di test end-to-end	Microservizi distribuiti	Ambiente di test	I servizi sono testabili indipendentemente e insieme	Tutti i test passano con successo (e.g., test di integrazione)
Interoperabilità	System Integrator	Integrazione con un nuovo sistema esterno	API Gateway	Ambiente di produzione	Il sistema comunica correttamente con il nuovo sistema	Tempo di integrazione accettabile

## 1.6. Domain Storytelling

In aiuto alla definizione del domain-model, si è deciso di realizzare anche dei Domain Storytelling sia per lo user sia per l'admin.

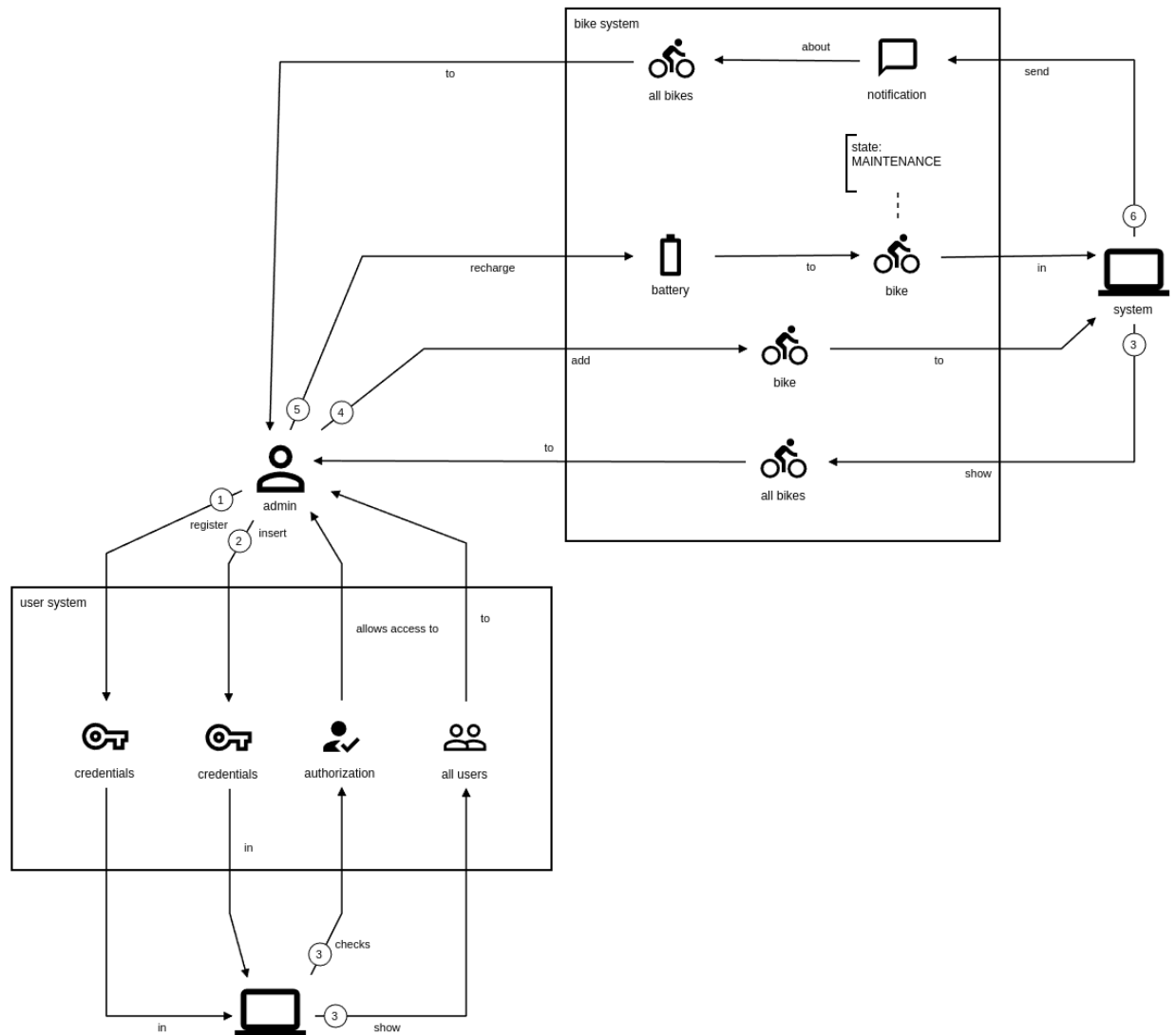
# User storytelling

undefined



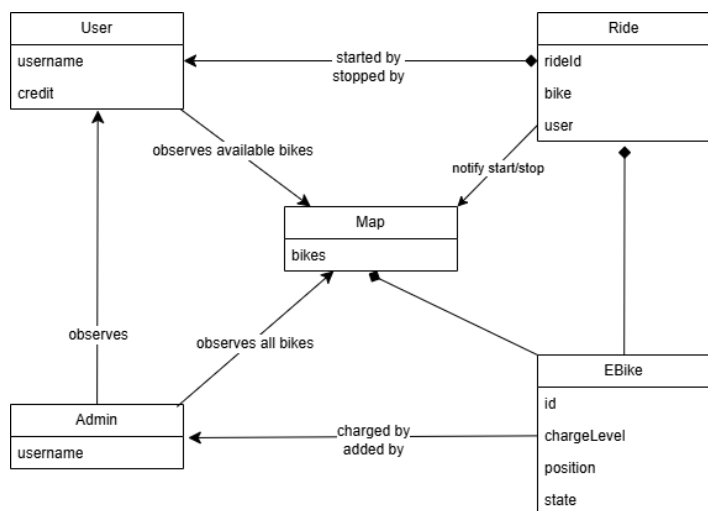
# Admin storytelling

undefined



## 1.7. Domain Model

Grazie all'analisi delle user story, dei casi d'uso e dei rispettivi Domain Storytelling è stato possibile individuare facilmente il domain-model del sistema, definito in modo da rappresentare le entità principali del sistema e le relazioni tra di esse. Esso è rappresentato nel seguente diagramma:



Entità: User

Campo	Descrizione
Nome	User
Attributi	username, credit
Ruolo	Utente normale che può osservare le e-bike, ricaricare il proprio credito e effettuare le ride.

### Entità: Admin

Campo	Descrizione
Nome	Admin
Attributi	username
Ruolo	Amministratore che gestisce le e-bike, aggiungendone nuove o ricaricando quelle esistenti, e che osserva gli utenti.

### Entità: Ride

Campo	Descrizione
Nome	Ride
Attributi	rideId, bike, user
Ruolo	Rappresenta una corsa di un utente su una bicicletta.

### Entità: Map

Campo	Descrizione
Nome	Map
Attributi	bikes
Ruolo	Contiene informazioni sulle e-bike disponibili per gli utenti e di tutte le e-bike per l'admin.

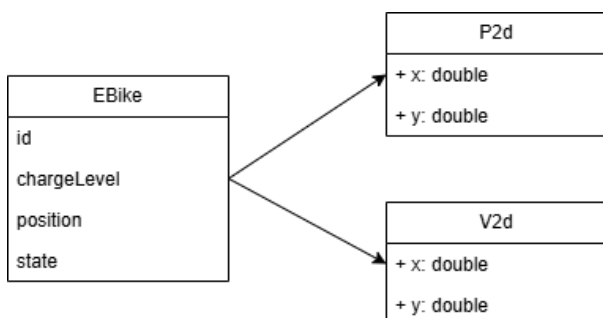
### Entità: EBike

Campo	Descrizione
Nome	EBike
Attributi	id, chargeLevel, position, state
Ruolo	Rappresenta una e-bike con variabili di stato.

### Interazioni tra le entità

- **User** può avviare e fermare una **Ride**.
- **Admin** può aggiungere o modificare una **EBike**.
- **User** e **Admin** possono osservare le biciclette disponibili nella **Map**.
- **Ride** notifica lo stato di avvio e fermo delle ride alla **Map**.

### Value Objects



- **P2d**: rappresenta una posizione bidimensionale e contiene i valori x e y.
- **V2d**: rappresenta un vettore bidimensionale e contiene i valori x e y.

## Aggregates

- **Ride**: contiene le informazioni relative alla ride e include **User** e **EBike**.
- **Map**: contiene le informazioni relative alla mappa e include **EBike**.
- **EBike**: contiene le informazioni relative alla e-bike e include i value objects **P2d** e **V2d**.

## Domain Events

- **RideStarted**: notifica l'avvio di una ride e contiene l'aggregato **Ride**.
- **RideStopped**: notifica la fine di una ride e contiene l'aggregato **Ride**.
- **EBikeAdded**: notifica l'aggiunta di una e-bike e contiene l'aggregato **Map**.
- **EBikeRecharged**: notifica la ricarica di una e-bike e contiene l'aggregato **Map**.

## Domain Services

- **RideService**: contiene i metodi per avviare e fermare una ride.
- **EBikeService**: contiene i metodi per aggiungere e ricaricare una e-bike.
- **MapService**: contiene i metodi per visualizzare le e-bike sulla mappa.
- **UserService**: contiene i metodi per ricaricare il credito dell'utente.

## Factory

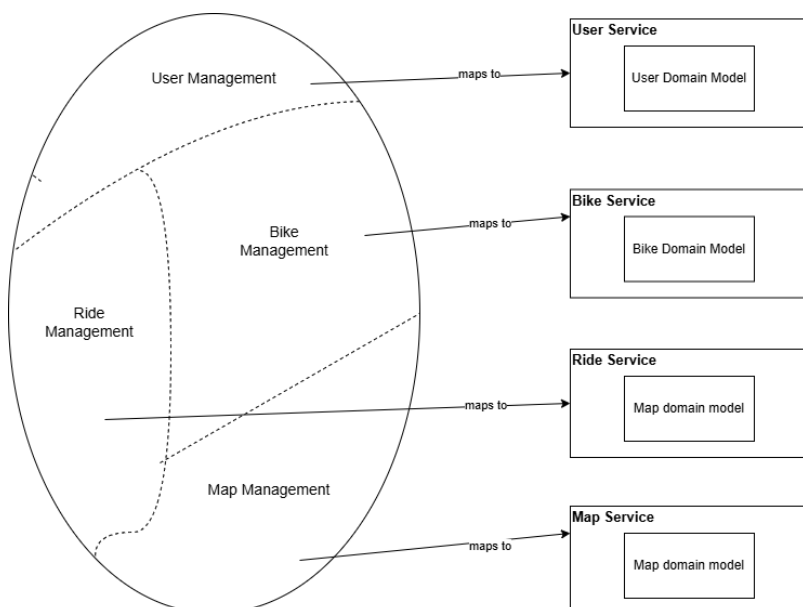
- **RideFactory**: contiene il metodo per creare nuove istanze ride.
- **EBikeFactory**: contiene il metodo per creare nuove istanze e-bike.
- **UserFactory**: contiene il metodo per creare nuove istanze utente.

## Repository

- **RideRepository**: gestisce la persistenza delle ride.
- **EBikeRepository**: gestisce la persistenza delle e-bike.
- **UserRepository**: gestisce la persistenza degli utenti.

## 1.8. Bounded Context

Dall'analisi del domain-model si è potuto definire i bounded context del sistema, individuando quattro contesti ben distinti:

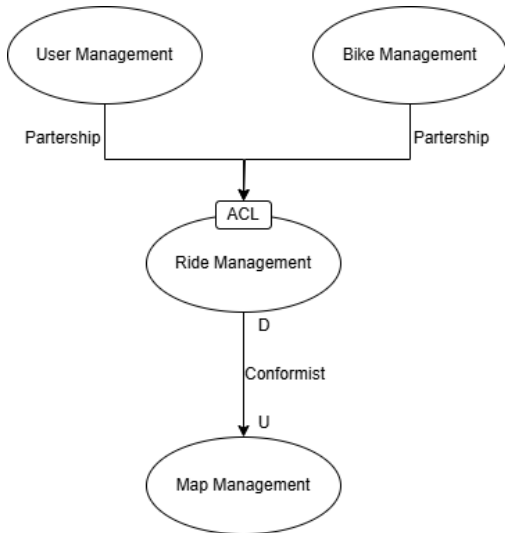


- **User Management Context**: di tipo **core**, contiene le entità e i servizi relativi agli utenti, sia admin che user.

- **Ride Management Context:** di tipo *core*, contiene le entità e i servizi relativi alle ride.
- **EBike Management Context:** di tipo *core*, contiene le entità e i servizi relativi alle e-bike.
- **Map Management Context:** di tipo *core*, contiene le entità e i servizi relativi alla mappa.

## 1.9. Context Map

Dall'analisi dei bounded context si è potuto definire il context map del sistema, individuando le relazioni tra i contesti:



## Chapter 2. Dal Domain Driven Development ai Microservizi

Seguendo i bounded context individuati e, in generale, l'analisi del dominio, è stato possibile identificare le system operations, effettuare la suddivisioni in subdomains per identificare i servizi ed infine identificare le API di ogni servizio.

### 2.1. System operations

In questa fase sono stati prima identificati i comandi:

Actor	Story	Command	Description
Admin/User	Register	signUp()	Creazione profilo
Admin/User	Login	signIn()	Accesso al sistema
Admin	Add a New Bike	addBike()	Aggiunta di una nuova ebike nel sistema
Admin	Recharge Bike	rechargeBike()	Ricarica la batteria di una ebike
User	Start a Ride	startRide()	Lo User inizia una ride
User	Stop a Ride	stopRide()	Lo User termina una ride
User	Recharge credit	rechargeCredit()	Lo User ricarica il proprio credito di una certa quantità

In seguito sono stati identificati le query:

Query	Descrizione
getUser(userName)	Recupera i dettagli di un utente specifico in base al suo nome utente. Questa funzione è utile per verificare se un utente è registrato e accedere alle informazioni del suo profilo.
observeAllEBikes()	Restituisce un elenco di tutte le EBike nel sistema, comprese quelle che potrebbero non essere disponibili per le corse. Questa funzione sarebbe tipicamente utilizzata da un Admin per visualizzare e gestire tutte le biciclette, indipendentemente dal loro stato attuale.
getEBike(bikeId)	Recupera informazioni dettagliate su una specifica EBike tramite il suo bikeId unico. Questo potrebbe includere attributi come livello di carica, posizione e stato. Gli Admin potrebbero utilizzare questa funzione per ispezionare o gestire biciclette singole.
getEBikeState(bikeId)	Restituisce lo stato attuale di una specifica EBike identificata dal bikeId. Lo stato potrebbe indicare se la bicicletta è disponibile, in uso o in manutenzione. Questo è utile sia per gli Admin (per gestire la disponibilità delle biciclette) che per gli utenti (per vedere se una bicicletta è pronta per l'uso).
observeAllUsers()	Recupera un elenco di tutti gli utenti registrati nel sistema. Questa funzione è destinata agli Admin che devono visualizzare e gestire gli account utente o analizzare i modelli di utilizzo.
observeUserEBikes()	Restituisce un osservabile delle EBike attualmente disponibili per le corse.
getUserCredit(userId)	Recupera il saldo attuale del credito di un utente specifico tramite il suo userId. Questa funzione è utile per gli utenti per controllare il loro saldo disponibile prima di iniziare una corsa e per gli Admin per assistere gli utenti con domande relative all'account.

### 2.2. Subdomains

I subdomains identificati sono i seguenti:

#### User Management

Capacità	Descrizione
Registrazione e Autenticazione	Gestisce la registrazione e il login, assicurando che utenti e admin abbiano credenziali valide per accedere al sistema.
Gestione del Credito (User)	Gestisce il credito degli utenti, compresa l'allocazione iniziale e la ricarica.
Visualizzazione Profilo e Account	Consente agli utenti di visualizzare il saldo del credito e le informazioni del profilo.
Supervisione Utenti (Admin)	Consente agli admin di visualizzare tutti gli utenti registrati e i dettagli sul loro credito.

#### Bike Management

Capacità	Descrizione
Gestione Inventario E-Bike	Gestisce l'inventario delle e-bike, consentendo agli admin di registrare nuove e-bike.
Stato e Manutenzione Biciclette	Consente agli admin di verificare e aggiornare lo stato delle e-bike, comprese le operazioni ricarica.





## 2.4. Identificazione delle API dei servizi

Seguendo quanto detto sopra, sono state identificate le API di tipo REST per i servizi. Di seguito sono riportati gli endpoint di ogni servizio:

### 2.4.1. USER SERVICE

- `/signIn(username)` ⇒ POST
  - Ritorna `statusCode` OK se login avvenuto con successo
- `/signUp(username)` ⇒ POST
  - Ritorna `status` OK se registrazione avvenuta con successo
- `/rechargeCredit(username, creditToAdd)` ⇒ PATCH
  - Ritorna `status` OK e JSON se cambio avvenuto con successo
- `/decreaseCredit(username, creditToDecrease)` ⇒ PATCH
  - Ritorna `status` OK e JSON se cambio avvenuto con successo
- `/getUser(username)` ⇒ GET
  - Ritorna `status` e JSON con informazioni utente
- `/observeAllUsers` ⇒ WebSocket
  - Emette JSON degli utenti mano a mano che cambiano (ad ogni refresh)
- `/observeUser(username)` ⇒ WebSocket
  - Emette JSON di tutti i cambiamenti dell'utente

### 2.4.2. BIKE SERVICE

- **Endpoint:**
- `/addBike(bikeId, position)` ⇒ POST
  - Ritorna `status` OK se avvenuto con successo
- `/rechargeBike(bikeId)` ⇒ PATCH
  - Ritorna `status` OK e un JSON Object di ebike con il `batteryLevel` aggiornato
- `/getEBike(bikeId)` ⇒ GET
  - Ritorna `status` OK e un JSON Object di ebike
- `/getEBikeState(bikeId)` ⇒ GET
  - Ritorna `status` OK e JSON Object di ebike con lo stato
- `/updateEBike(bikeid, JSON bike)` ⇒ PUT
  - Ritorna `status` OK e JSON di ebike

### 2.4.3. MAP SERVICE

- **Endpoint:**
- `/updateEBike(JSON bike)` ⇒ PUT
  - Ritorna `status` OK se avvenuto con successo
- `/notifyStartRide(username, bikeName)` ⇒ POST
  - Emette `status` OK
- `/notifyStopRide(username, bikeName)` ⇒ POST
  - Emette `status` OK
- `/observeAllBikes` ⇒ WebSocket

- Emette JSON Object di tutte le ebike ad ogni cambiamento di ogni singola ebike
- `/observeUserBikes(username)` ⇒ WebSocket
  - Ritorna JSON Object di tutte le ebike disponibili o quelle legate all'utente

#### 2.4.4. RIDE SERVICE

- **Endpoint:**
- `/startRide(user, bike)` ⇒ POST
  - Ritorna status OK se avvenuto con successo
- `/stopRide(username)` ⇒ POST
  - Ritorna status OK se avvenuto con successo

## Chapter 3. Descrizione dei microservizi

Di seguito verrà riportata una descrizione di tutti i microservizi e le configurazioni utilizzate nel sistema. Vedremo nel dettaglio le singole parti, mentre nel prossimo capitolo parleremo di come esse sono integrate una con l'altra.

### 3.1. Configurazione Docker per i Microservizi

Ogni microservizio del sistema è containerizzato utilizzando Docker per garantire portabilità, isolamento e facilità di distribuzione. La configurazione Docker per ogni microservizio segue una struttura comune, progettata per funzionare nel Docker Compose globale.

Il Dockerfile utilizza una configurazione multistage per ottimizzare il processo di build e runtime di un'applicazione Java basata su Gradle.

#### 3.1.1. Stage 1: Build

```
FROM gradle:8.11-jdk21 AS build
COPY app/build.gradle.kts settings.gradle.kts gradle.properties ./
COPY app/src src
RUN --mount=type=cache,target=/home/gradle/.gradle/caches gradle jar --no-daemon --parallel --build-cache
```

- **Immagine Gradle con JDK 21** per la compilazione del progetto con tutte le dipendenze.
- **Copia dei file Gradle** di configurazione e del codice sorgente.
- **Build del file JAR** utilizzando la cache per velocizzare le compilazioni successive.

Allo scopo di generare il jar con tutte le dipendenze (fatjar) è stato definito un task specifico nel `build.gradle.kts`:

```
tasks.jar {
    archiveFileName.set("app.jar")
    manifest {
        attributes["Main-Class"] = application.mainClass.get() // or specify your main class directly
    }

    // Include all runtime dependencies into the JAR file
    from(configurations.runtimeClasspath.get().filter { it.name.endsWith("jar") }.map { zipTree(it) })

    // Optionally, include your compiled classes (if not already included by default)
    from(sourceSets.main.get().output)

    // Ensure the JAR is built as a single fat JAR
    duplicatesStrategy = DuplicatesStrategy.EXCLUDE
}
```

#### 3.1.2. Stage 2: Runtime

```
FROM openjdk:21-jdk-slim
RUN apt-get update && apt-get install -y curl
WORKDIR /app
COPY --from=build /home/gradle/build/libs/app.jar app.jar
EXPOSE 8087
ENTRYPOINT ["java", "-jar", "app.jar"]
```

- **Immagine Java runtime minima** per ridurre la dimensione del container finale.
- **Installazione di curl** per eseguire health check dal docker-compose.
- **Copia del file JAR** dalla fase di build al filesystem del container.
- **Esposizione della porta 8087** e avvio dell'app con `java -jar app.jar`.

## 3.2. Prometheus

Il microservizio è responsabile del monitoraggio e della raccolta delle metriche di sistema per i vari microservizi all'interno dell'architettura.

Utilizza Prometheus per raccogliere e memorizzare le metriche, che possono poi essere utilizzate per analisi e monitoraggio in tempo reale.

Per capire a quali microservizi raccogliere le metriche, esso usa il file di configurazione `prometheus.yml`.

```
global:
  scrape_interval: 15s # Scrape targets every 15 seconds

scrape_configs:
  - job_name: 'api-gateway'
    metrics_path: '/actuator/prometheus'
    static_configs:
      - targets: ['api-gateway:8081']

  - job_name: 'service-discovery'
    static_configs:
      - targets: ['eureka-server:8761']
    metrics_path: '/actuator/prometheus'

# Map microservice
- job_name: 'map-microservice'
  metrics_path: '/metrics'
  static_configs:
    - targets: ['map-microservice:8087']

...

- job_name: 'user-rideadapter'
  metrics_path: '/metrics'
  static_configs:
    - targets: ['user-microservice:8083']
```

Per gestire le metriche all'interno del microservizio viene utilizzata la classe `MetricsManager`.

Essa utilizza la libreria `Micrometer` per registrare e gestire le metriche, e specificamente il `PrometheusMeterRegistry` per l'integrazione con Prometheus.

Ecco una descrizione delle principali funzionalità della classe `MetricsManager`:

- Singleton Pattern: La classe utilizza il pattern Singleton per garantire che ci sia una sola istanza di `MetricsManager` in esecuzione.
- Registrazione delle Metriche: Utilizza `PrometheusMeterRegistry` per registrare le metriche.
- Temporizzazione dei Metodi: Fornisce metodi per avviare e registrare il tempo di esecuzione dei metodi.
- Contatori di Metodi: Incrementa i contatori per il numero di chiamate ai metodi.
- Registrazione degli Errori: Registra gli errori che si verificano durante l'esecuzione dei metodi.

## 3.3. API Gateway

L'API Gateway funge da punto di ingresso unico per le richieste client verso i microservizi di un sistema distribuito. Questo Gateway è configurato per scoprire automaticamente i servizi registrati in **Eureka**, instradare dinamicamente le richieste e monitorare lo stato del sistema tramite metriche e health check.

### 3.3.1. Funzionamento

Il gateway utilizza Spring Boot e Spring Cloud Gateway per la gestione delle rotte, l'integrazione con **Eureka** per il service discovery e l'esposizione di metriche tramite **Prometheus**.

### 3.3.2. Configurazione application.yml

La configurazione del file application.yml definisce:

- La porta su cui il Gateway ascolta.
- Il nome del Gateway per la registrazione in Eureka.
- Il discovery dinamico delle rotte basato sui servizi registrati.
- La configurazione per l'export delle metriche e gli endpoint di health.

```
server:
  port: 8081 # Il Gateway sarà in ascolto sulla porta 8081

spring:
  application:
    name: api-gateway # Nome del Gateway per la registrazione in Eureka

  cloud:
    gateway:
      discovery:
        locator:
          enabled: true # Abilita il routing dinamico basato sui servizi registrati in Eureka

  eureka:
    client:
      serviceUrl:
        defaultZone: http://eureka-server:8761/eureka/ # URL di Eureka per risoluzione tramite rete Docker
      registerWithEureka: true # Il Gateway si registra su Eureka
      fetchRegistry: true # Recupera il registro dei servizi da Eureka

  management:
    endpoints:
      web:
        exposure:
          include: health, prometheus # Espone gli endpoint di health e metriche Prometheus

  health:
    livenessstate:
      enabled: true
    readinessstate:
      enabled: true
  prometheus:
    metrics:
      export:
        enabled: true # Esporta le metriche per Prometheus

  logging:
    level:
      org.springframework.cloud.gateway: DEBUG
```

Questa configurazione dell'API Gateway con Spring Boot e Spring Cloud offre una soluzione scalabile e monitorabile per la gestione delle richieste in un'architettura a microservizi, semplificando la comunicazione tra i componenti e migliorando la resilienza del sistema.

## 3.4. Service Discovery

Il Service Discovery è un meccanismo che consente ai microservizi di localizzarsi e comunicare tra loro in modo dinamico in un sistema distribuito.

In un'architettura basata su microservizi, i servizi sono registrati in un registro centrale, come Eureka, che consente ad altri microservizi di trovare e interagire con essi senza dover conoscere a priori il loro indirizzo o posizione.

### 3.4.1. Funzionamento

Il Service Discovery utilizza Spring Cloud Eureka per consentire la registrazione e la scoperta dei servizi.

I microservizi possono registrarsi in Eureka al momento del loro avvio, mentre altri servizi possono utilizzare Eureka per scoprire e comunicare con i servizi disponibili. Questo approccio dinamico riduce la necessità di configurazioni statiche e rende l'architettura più flessibile e scalabile.

### 3.4.2. Configurazione `application.yml`

La configurazione del file `application.yml` definisce:

- La porta su cui il server Eureka è in ascolto.
- La disabilitazione della registrazione e della raccolta del registro da parte del servizio di discovery stesso.
- L'esposizione di endpoint per il monitoraggio del sistema, come health check e metriche Prometheus.

```
eureka:
  client:
    registerWithEureka: false
    fetchRegistry: false

management:
  endpoints:
    web:
      exposure:
        include: health,info,metrics,prometheus
  endpoint:
    health:
      show-details: always

server:
  port: 8761
```

## 3.5. Map Microservice

Il microservizio, organizzato in architettura esagonale, definisce tre porte per interfacciarsi al layer di applicazione.

### 3.5.1. Application Layer

#### **EBikeRepository**

La porta è responsabile della gestione dei dati delle e-bike all'interno del sistema.

Fornisce metodi per salvare, recuperare e gestire le e-bike e i loro assegnamenti agli utenti. Ad esempio, consente di salvare una nuova e-bike nel repository, recuperare un'e-bike per nome e assegnare o de-assegnare e-bike agli utenti.

Inoltre, può recuperare un elenco di e-bike disponibili, verificare se una specifica e-bike è assegnata a un utente e recuperare tutte le e-bike o quelle assegnate a uno specifico utente.

Questa porta assicura che il sistema possa gestire in modo efficiente i dati delle e-bike e gli assegnamenti degli utenti.

#### **EventPublisher**

La porta è progettata per gestire la pubblicazione di eventi relativi alle e-bike e alle attività degli utenti.

Include metodi per pubblicare aggiornamenti su tutte le e-bike, aggiornamenti sulle e-bike assegnate a specifici utenti e aggiornamenti sulle e-bike disponibili per gli utenti.

Dispone anche di un metodo per pubblicare un evento quando un utente interrompe una corsa. Questa porta è fondamentale per mantenere il sistema e gli utenti informati sullo stato attuale delle e-bike e delle attività degli utenti, garantendo aggiornamenti e notifiche in tempo reale.

#### **RestMapServiceAPI**

La porta definisce il contratto per l'API REST che interagisce con il sistema delle e-bike.

Include metodi per aggiornare le e-bike, notificare il sistema riguardo agli eventi di corsa e recuperare i dati delle e-bike.

Ad esempio, consente di aggiornare una singola e-bike o più e-bike, notificare il sistema quando un utente inizia o interrompe una corsa, e recuperare tutte le e-bike o quelle assegnate a uno specifico utente.

Questa interfaccia facilita la comunicazione tra il sistema delle e-bike e i client esterni, consentendo un'interazione fluida e uno scambio di dati.

### 3.5.2. Infrastructure Layer

Le tre porte sono quindi implementate nel layer infrastrutturale, che fornisce le implementazioni concrete per interagire con la repository, pubblicare eventi e gestire le richieste REST.

`BikeUpdateAdapter` e `RideUpdateAdapter` servono per ricevere aggiornamenti dai servizi di Bike e Ride, non passando per il gateway, ma sfruttando quindi la rete docker a cui tutti i servizi sono connessi.

`MapServiceVerticle` è invece il punto di ingresso del microservizio per l'utente, esso infatti è registrato al service-discovery e fornisce le due websocket per osservare i cambiamenti delle biciclette sulla mappa.

Come gli altri microservizi, utilizza la classe `MetricsManager` per trasmettere a Prometheus le metriche di sistema.

## 3.6. User Microservice

Il microservizio, organizzato in architettura esagonale, definisce tre porte per interfacciarsi al layer di applicazione. Queste porte sono utilizzate nel layer infrastrutturale, che fornisce le implementazioni concrete per interagire con la repository, pubblicare eventi, e gestire le richieste REST.

### 3.6.1. Domain Layer

L'unico oggetto del dominio è l'entità `User`, che rappresenta un utente all'interno del sistema. L'utente ha un `username`, un `credit` e un `type` (user o admin). L'entità include metodi per accedere e modificare i dati dell'utente, in particolare il credito.

### 3.6.2. Application Layer

#### `UserRepository`

La porta è responsabile della gestione dei dati degli utenti all'interno del sistema. Fornisce metodi per salvare, aggiornare e trovare un utente tramite il suo username. Inoltre, permette di recuperare tutti gli utenti presenti all'interno del sistema.

Questa porta assicura che il sistema possa gestire in modo efficiente i dati degli utenti.

#### `UserServiceAPI`

La porta definisce il contratto per l'API REST che interagisce con il sistema degli utenti.

Include metodi per registrare un nuovo utente, autenticare un utente e recuperare i dati di un utente tramite il suo username. Inoltre, consente di aggiornare i dati di un utente, la ricarica del credito, il decremento del credito durante, ad esempio, una corsa, e fornisce un metodo per recuperare tutti gli utenti presenti nel sistema.

Questa interfaccia facilita la comunicazione tra il sistema degli utenti e i client esterni, consentendo un'interazione fluida e uno scambio di dati.

#### `UserEventPublisher`

La porta è progettata per gestire la pubblicazione di eventi relativi agli utenti e alle attività degli utenti.

Include metodi per pubblicare aggiornamenti su un singolo utente e su tutti gli utenti. Questi eventi sono fondamentali per mantenere il sistema e gli utenti informati sugli aggiornamenti in tempo reale.

#### `UserServiceImpl`

La classe implementa la logica di business del microservizio, utilizzando le porte definite nel layer di applicazione. In particolare, gestisce le richieste provenienti dall'API REST e pubblica gli eventi relativi agli utenti.

Fornisce i metodi per registrare un nuovo utente, autenticare un utente, aggiornare i dati di un utente, recuperare i dati di un utente tramite il suo username, ricaricare il credito di un utente, decrementare il credito di un utente e recuperare tutti gli utenti presenti nel

sistema. Utilizza il repository per accedere ai dati degli utenti e l'event publisher per notificare gli aggiornamenti.

### 3.6.3. Infrastructure Layer

Le tre porte sono quindi implementate nel layer infrastrutturale, che fornisce le implementazioni concrete per interagire con la repository, pubblicare eventi, registrare il microservizio al Service Discovery e gestire le richieste REST.

#### RideCommunicationAdapter

Gestisce la comunicazione con il microservizio delle corse. Configura un server HTTP con diverse routes per gestire le richieste in arrivo. In particolare, espone un endpoint per recuperare i dettagli di un utente e un endpoint per dli aggiornamenti di un utente.

#### RESTUserAdapter

Gestisce le richieste REST per il microservizio degli utenti. Configura le rotte HTTP e definisce i metodi per gestire le operazioni sugli utenti. In particolare, espone un endpoint per registrare un nuovo utente, un endpoint per autenticare un utente, un endpoint per ricaricare il credito di un utente, un endpoint per osservare gli utenti e un endpoint per osservare un singolo utenti. Gli ultimi due endpoint sono gestiti utilizzando una connessione WebSocket per l'invio degli aggiornamenti in tempo reale.

#### UserVerticle

Rappresenta il punto di ingresso del microservizio degli utenti. Configura le rotte HTTP usando il RESTUserAdapter e gestisce la registrazione del microservizio al Service Discovery, l'inizio e l'invio degli heartBeat per mantenere l'istanza registrata. Include, inoltre, i metodi per la configurazione del server HTTP e per il deploy del verticle.

#### MongoUserRepository

Implementa la porta `UserRepository` e gestisce i dati degli utenti in un database MongoDB. Utilizza il MongoClient di Vert.x per eseguire operazioni sulla collezione users.

#### MetricsManager

Rappresenta un singleton che gestisce le metriche dell'applicazione utilizzando Micrometer e Prometheus. Fornisce metodi per avviare e registrare timer, incrementare contatori e registrare errori per vari metodi nel servizio utenti.

#### UserEventPublisherImpl

Implementa l'interfaccia UserEventPublisher e gestisce la pubblicazione degli eventi relativi agli utenti utilizzando il bus degli eventi di Vert.x.

## 3.7. EBike Microservice

Il microservizio, organizzato in architettura esagonale, definisce tre porte per interfacciarsi al layer di applicazione. Queste porte sono utilizzate nel layer infrastrutturale, che fornisce le implementazioni concrete per interagire con la repository, pubblicare eventi, registrare il microservizio al Service Discovery e gestire le richieste REST.

### 3.7.1. Domain Layer

- **EBike:** Rappresenta una bicicletta elettrica nel sistema. Contiene attributi come `id`, `state`, `location`, `direction`, `speed` e `batteryLevel`. Include metodi per accedere e modificare questi attributi, nonché per gestire la ricarica e il decremento della batteria.
- **EBikeFactory:** È una classe *singleton* che fornisce un metodo per creare istanze di EBike.
- **EBikeState:** È un *enum* che definisce i possibili stati di una bicicletta elettrica: `AVAILABLE` (disponibile), `IN_USE` (in uso) e `MAINTENANCE` (in manutenzione).
- **P2d:** Rappresenta un punto bidimensionale nello spazio. Contiene coordinate `x` e `y` e include metodi per operazioni vettoriali come somma, sottrazione e normalizzazione.
- **V2d:** Rappresenta un vettore bidimensionale. Contiene componenti `x` e `y` e include metodi per operazioni vettoriali come somma, rotazione, moltiplicazione per uno scalare e normalizzazione.



## 3.7.2. Application Layer

### **EBikeRepository**

La porta è responsabile della gestione dei dati delle ebike all'interno del sistema. Fornisce metodi per salvare, aggiornare, trovare una ebike tramite il suo id e trovare tutte le ebike presenti nel sistema.

Questa porta assicura che il sistema possa gestire in modo efficiente i dati delle ebike.

### **EBikeServiceAPI**

La porta definisce il contratto per l'API REST che interagisce con il sistema delle ebike. Include metodi per creare una nuova ebike, recuperare una ebike per ID, ricaricare la batteria di una ebike, aggiornare i dettagli di una ebike e recuperare tutte le ebike.

Questa interfaccia facilita la comunicazione tra il sistema delle ebike e i client esterni, consentendo un'interazione fluida e uno scambio di dati.

### **MapCommunicationPort**

La porta è progettata per comunicare con il Map Microservice.

Include metodi per inviare aggiornamenti su una singola ebike e inviare aggiornamenti su tutte le ebike.

Questi metodi sono fondamentali per mantenere il sistema e le ebike informate sugli aggiornamenti in tempo reale.

### **EBikeServiceImpl**

La classe implementa la logica di business del microservizio, utilizzando le porte definite nel layer di applicazione. Utilizza l'EBikeRepository per accedere ai dati delle ebike ed eseguire operazioni su di esse, e il MapCommunicationAdapter per comunicare con il Map Microservice.

Fornisce i metodi per creare una nuova ebike, recuperare una ebike per ID, ricaricare la batteria di una ebike, aggiornare i dettagli di una ebike, ricaricare la batteria di una ebike e recuperare tutte le ebike presenti nel sistema.

## 3.7.3. Infrastructure Layer

### **RESTEBikeAdapter**

Gestisce le richieste REST per il microservizio delle ebike. Configura le rotte HTTP e definisce i metodi per gestire le operazioni sulle ebike, in particolare, espone un endpoint per creare una nuova ebike, un endpoint per ricaricare la batteria dell'ebike, e un endpoint per recuperare tutte le ebike.

### **MapCommunicationAdapter**

Gestisce la comunicazione con il Map Microservice e implementa l'interfaccia MapCommunicationPort. Utilizza un HttpClient per inviare aggiornamenti sulle ebike al microservizio delle mappe. Configura un'istanza di HttpClient per inviare richieste HTTP al Map Microservice. Include metodi per inviare aggiornamenti su una singola ebike e inviare aggiornamenti su tutte le ebike.

### **RideCommunicationAdapter**

Gestisce la comunicazione con il Ride Microservice e utilizza EBikeServiceAPI per eseguire operazioni sulle ebike e inviare aggiornamenti. Configura un server HTTP con diverse rotte per gestire le richieste in arrivo. Include metodi per recuperare i dettagli di una ebike e aggiornare i dettagli di una ebike.

### **EBikeVerticle**

Rappresenta il punto di ingresso del microservizio degli utenti. Configura le rotte HTTP usando il RESTEBikeAdapter e gestisce la registrazione del microservizio al Service Discovery, l'inizio e l'invio degli heartBeat per mantenere l'istanza registrata. Include, inoltre, i metodi per la configurazione del server HTTP e per il deploy del verticle.

### **MongoEBikeRepository**

Implementa l'interfaccia EBikeRepository e fornisce un'implementazione concreta per l'accesso ai dati delle ebike tramite un database

MongoDB. Utilizza MongoClient di Vert.x per eseguire operazioni sulla collezione ebikes.

### MetricsManager

Rappresenta un singleton che gestisce le metriche dell'applicazione utilizzando Micrometer e Prometheus. Fornisce metodi per avviare e registrare timer, incrementare contatori e registrare errori per vari metodi nell'ebike microservice.

## 3.8. Ride Microservice

Il microservizio, organizzato in architettura esagonale, definisce quattro porte per interfacciarsi al layer di applicazione. Queste porte sono utilizzate nel layer infrastrutturale, che fornisce le implementazioni concrete per interagire con la repository, pubblicare eventi, registrare il microservizio al Service Discovery e gestire le richieste REST.

### 3.8.1. Domain Layer

Il domain layer di Ride Microservice, essendo un aggregato come visto nel capitolo 1, è composto dalle entità di e-bike e di user, già descritte in precedenza, più le seguenti:

- **Ride**: Rappresenta una corsa all'interno del sistema. Contiene attributi come `id` per identificare la corsa, `user` per identificare l'utente, `eBike` per identificare l'e-bike, `startTime` per indicare il tempo di inizio, `endTime` per indicare il tempo di fine e `ongoing`, un booleano per indicare lo stato della ride. Include i metodi per accedere a tali attributi e per gestire l'inizio e la fine della corsa, modificando gli attributi.
- **RideRepository**: interfaccia che definisce i metodi per gestire le operazioni di persistenza delle corse. Questi metodi includono l'aggiunta, la rimozione e il recupero delle corse, nonché il recupero delle simulazioni di corse tramite l'identificativo della corsa o dell'utente.
- **RideRepositoryImpl**: implementa l'interfaccia `RideRepository` utilizzando una struttura dati concorrente per gestire le corse. Essa utilizza una collezione concorrente di simulazioni di corse e un'istanza di `Vertx` per gestire il ciclo di vita delle simulazioni. I metodi implementati includono l'aggiunta, la rimozione e il recupero delle corse e delle simulazioni di corse.
- **RideSimulation**: gestisce la simulazione di una corsa, aggiornando periodicamente lo stato dell'ebike e dell'utente. Essa contiene un'istanza di `Ride`, un `EventBus` per pubblicare aggiornamenti, e un'istanza di `Vertx` per gestire il ciclo di vita della simulazione. La classe fornisce metodi per avviare, aggiornare e completare la simulazione, oltre a metodi per fermare la simulazione manualmente o automaticamente quando la batteria dell'ebike o il credito dell'utente si esauriscono.

### 3.8.2. Application Layer

#### RestRideServiceAPI

La porta definisce i metodi principali per gestire le corse. Include metodi per avviare una corsa e per fermare una corsa, entrambi implementati in modo asincrono. Questa interfaccia facilita la comunicazione tra il sistema delle corse e i client esterni, consentendo un'interazione fluida e uno scambio di dati.

#### EBikeCommunicationPort

La porta definisce i metodi per comunicare con l'ebike microservice. Include metodi per inviare aggiornamenti sulle ebike, recuperare informazioni su una specifica ebike, e inizializzare la comunicazione. Questi metodi sono fondamentali per mantenere il sistema e il microservizio delle ebike informati sugli aggiornamenti in tempo reale.

#### MapCommunicationPort

La porta gestisce la comunicazione con il Map Microservice. Fornisce metodi per notificare l'inizio e la fine di una corsa, oltre a un metodo per inizializzare la comunicazione. Questi metodi sono fondamentali per mantenere il sistema e il microservizio delle mappe informati sugli aggiornamenti in tempo reale.

#### UserCommunicationPort

La porta definisce i metodi per comunicare con l'user microservice. Include metodi per inviare aggiornamenti sugli utenti, recuperare informazioni su un utente specifico, e inizializzare la comunicazione. Questi metodi sono fondamentali per mantenere il sistema e il microservizio degli utenti informati sugli aggiornamenti in tempo reale.

#### RestRideServiceAPIImpl

La classe implementa l'interfaccia `RestRideServiceAPI` e fornisce l'implementazione concreta dei metodi per gestire le corse. Questa classe utilizza le porte definite sopra per interagire con i microservizi delle ebike, delle mappe e degli utenti. Tale classe è il cuore dell'application layer del microservizio delle corse, orchestrando le interazioni tra i vari microservizi e gestendo la logica di business relativa alle corse.

### 3.8.3. Infrastructure Layer

#### **EBikeCommunicationAdapter**

L'adapter implementa l'interfaccia `EbikeCommunicationPort` e gestisce la comunicazione con il microservizio delle ebike. Utilizza un `WebClient` per inviare richieste HTTP al microservizio delle ebike e include metodi per la registrazione per ricevere aggiornamenti sulle ebike tramite `EventBus`, l'invio degli aggiornamenti sulle ebike e il recupero delle informazioni di una specifica ebike inviando una richiesta HTTP.

#### **MapCommunicationAdapter**

L'adapter implementa l'interfaccia `MapCommunicationPort` e gestisce la comunicazione con il microservizio delle mappe. Include metodi per la registrazione per ricevere aggiornamenti sulle mappe e la notifica dell'inizio e della fine di una corsa.

#### **UserCommunicationAdapter**

L'adapter implementa l'interfaccia `UserCommunicationPort` e gestisce la comunicazione con il microservizio degli utenti. Include metodi per la registrazione per ricevere aggiornamenti sugli utenti tramite `EventBus`, l'invio degli aggiornamenti sugli utenti e il recupero delle informazioni di uno specifico utente inviando una richiesta HTTP.

#### **RideServiceVerticle**

Il verticle rappresenta il punto di ingresso del Ride Microservice. Configura un server HTTP utilizzando `Vert.x` e definisce le rotte per gestire le richieste di avvio e terminazione delle corse. Inoltre, gestisce la registrazione del microservizio al Service Discovery, l'inizio e l'invio degli `heartBeat` per mantenere l'istanza registrata.

#### **MetricsManager**

Anche qui è stato configurato un gestore delle metriche che ha la stessa funzionalità descritta negli altri microservizi.

# Chapter 4. Descrizione dell'architettura dei microservizi

In questo capitolo viene riportata una descrizione dettagliata di come i microservizi sono integrati tra di loro e come interagiscono, sia all'interno dell'architettura proposta che con il mondo esterno.

È giusto parlare all'inizio di come vengono deployati i microservizi. Come anticipato in precedenza, ognuno ha il suo Dockerfile e quindi è già pronto per essere runnato da un docker-compose.

```
services:
  eureka-server:
    build:
      context: ./service-discovery
    ports:
      - 8761:${EUREKA_INSTANCE_PORT}
    networks:
      - eureka-network
    environment:
      - EUREKA_CLIENT_REGISTER_WITH_EUREKA=${EUREKA_CLIENT_REGISTER_WITH_EUREKA}
      - EUREKA_CLIENT_FETCH_REGISTRY=${EUREKA_CLIENT_FETCH_REGISTRY}
      - EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME=${EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
      - EUREKA_INSTANCE_PORT=${EUREKA_INSTANCE_PORT}
    healthcheck:
      test: ["CMD", "curl", "-f", "http://localhost:${EUREKA_INSTANCE_PORT}/actuator/health"]
      interval: 10s
      timeout: 5s
      retries: 3
      start_period: 10s

  map-microservice:
    build:
      context: ./map-microservice
    ports:
      - 8081:${MAP_INSTANCE_PORT}
    networks:
      - eureka-network
    depends_on:
      eureka-server:
        condition: service_healthy
    environment:
      - EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=${EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE}
      - EUREKA_HOST=${EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
      - EUREKA_PORT=${EUREKA_INSTANCE_PORT}
      - SERVICE_NAME=${MAP_INSTANCE_HOSTNAME}
      - SERVICE_PORT=${MAP_INSTANCE_PORT}
      - ADAPTER_RIDE_PORT=${MAP_ADAPTER_RIDE_PORT}
      - ADAPTER_EBIKE_PORT=${MAP_ADAPTER_EBIKE_PORT}
    healthcheck:
      test: ["CMD-SHELL", "curl -f http://localhost:${MAP_INSTANCE_PORT}/health || exit 1", "curl -f http://localhost:${MAP_ADAPTER_EBIKE_PORT}/health || exit 1", "curl -f http://localhost:${MAP_ADAPTER_RIDE_PORT}/health || exit 1"]
      interval: 10s
      timeout: 5s
      retries: 3
      start_period: 10s

  mongodb:
    image: mongo:latest
    ports:
      - 27017:${MONGODB_INSTANCE_PORT}
    networks:
      - eureka-network
    environment:
      - GLIBC_TUNABLES=glibc.pthread.rseq=0
    volumes:
      - mongodb_data:/data/db
    command: --wiredTigerCacheSizeGB 1
    ulimits:
      memlock: -1
    deploy:
      resources:
        limits:
          memory: 1G
    healthcheck:
      test: mongosh --eval 'db.runCommand("ping").ok' localhost:${MONGODB_INSTANCE_PORT}/test --quiet
      interval: 5s
      timeout: 5s
      retries: 3
      start_period: 5s
```

```

ebike-microservice:
  build:
    context: ./ebike-microservice
  ports:
    - 8082:${EBIKE_INSTANCE_PORT}
  networks:
    - eureka-network
  depends_on:
    eureka-server:
      condition: service_healthy
    mongodb:
      condition: service_healthy
    map-microservice:
      condition: service_healthy
  environment:
    - EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=${EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE}
    - EUREKA_HOST=${EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
    - EUREKA_PORT=${EUREKA_INSTANCE_PORT}
    - SERVICE_NAME=${EBIKE_INSTANCE_HOSTNAME}
    - SERVICE_PORT=${EBIKE_INSTANCE_PORT}
    - ADAPTER_RIDE_PORT=${EBIKE_ADAPTER_RIDE_PORT}
    - MAP_HOST=${MAP_INSTANCE_HOSTNAME}
    - MAP_PORT=${MAP_ADAPTER_EBIKE_PORT}
    - MONGO_CONNECTION=${MONGODB_CONNECTION_STRING}
    - MONGO_DATABASE=${EBIKE_MONGODB_DATABASE}
  healthcheck:
    test: [ "CMD-SHELL", "curl -f http://localhost:${EBIKE_INSTANCE_PORT}/health", "curl -f http://localhost:${EBIKE_ADAPTER_RIDE_PORT}/health" ]
    interval: 5s
    timeout: 5s
    retries: 3
    start_period: 5s

ride-microservice:
  build:
    context: ./ride-microservice
  ports:
    - 8083:${RIDE_INSTANCE_PORT}
  networks:
    - eureka-network
  depends_on:
    eureka-server:
      condition: service_healthy
    ebike-microservice:
      condition: service_healthy
    user-microservice:
      condition: service_healthy
    map-microservice:
      condition: service_healthy
  environment:
    - EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=${EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE}
    - EUREKA_HOST=${EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
    - EUREKA_PORT=${EUREKA_INSTANCE_PORT}
    - SERVICE_NAME=${RIDE_INSTANCE_HOSTNAME}
    - SERVICE_PORT=${RIDE_INSTANCE_PORT}
    - MAP_HOST=${MAP_INSTANCE_HOSTNAME}
    - MAP_PORT=${MAP_ADAPTER_RIDE_PORT}
    - EBIKE_HOST=${EBIKE_INSTANCE_HOSTNAME}
    - EBIKE_PORT=${EBIKE_ADAPTER_RIDE_PORT}
    - USER_HOST=${USER_INSTANCE_HOSTNAME}
    - USER_PORT=${USER_ADAPTER_RIDE_PORT}
  healthcheck:
    test: [ "CMD", "curl", "-f", "http://localhost:${RIDE_INSTANCE_PORT}/health" ]
    interval: 5s
    timeout: 5s
    retries: 3
    start_period: 5s

user-microservice:
  build:
    context: ./user-microservice
  ports:
    - 8084:${USER_INSTANCE_PORT}
  networks:
    - eureka-network
  depends_on:
    eureka-server:
      condition: service_healthy
    mongodb:
      condition: service_healthy
  environment:

```

```

- EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=${EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE}
- EUREKA_HOST=${EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
- EUREKA_PORT=${EUREKA_INSTANCE_PORT}
- SERVICE_NAME=${USER_INSTANCE_HOSTNAME}
- SERVICE_PORT=${USER_INSTANCE_PORT}
- ADAPTER_RIDE_PORT=${USER_ADAPTER_RIDE_PORT}
- MONGO_CONNECTION=${MONGODB_CONNECTION_STRING}
- MONGO_DATABASE=${USER_MONGODB_DATABASE}
healthcheck:
  test: [ "CMD-SHELL", "curl -f http://localhost:${USER_INSTANCE_PORT}/health", "curl -f
http://localhost:${USER_ADAPTER_RIDE_PORT}/health" ]
  interval: 5s
  timeout: 5s
  retries: 3
  start_period: 5s

api-gateway:
  build:
    context: ./api-gateway
  ports:
    - 8080:${API_GATEWAY_EUREKA_INSTANCE_PORT}
  networks:
    - eureka-network
  depends_on:
    eureka-server:
      condition: service_healthy
    ebike-microservice:
      condition: service_healthy
    user-microservice:
      condition: service_healthy
    map-microservice:
      condition: service_healthy
    ride-microservice:
      condition: service_healthy
  environment:
    - EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=${EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE}
    - API_GATEWAY_EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME=${API_GATEWAY_EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
    - API_GATEWAY_EUREKA_INSTANCE_PORT=${API_GATEWAY_EUREKA_INSTANCE_PORT}
  healthcheck:
    test: [ "CMD", "curl", "-f", "http://localhost:${API_GATEWAY_EUREKA_INSTANCE_PORT}/actuator/health" ]
    interval: 5s
    timeout: 5s
    retries: 3
    start_period: 10s

prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  ports:
    - 9090:${PROMETHEUS_INSTANCE_PORT}
  networks:
    - eureka-network
  volumes:
    - ./prometheus.yml:/etc/prometheus/prometheus.yml # Mount Prometheus configuration file
  depends_on:
    api-gateway:
      condition: service_healthy

networks:
  eureka-network:
    driver: bridge

volumes:
  mongodb_data:

```

Vengono sfruttate in maniera estensiva le variabili d'ambiente, che vengono recuperate da un file .env esterno.

```

#eureka configuration
EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=http://eureka-server:8761/eureka/
EUREKA_CLIENT_REGISTER_WITH_EUREKA=false
EUREKA_CLIENT_FETCH_REGISTRY=false
EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME=eureka-server
EUREKA_INSTANCE_PORT=8761

...

RIDE_INSTANCE_HOSTNAME=ride-microservice

```

Questo approccio consente una gestione dinamica delle configurazioni, come le porte, i nomi di host e altre impostazioni fondamentali per ogni servizio.

Utilizzando variabili d'ambiente, è possibile configurare la comunicazione tra i vari microservizi, definendo ad esempio gli URL di Eureka (come `EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE`), le porte per ciascun servizio (per esempio, `MAP_INSTANCE_PORT`), e i dettagli di connessione al database MongoDB (`MONGO_CONNECTION`). Grazie a questa flessibilità, le configurazioni possono essere facilmente modificate senza dover intervenire direttamente sul file `docker-compose.yml`, migliorando la portabilità e la facilità di adattamento tra ambienti diversi, come sviluppo, test e produzione.

Per quanto riguarda la gestione della disponibilità dei servizi, ogni microservizio è dotato di un meccanismo di health check, che permette di monitorare lo stato di salute del contenitore. In caso di problemi, come un servizio che non risponde correttamente, Docker può tentare di riavviarlo o segnalarne il fallimento. Gli health check sono configurati in modo tale da assicurare che i microservizi vengano avviati e siano pronti per la comunicazione uno alla volta.

La sequenza di esecuzione è gestita tramite la direttiva `depends_on` e l'opzione `condition: service_healthy`, che garantisce che i servizi vengano avviati in ordine. Il server Eureka, che è fondamentale per la registrazione e la comunicazione dei microservizi, deve essere avviato per primo e deve essere pronto prima che gli altri microservizi possano iniziare a funzionare. I microservizi che dipendono da Eureka, come ad esempio `map-microservice`, `ebike-microservice`, `ride-microservice`, `user-microservice` e `api-gateway`, non verranno avviati finché il server Eureka non sarà attivo. Alcuni di questi microservizi, come `ebike-microservice` e `user-microservice`, dipendono anche dalla disponibilità di MongoDB, il che significa che l'accesso a tale servizio è monitorato tramite health check dedicati.

In generale la comunicazione tra i microservizi avviene tramite HTTP e chiamate REST: essi espongono le loro funzionalità tramite API RESTful. Ogni microservizio ha un set di endpoint HTTP che possono essere chiamati da altri microservizi o da client esterni. Ad esempio, il `RideServiceVerticle` espone endpoint come `/startRide` e `/stopRide` per gestire le ride.

Ogni microservizio si registra con Eureka all'avvio, fornendo informazioni come l'hostname, la porta e gli endpoint di health, questi ultimi usati per rispettare il pattern di `HealthCheckAPI`. Questo permette agli altri microservizi di trovare e comunicare con esso senza dover conoscere a priori il suo indirizzo. I microservizi utilizzano client HTTP, come `WebClient` di Vert.x, per inviare richieste ad altri microservizi. Ad esempio, il `EBikeCommunicationAdapter` utilizza `WebClient` per inviare aggiornamenti al microservizio delle ebike.

L'API Gateway è responsabile di instradare le richieste ai microservizi corretti, in base al path della richiesta. Ad esempio, una richiesta GET come `getAllBikes` viene instradata al `EbikeServiceVerticle`.

## Flussi di comunicazione

- Avvio di una ride:

1. Il client invia una richiesta HTTP al `RideServiceVerticle` tramite l'API Gateway per avviare una ride.
2. Il `RideServiceVerticle` verifica la disponibilità dell'ebike e dell'utente chiamando i microservizi delle ebike e degli utenti tramite i rispettivi adapter (`EBikeCommunicationAdapter` e `UserCommunicationAdapter`).
3. Una volta avviata la corsa, il `RideServiceVerticle` notifica il microservizio delle mappe tramite il `MapCommunicationAdapter`.
4. Il `RideServiceVerticle` invia una richiesta al `EBikeCommunicationAdapter` per iniziare la ride.
5. Il `EBikeCommunicationAdapter` invia una richiesta alla ebike per iniziare la ride.
6. La ebike conferma l'inizio della ride.
7. Il `RideServiceVerticle` restituisce la conferma al client.

- Stop di una ride:

1. Il client invia una richiesta HTTP al `RideServiceVerticle` tramite l'API Gateway per fermare una ride.
2. Il `RideServiceVerticle` recupera la simulazione della corsa associata all'utente.
3. Il `RideServiceVerticle` ferma la simulazione manualmente e aggiorna lo stato dell'ebike.
4. Il `RideServiceVerticle` notifica il microservizio delle mappe della fine della corsa tramite il `MapCommunicationAdapter`.
5. Il `RideServiceVerticle` rimuove la corsa dal repository.
6. Il `RideServiceVerticle` restituisce la conferma al client.

- Aggiunta di una nuova e-bike:

1. L'amministratore invia una richiesta HTTP al EbikeServiceVerticle tramite l'API Gateway per aggiungere una nuova bici.
  2. Il EbikeServiceVerticle verifica i dettagli della nuova bici.
  3. Il EbikeServiceVerticle aggiunge la nuova bici al repository delle ebike.
  4. Il EbikeServiceVerticle notifica il microservizio delle mappe della nuova bici tramite il MapCommunicationAdapter.
  5. Il EbikeServiceVerticle restituisce la conferma all'amministratore.
- Ricarica di una e-bike:
    1. L'amministratore invia una richiesta HTTP al EbikeServiceVerticle tramite l'API Gateway per ricaricare una bici.
    2. Il EbikeServiceVerticle verifica l'identificativo della bici e la sua disponibilità.
    3. Il EbikeServiceVerticle invia una richiesta al EBikeCommunicationAdapter per ricaricare la bici.
    4. Il EBikeCommunicationAdapter invia una richiesta alla bici per iniziare la ricarica.
    5. La bici conferma l'inizio della ricarica.
    6. Il EbikeServiceVerticle aggiorna lo stato della bici nel repository.
    7. Il EbikeServiceVerticle restituisce la conferma all'amministratore.
  - Ricarica del credito:
    1. L'utente invia una richiesta HTTP al UserServiceVerticle tramite l'API Gateway per ricaricare il proprio credito.
    2. Il UserServiceVerticle verifica l'identificativo dell'utente e l'importo della ricarica.
    3. Il UserServiceVerticle aggiorna il credito dell'utente nel repository degli utenti.
    4. Il UserServiceVerticle notifica il microservizio delle corse dell'aggiornamento del credito tramite il RideServiceVerticle.
    5. Il UserServiceVerticle restituisce la conferma all'utente



# Chapter 5. Validazione dell'architettura proposta

Allo scopo di validare il sistema, sono stati definiti dei test, seppur limitati a una piccola parte di applicazione.

Inoltre, è stato eseguito un test di utilizzo del sistema, allo scopo di verificare che funzioni allo stesso modo della versione non a microservizi.

## 5.1. Test pyramid

In particolare, è stato definito un test per ogni layer dell'applicazione, seguendo la piramide dei test. I test sono stati scritti utilizzando il framework JUnit, e sono stati eseguiti con successo. Di seguito vengono descritti brevemente i test eseguiti suddivisi per tipologia.

### 5.1.1. Unit Test

```
@Test
public void testSaveAndGetBike() throws ExecutionException, InterruptedException {
    repository.saveBike(bike1).get();

    EBike retrievedBike = repository.getBike("Bike1").get();
    assertNotNull(retrievedBike);
    assertEquals("Bike1", retrievedBike.getBikeName());
    assertEquals(EBikeState.AVAILABLE, retrievedBike.getState());
}

@Test
public void testGetBike_NotFound() {
    assertThrows(ExecutionException.class, () -> repository.getBike("NonExistentBike").get());
}

@Test
public void testAssignBikeToUser() throws ExecutionException, InterruptedException {
    repository.saveBike(bike1).get();
    repository.assignBikeToUser("User1", bike1).get();

    String assignedUser = repository.isBikeAssigned(bike1).get();
    assertEquals("User1", assignedUser);
}

@Test
public void testUnassignBikeFromUser() throws ExecutionException, InterruptedException {
    repository.saveBike(bike1).get();
    repository.assignBikeToUser("User1", bike1).get();

    repository.unassignBikeFromUser("User1", bike1).get();
    String assignedUser = repository.isBikeAssigned(bike1).get();
    assertNull(assignedUser);
}

@Test
public void testGetAvailableBikes() throws ExecutionException, InterruptedException {
    repository.saveBike(bike1).get();
    repository.saveBike(bike2).get();

    List<EBike> availableBikes = repository.getAvailableBikes().get();
    assertEquals(1, availableBikes.size());
    assertEquals("Bike1", availableBikes.get(0).getBikeName());
}
```

Trattandosi di un test Unit, viene testata la parte di codice interna al microservizio, senza interagire con altri.

Vengono testati i metodi di salvataggio e recupero di una bicicletta, l'assegnazione e la rimozione di una bicicletta da un utente, e il recupero delle biciclette disponibili.

### 5.1.2. Integration Test

```
@Test
void testSignUpAndSignIn() {
    System.out.println("Testing sign Up and sign In");
    registerUser("testuser", "USER").join();
}
```

```

        signIn("testuser").join();
    }

    private static CompletableFuture<Void> signIn(String username) {
        CompletableFuture<Void> future = new CompletableFuture<>();
        JsonObject user = new JsonObject().put("username", username);

        client.post(8084, "localhost", "/api/users/signin")
            .sendJsonObject(user, ar -> {
                if (ar.succeeded()) {
                    HttpResponse<Buffer> response = ar.result();
                    System.out.println("User sign in SUCCEEDED: " + response.bodyAsString());
                    assertEquals(200, response.statusCode());
                    future.complete(null);
                } else {
                    System.err.println("User sign in FAILED: " + ar.cause().getMessage());
                    future.completeExceptionally(ar.cause());
                }
            });
    }

    return future;
}

```

Allo scopo di testare il collegamento tra un microservizio e un servizio esterno come quello di database, è stato definito un docker compose ad hoc per testare esclusivamente questo aspetto.

```

services:

  mongodb:
    image: mongo:latest
    ports:
      - 27017:${MONGODB_INSTANCE_PORT}
    networks:
      - eureka-network
    environment:
      - GLIBC_TUNABLES=glibc.pthread.rseq=0
    volumes:
      - mongodb_data:/data/db
    command: --wiredTigerCacheSizeGB 1
    ulimits:
      memlock: -1
    deploy:
      resources:
        limits:
          memory: 1G
    healthcheck:
      test: mongosh --eval 'db.runCommand("ping").ok' localhost:${MONGODB_INSTANCE_PORT}/test --quiet
      interval: 5s
      timeout: 5s
      retries: 3
      start_period: 5s

  user-microservice:
    build:
      context: ../../../../../../../user_microservice
    ports:
      - 8084:${USER_INSTANCE_PORT}
    networks:
      - eureka-network
    depends_on:
      mongodb:
        condition: service_healthy
    environment:
      - EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE=${EUREKA_CLIENT_SERVICEURL_DEFAULTZONE}
      - EUREKA_HOST=${EUREKA_INSTANCE_HOSTNAME}
      - EUREKA_PORT=${EUREKA_INSTANCE_PORT}
      - SERVICE_NAME=${USER_INSTANCE_HOSTNAME}
      - SERVICE_PORT=${USER_INSTANCE_PORT}
      - ADAPTER_RIDE_PORT=${USER_ADAPTER_RIDE_PORT}
      - MONGO_CONNECTION=${MONGODB_CONNECTION_STRING}
      - MONGO_DATABASE=${USER_MONGODB_DATABASE}
    healthcheck:
      test: [ "CMD-SHELL", "curl -f http://localhost:${USER_INSTANCE_PORT}/health", "curl -f http://localhost:${USER_ADAPTER_RIDE_PORT}/health" ]
      interval: 5s
      timeout: 5s
      retries: 3
      start_period: 5s

```

```

networks:
  eureka-network:
    driver: bridge

volumes:
  mongodb_data:

```

Il test è stato eseguito con successo, dimostrando che il microservizio è in grado di comunicare con il database e di eseguire le operazioni di registrazione e accesso degli utenti.

### 5.1.3. Component Test

```

@BeforeEach
void setUp(VertxTestContext testContext) {
    vertx = Vertx.vertx();
    client = vertx.createHttpClient();
    webClient = WebClient.create(vertx);

    // Initialize components
    EBikeRepositoryImpl repository = new EBikeRepositoryImpl();
    EventPublisher eventPublisher = new EventPublisherImpl(vertx);
    RestMapServiceAPI mapService = new RestMapServiceAPIImpl(repository, eventPublisher);

    ServiceConfiguration config = ServiceConfiguration.getInstance(vertx);
    config.load().onSuccess(conf -> {
        // Deploy verticles
        vertx.deployVerticle(new MapServiceVerticle(mapService, vertx))
            .compose(id -> vertx.deployVerticle(new BikeUpdateAdapter(mapService, vertx)))
            .onComplete(ar -> {
                if (ar.succeeded()) {
                    vertx.setTimer(1000, id -> testContext.completeNow());
                } else {
                    testContext.failNow(ar.cause());
                }
            });
    });
}

@AfterEach
void tearDown(VertxTestContext testContext) {
    vertx.close().onComplete(testContext.succeeding(v -> testContext.completeNow()));
}

@Test
void testUpdateEBikeAndObserveAllBikes(VertxTestContext testContext) {
    JsonObject bikeJson = new JsonObject()
        .put("id", "bike1")
        .put("location", new JsonObject()
            .put("x", 10.0)
            .put("y", 20.0))
        .put("state", "AVAILABLE")
        .put("batteryLevel", 100);

    // Send update request
    webClient.put(BIKE_UPDATE_PORT, "localhost", "/updateEBike")
        .putHeader("Content-Type", "application/json")
        .sendJsonObject(bikeJson)
        .onComplete(ar -> {
            if (ar.failed()) {
                testContext.failNow(ar.cause());
            }
        });

    // Set up WebSocket client
    client.webSocket(8080, "localhost", "/observeAllBikes")
        .onComplete(testContext.succeeding(webSocket -> {
            webSocket.handler(buffer -> {
                JsonArray receivedBike = buffer.toJsonArray();
                JsonObject bike = new JsonObject(receivedBike.getString(0));
                testContext.verify(() -> {
                    assertEquals("bike1", bike.getString("bikeName"));
                    assertEquals(10.0, bike.getJsonObject("position").getDouble("x"));
                    assertEquals(20.0, bike.getJsonObject("position").getDouble("y"));
                    assertEquals("AVAILABLE", bike.getString("state"));
                    assertEquals(100, bike.getInteger("batteryLevel"));
                });
            });
        }));
}

```

```

        testContext.completeNow();
    });
    });
    });
}

```

Il test verifica due operazioni chiave:

- Aggiornamento dello stato di una eBike tramite una richiesta HTTP (PUT).
- Osservazione in tempo reale dello stato delle biciclette tramite WebSocket.

La logica è testata end-to-end all'interno del servizio, senza però coinvolgere infrastrutture esterne reali come database o network, che vengono simulate (grazie a Vertx). Questo rende il test rappresentativo di un comportamento reale del servizio, pur mantenendolo isolato e rapido.

Questo test dimostra che il servizio è in grado di gestire correttamente il flusso di dati dal momento in cui riceve una richiesta di aggiornamento fino alla notifica in tempo reale tramite WebSocket.

Coinvolge più componenti del servizio, verificandone il funzionamento interno senza coinvolgere l'intero sistema.

### 5.1.4. End-to-End Test

```

@BeforeAll
static void setUp() {
    String command = "cd ../../ && docker-compose up -d --build";
    ProcessBuilder processBuilder = new ProcessBuilder();
    processBuilder.command("bash", "-c", command);

    int exitCode = process.waitFor();
    System.out.println("Docker Compose Exit code: " + exitCode);

} catch (InterruptedException | IOException e) {
    throw new RuntimeException(e);
}

vertx = Vertx.vertx();
client = WebClient.create(vertx);

// Wait for health check to succeed
waitForHealthCheck();
}

private static void waitForHealthCheck() {
    CompletableFuture<Void> healthCheckFuture = new CompletableFuture<>();

    vertx.setPeriodic(1000, id -> { // Poll every 1 second
        client.get(8080, "localhost", "/actuator/health")
            .send(ar -> {
                if (ar.succeeded()) {
                    HttpResponse<Buffer> response = ar.result();
                    String body = response.bodyAsString();
                    if (response.statusCode() == 200 && body.contains("\"status\": \"UP\"")) {
                        System.out.println("Health check SUCCEEDED: " + body);
                        healthCheckFuture.complete(null); // Complete the future on success
                        vertx.cancelTimer(id); // Cancel the periodic task
                    } else {
                        System.err.println("Health check response but not ready: " + body);
                    }
                } else {
                    System.err.println("Health check failed: " + ar.cause().getMessage());
                }
            });
    });

    try {
        // Wait for the health check to succeed or timeout after 60 seconds
        healthCheckFuture.get(100, TimeUnit.SECONDS);
        System.out.println("Health check succeeded in time");
    } catch (Exception e) {
        throw new RuntimeException("Health check did not succeed in time", e);
    }
}

```

```

@Test
void testEBikeCreationAndArrive() {
    var httpClient = vertx.createHttpClient();

    // Register users after health check succeeds
    CompletableFuture<Void> adminFuture = registerUser("admin", "ADMIN");
    CompletableFuture<Void> userFuture = registerUser("user", "USER");

    // Wait for user registration to complete
    CompletableFuture.allOf(adminFuture, userFuture).thenCompose(v -> {
        // Create an eBike after user registration
        return createEBike("bike1", 10.0, 20.0, "AVAILABLE", 100);
    }).thenAccept(v -> {
        // Connect to WebSocket and verify the received message
        httpClient.webSocket(8080, "localhost", "/MAP-MICROSERVICE/observeUserBikes?username=user")
            .onSuccess(ws -> {
                ws.textMessageHandler(message -> {
                    System.out.print("Received WebSocket message: " + message);
                    JSONArray receivedArray = new JSONArray(message);
                    String bikeString = receivedArray.getString(0);
                    JSONObject receivedBike = new JSONObject(bikeString);

                    JSONObject expectedBike = new JSONObject()
                        .put("bikeName", "bike1")
                        .put("position", new JSONObject()
                            .put("x", 10.0)
                            .put("y", 20.0))
                        .put("state", "AVAILABLE")
                        .put("batteryLevel", 100);

                    assertEquals(expectedBike, receivedBike);
                });
            });
    }).join(); // Wait for all operations to complete
}

private static CompletableFuture<Void> registerUser(String username, String type) {
    CompletableFuture<Void> future = new CompletableFuture<>();
    JSONObject user = new JSONObject()
        .put("username", username)
        .put("type", type);

    client.post(8080, "localhost", "/USER-MICROSERVICE/api/users/signup")
        .sendJsonObject(user, ar -> {
            if (ar.succeeded()) {
                System.out.println("User registration SUCCEEDED: " + ar.result().bodyAsString());
                future.complete(null);
            } else {
                System.err.println("User registration failed: " + ar.cause().getMessage());
                future.completeExceptionally(ar.cause());
            }
        });
    return future;
}

private static CompletableFuture<Void> createEBike(String id, double x, double y, String status, int batteryLevel) {
    CompletableFuture<Void> future = new CompletableFuture<>();
    JSONObject ebike = new JSONObject()
        .put("id", id)
        .put("x", x)
        .put("y", y)
        .put("status", status)
        .put("batteryLevel", batteryLevel);

    client.post(8080, "localhost", "/EBIKE-MICROSERVICE/api/ebikes/create")
        .sendJsonObject(ebike, ar -> {
            if (ar.succeeded()) {
                System.out.println("EBike creation SUCCEEDED: " + ar.result().bodyAsString());
                future.complete(null);
            } else {
                System.err.println("EBike creation failed: " + ar.cause().getMessage());
                future.completeExceptionally(ar.cause());
            }
        });
    return future;
}

```

Questo tipo di test verifica l'intero flusso operativo del sistema, assicurandosi che tutti i componenti interagiscano correttamente in un ambiente il più vicino possibile a quello di produzione.

L'obiettivo principale di questo è simulare l'esperienza utente, dalla registrazione degli utenti alla creazione di una eBike e alla verifica delle notifiche in tempo reale tramite WebSocket. Questo assicura che tutte le parti del sistema funzionino bene insieme.

Esso coinvolge l'intero sistema, avviando tutti i container docker interessati tramite un comando shell.

La registrazione degli utenti è il primo passo: un amministratore e un utente comune vengono creati con i rispettivi ruoli. Successivamente, un utente comune registra una nuova eBike con attributi specifici, come l'ID, la posizione e lo stato della batteria. Una volta che la eBike è creata, il test prosegue con la connessione all'endpoint WebSocket per osservare le bici utente.

La fase successiva implica la validazione del messaggio ricevuto dal WebSocket. Una volta connesso, il sistema invia messaggi contenenti i dati della eBike appena creata, e il test verifica che questi dati corrispondano esattamente a quelli previsti.

Infine, una volta terminato il test, si passa alla fase di pulizia finale, dove tutti i container e i volumi associati ai microservizi vengono fermati e rimossi tramite Docker Compose. Questo assicura che non ci siano effetti collaterali tra diversi test e che l'ambiente venga sempre ripristinato allo stato iniziale, pronto per un nuovo ciclo di test.

## 5.2. Commento sulla validazione dell'architettura

In conclusione, l'analisi condotta nei precedenti capitoli e i test generati dimostrano come la strategia adottata per soddisfare i requisiti e gli attributi di qualità sia stata efficace. Si evince, infatti, come i quattro microservizi principali prodotti, ricordando che discendono da sottodomini di tipo core, racchiudano in maniera appropriata ogni funzionalità identificata, favorendone la gestione modulare e facilitando l'estendibilità, la modificabilità e la scalabilità del sistema. L'utilizzo di Docker e di API standard per la comunicazione ha permesso di isolare i servizi e di garantire l'interoperabilità tra di essi, mentre l'uso di Vert.x ha garantito performance elevate e una gestione efficiente degli eventi. Inoltre, la testabilità dei microservizi è stata garantita grazie alla definizione di test a vari livelli, che hanno permesso di verificare il corretto funzionamento di alcune funzionalità offerte da essi, sia individualmente, sia nel loro funzionamento integrato. Tuttavia, l'insieme dei test potrebbe essere ulteriormente esteso per coprire scenari più complessi e garantire una maggiore robustezza, migliorando così l'affidabilità e l'efficacia del sistema in ambienti di produzione.