

Library Seat Reservation

SOFTWARE ARCHITECTURES AND METHODOLOGIES

Docente

Prof. Enrico Vicario

Supervisori

- Dott. Boris Brizzi
- Ing. Jacopo Parri
- Ing. Samuele Sampietro



INTRODUZIONE

LibrarySeatReservation è una applicazione web per la gestione delle prenotazioni di posti all'interno delle aule studio delle biblioteche di Firenze.

Gli **obiettivi funzionali** di maggiore rilievo sono:

- Progettazione e sviluppo di un **backend** che implementa le API di tipo RESTful e utilizza database Postgres
- Progettazione e sviluppo di un **gateway** che implementa un sistema di gestione “a code” delle richieste pervenute
- Progettazione e sviluppo di due **frontend** (uno per l’utente semplice e uno per l’admin)



INTRODUZIONE

Gli **obiettivi di sperimentazione tecnologica** di maggiore rilievo sono:

- **TimescaleDB**: estensione di **PostgreSQL** in grado di offrire un insieme di operazioni relative a dati temporali, per memorizzare le prenotazioni
- **WebSocket**: protocollo di comunicazione di **basso livello** basato su Transmission Control Protocol (TCP), per la gestione della coda
- **RSocket**: protocollo di comunicazione a **livello applicativo** bidirezionale, multiplex e duplex, per l'implementazione di un sistema di notifiche *real-time*
- **JWT** per la gestione dell'autenticazione e dell'autorizzazione
- **Docker** per l'isolamento e la divisione in container (Wildfly, database Postgres)



GESTIONE DELLA CODA (1/2)

Quando si rende necessario l'utilizzo di una **coda**?

- Quando le **risorse** sono **limitate**
- Quando il **traffico web** **aumenta** improvvisamente oltre le capacità di gestione del sistema



Gli scenari **funzionali** possibili sono i seguenti:

- Una **coda singola** per l'accesso ad ogni biblioteca
- Una **coda generale** per l'accesso al sistema di prenotazione

È stata scelta la **seconda opzione**, con l'intento di prevenire sovraccarichi al sistema dovuto ad un grande numero di richieste contemporanee relative a biblioteche diverse.

GESTIONE DELLA CODA (2/2)

Gli scenari **architetturali** possibili sono i seguenti:

- **Modulo frontend come parte attiva** del funzionamento della coda (es. informato dal gateway reagisce con un redirect)
- **Modulo frontend completamente indipendente** dal modulo gateway (es. il gateway ha un suo frontend specifico per la pagina della coda)



È stata scelta la **prima opzione**, che fornisce maggiore libertà di scelta e consente più facilmente l'aggiunta di funzionalità aggiuntive (es. timer per completare il caso d'uso).

TIMESTACLEDDB

Database relazionale open-source **Full SQL**. È una estensione di **PostgreSQL** in grado di offrire un insieme di operazioni efficienti relative a dati temporali.

- Basato sul concetto di **hypertable**
- Supporto **nativo** al linguaggio SQL
- Maggiore facilità d'uso per l'analisi delle **time-series**
- Prestazioni **migliorate** per query temporali

In particolare la funzione **time_bucket()** viene utilizzata per aggregare periodi di tempo di dimensioni arbitrarie (es. 5 minuti, 1 giorno).



```
SELECT time_bucket('1 day', datetime) AS date, count(*)  
FROM reservations  
GROUP BY date  
ORDER BY date ASC
```

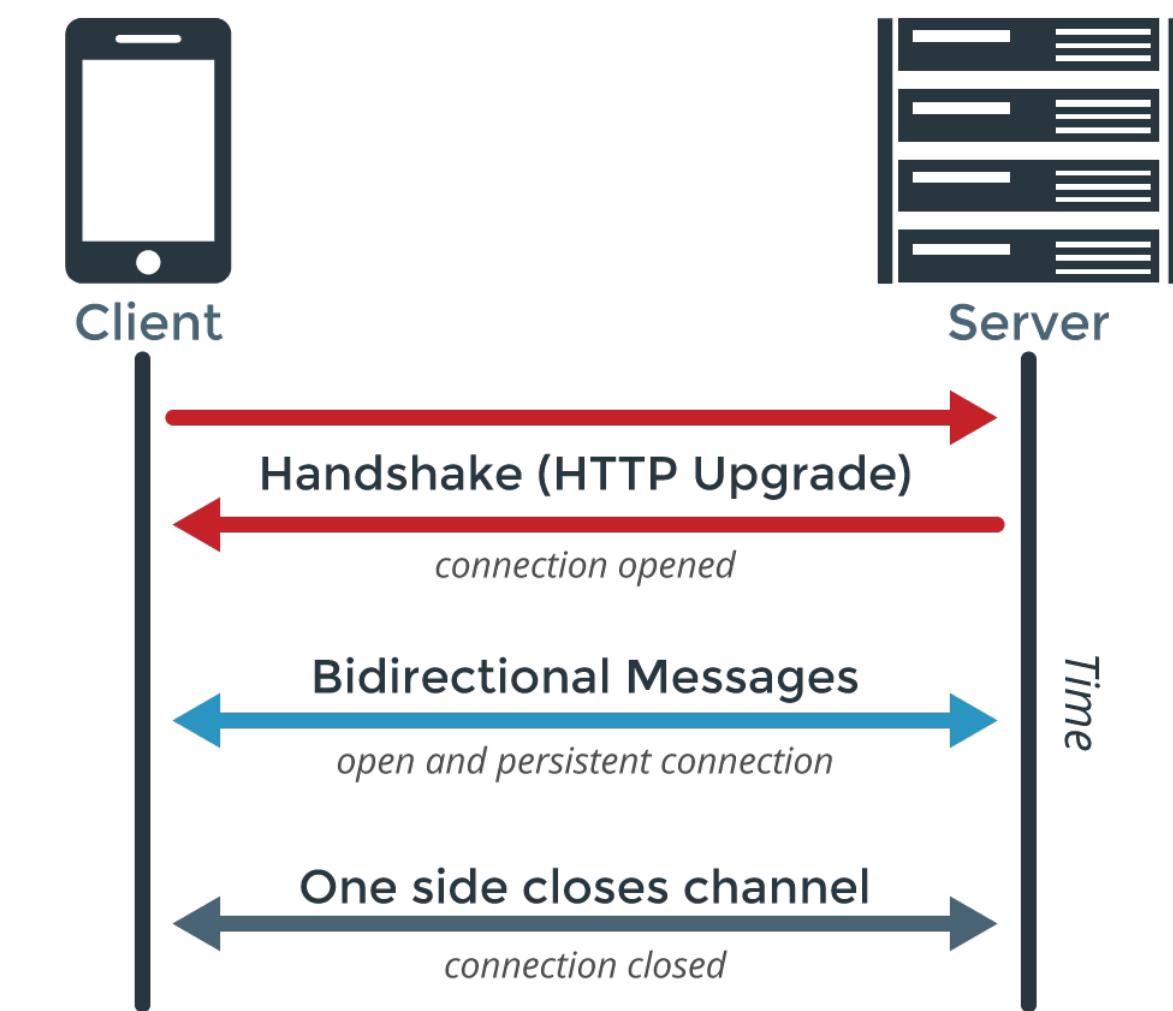
Esempio di query SQL con **time_bucket**

WEBSOCKET

Protocollo di comunicazione **bidirezionale** in grado di inviare dati da un server ad un client riutilizzando lo stesso **canale di connessione**

Vantaggi rispetto ad HTTP:

- Efficienza
- Riduzione di banda e di latenza
- Semplificazione per le architetture *real-time*



```
import {webSocket} from "rxjs/webSocket";
socket = webSocket("ws://localhost:8080/gateway/queue");
socket.subscribe(message => {
  console.log(message)
})
```

Esempio connessione a endpoint WebSocket



RSocket

Caratteristiche:

- Protocollo a livello **applicativo**
- Supporto a **feature avanzate** (*framing, session resumption e backpressure non bloccante*)
- **Agnostico** rispetto al livello di trasporto utilizzato (TCP, WebSocket, HTTP/2 ecc...)
- Controllo del **flusso** e riduzione della **latenza**

```
import RSocketClient from "rsocket-core";
import RSocketWebsocketClient from "rsocket-websocket-client";

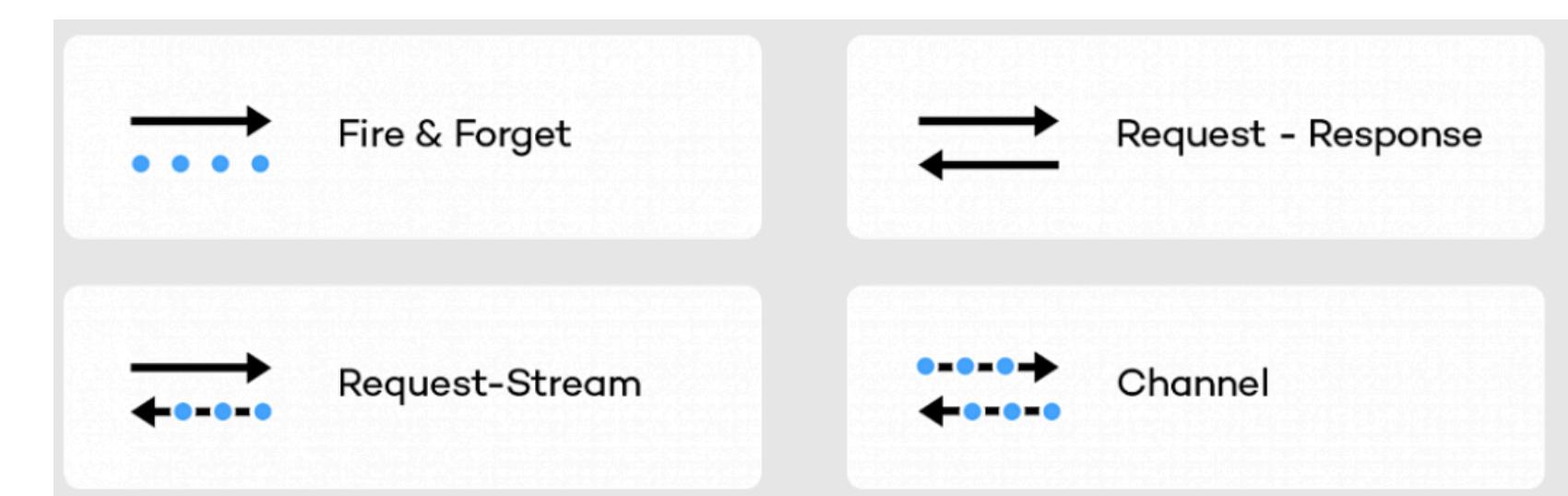
const transport = new RSocketWebsocketClient(
  { url: "ws://localhost:7878" });

client = new RSocketClient(
  { transport: transport, responder: new RSocketResponder() });
client.connect().subscribe({
  onComplete: (rsocket) => {
    rsocket.fireAndForget({data: 'connected!'});
  }
})
```

Esempio di client RSocket

Supporta le seguenti interazioni:

- **Fire-and-forget**
- **Request-Stream**
- **Request-Response**
- **Channel**

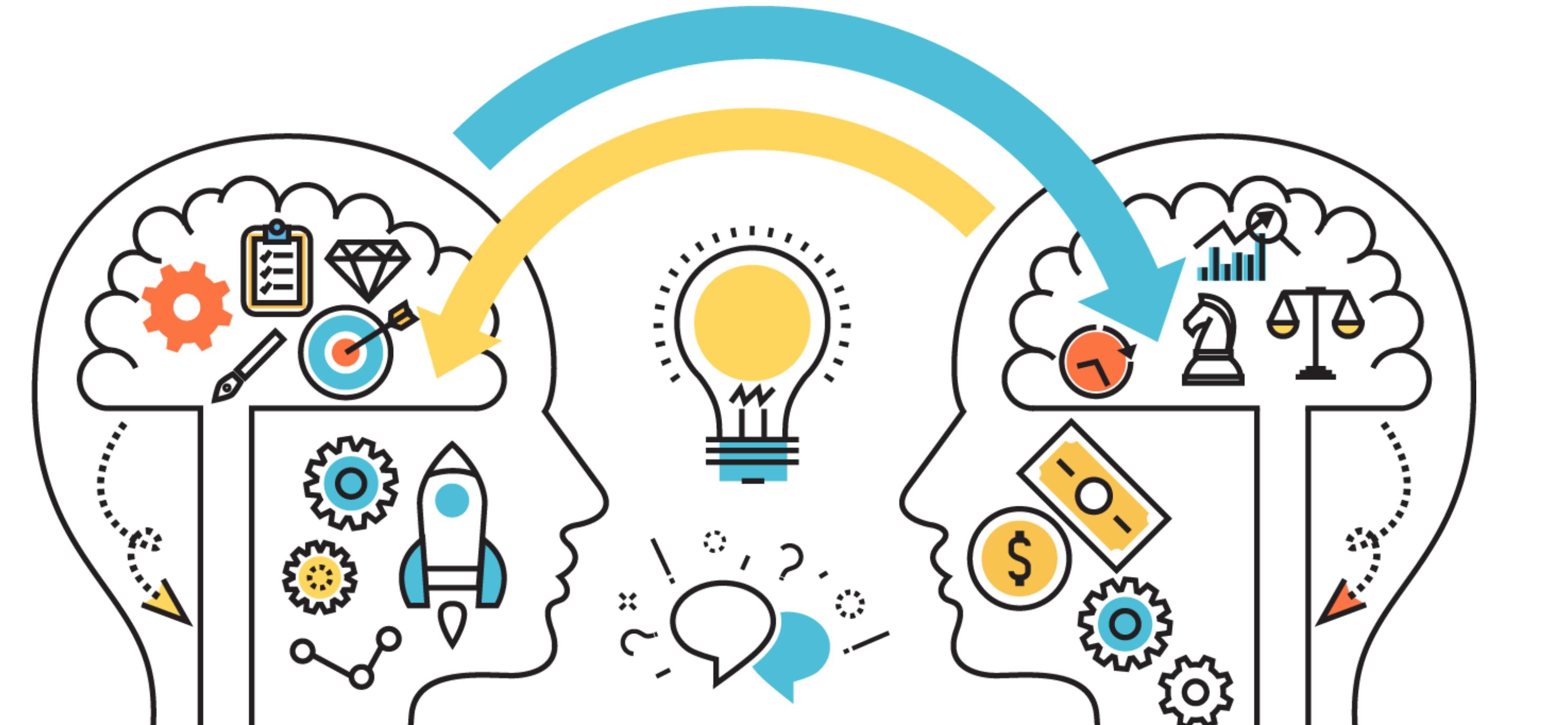


Modelli di interazione RSocket



FASI DEL PROGETTO

- **Documentazione**
 - Analisi dei requisiti
 - Diagrammi dei casi d'uso
 - Mockup
 - Modelli di dominio
 - Diagrammi di sequenza
- **Implementazione**
 - Frontend
 - Gateway
 - Backend



ANALISI DEI REQUISITI

REQUISITI FUNZIONALI

- Gestione degli utenti
- Gestione delle biblioteche
- Gestione delle prenotazioni

REQUISITI NON FUNZIONALI

- Il sistema dovrà avere una **natura distribuita**
- **Architettura RESTful**
- Logica **gateway** indipendente dal contesto applicativo

REQUISITI DI DOMINIO

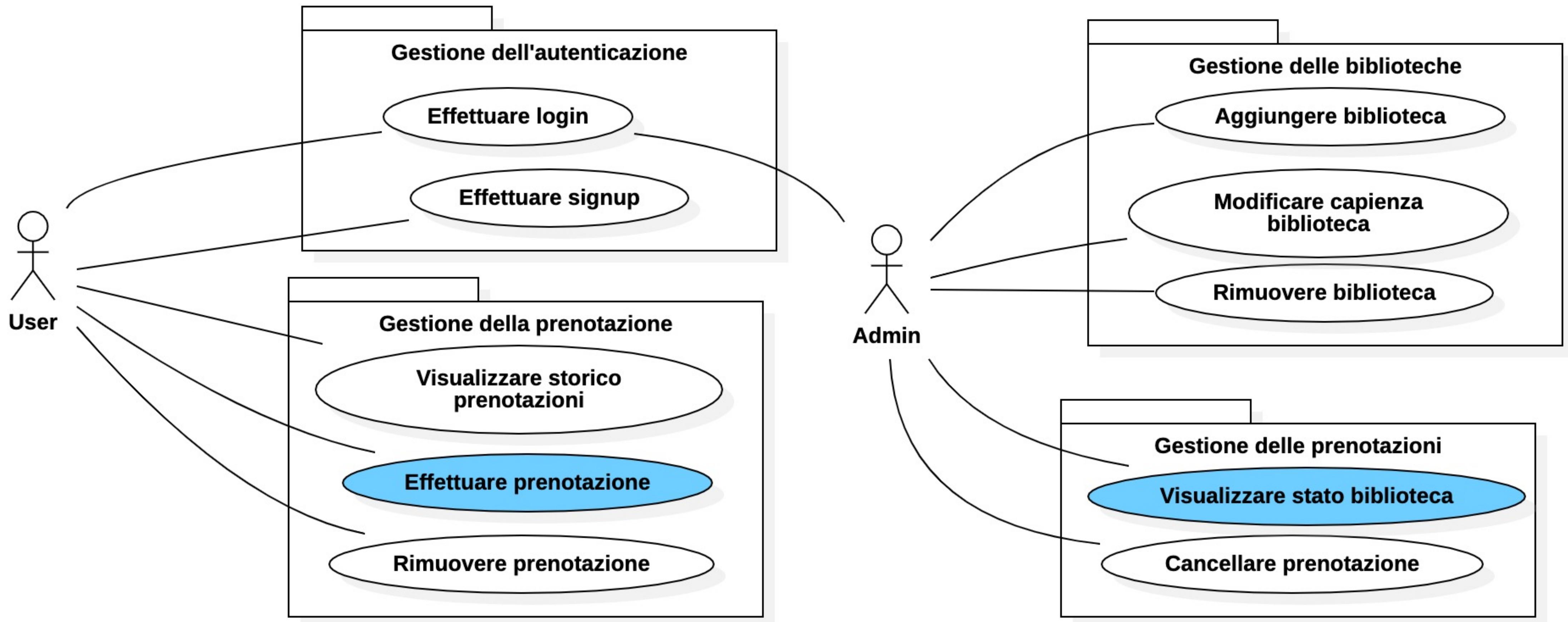
Utente
email
nome
cognome
password

Biblioteca
nome
indirizzo
capienza

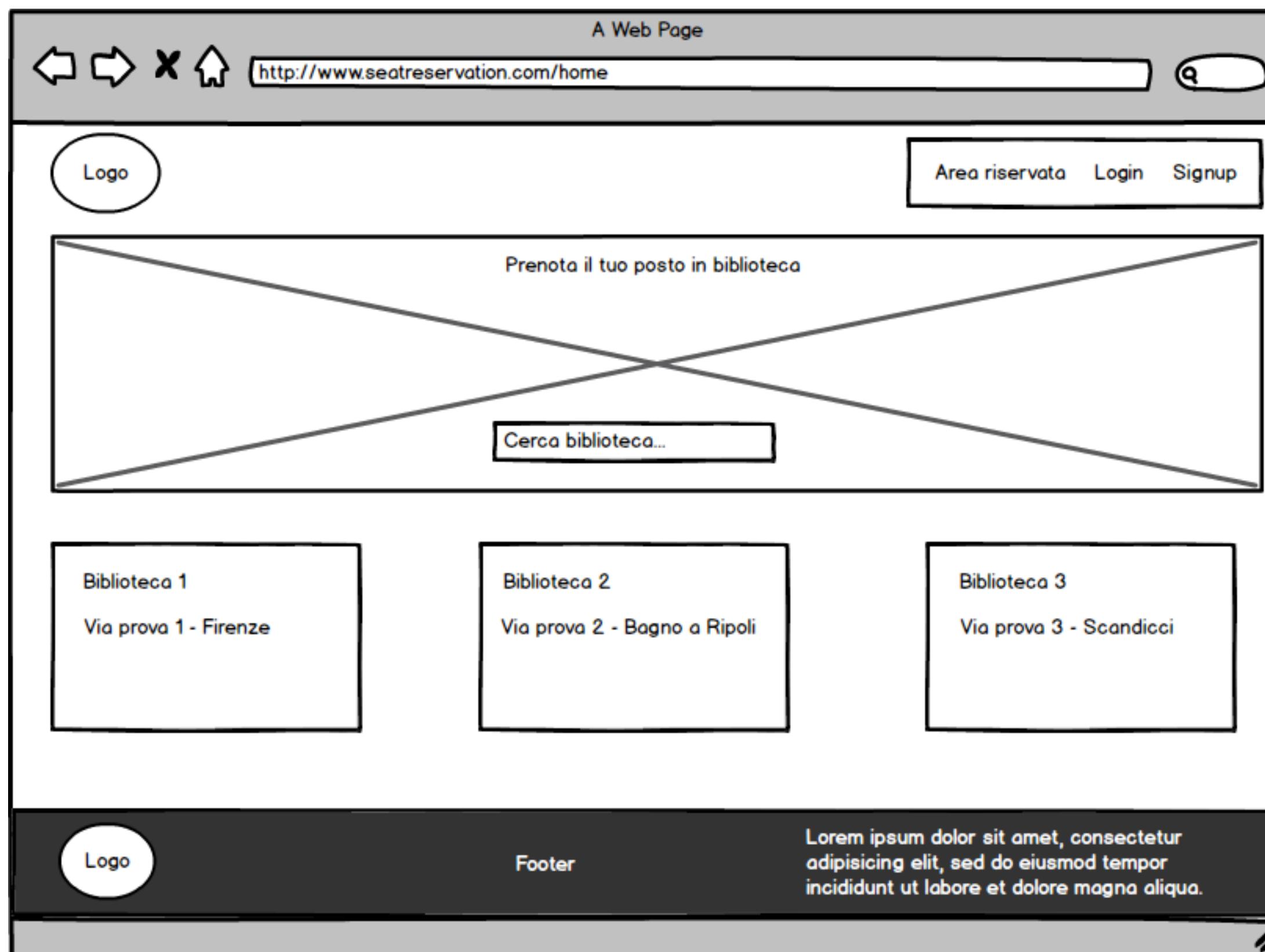
Prenotazione
utente
biblioteca
data
fascia oraria



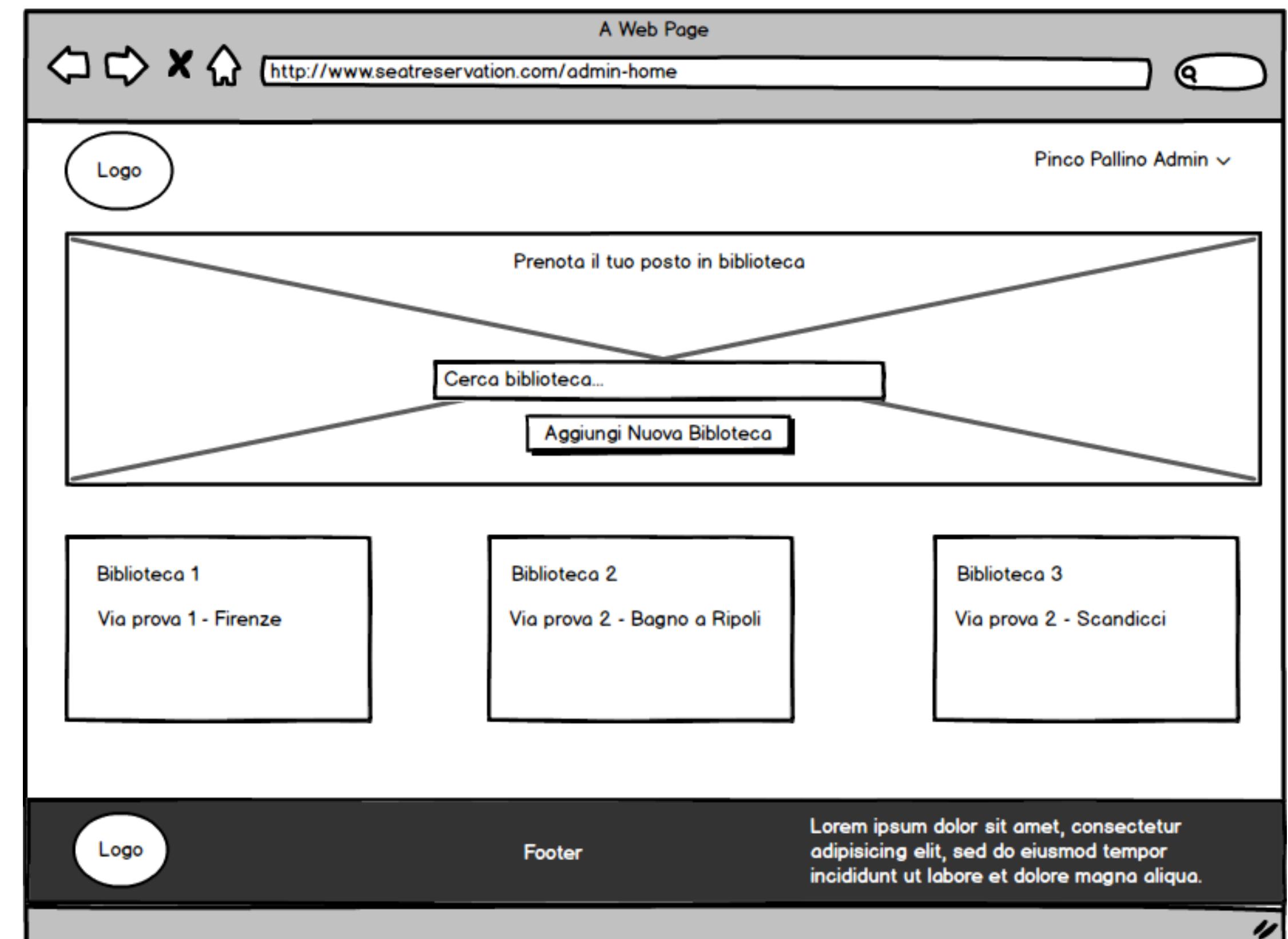
ANALISI DEI REQUISITI - CASI D'USO



MOCKUP (1/3)



Mockup home



Mockup home (admin)



MOCKUP (2/3)

A Web Page
http://www.seatreservation.com/prenotazione

The page displays a logo, a map showing the location of 'Biblioteca 1' at 'Via prova 1 - Firenze', and a calendar for July 2021. The calendar shows availability for two time slots: 8:00 - 13:00 and 13:00 - 19:00. A 'Prenota' button is present. The footer contains a logo and a placeholder text.

S	M	T	W	T	F	S
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

Biblioteca 1
Via prova 1 - Firenze

Area riservata Login Signup

JULY 2021

8:00 - 13:00 12 / 50

13:00 - 19:00 50 / 50

Prenota

Footer

Logo

Lore ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Mockup pagina biblioteca

A Web Page
http://www.seatreservation.com/admin/prenotazione

The page displays a logo, a map showing the location of 'Biblioteca 1' at 'Via prova 1 - Firenze', and a calendar for July 2021. The calendar shows availability for two time slots: 8:00 - 13:00 and 13:00 - 19:00. A table lists reserved seats for four users. An 'Elimina Biblioteca' button is present. The footer contains a logo and a placeholder text.

S	M	T	W	T	F	S
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

Biblioteca 1
Via prova 1 - Firenze

Pinco Pallino Admin ▾

Capienza 60 posti

8:00 - 13:00 13:00 - 19:00

Occupazione 16/60

Pippo Pluto	<input type="button" value="Delete"/>
Paperino Quo	<input type="button" value="Delete"/>
Samuele Ceccherini	<input type="button" value="Delete"/>
Topolino Qua	<input type="button" value="Delete"/>

Elimina Biblioteca

Footer

Logo

Lore ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Mockup pagina biblioteca (admin)

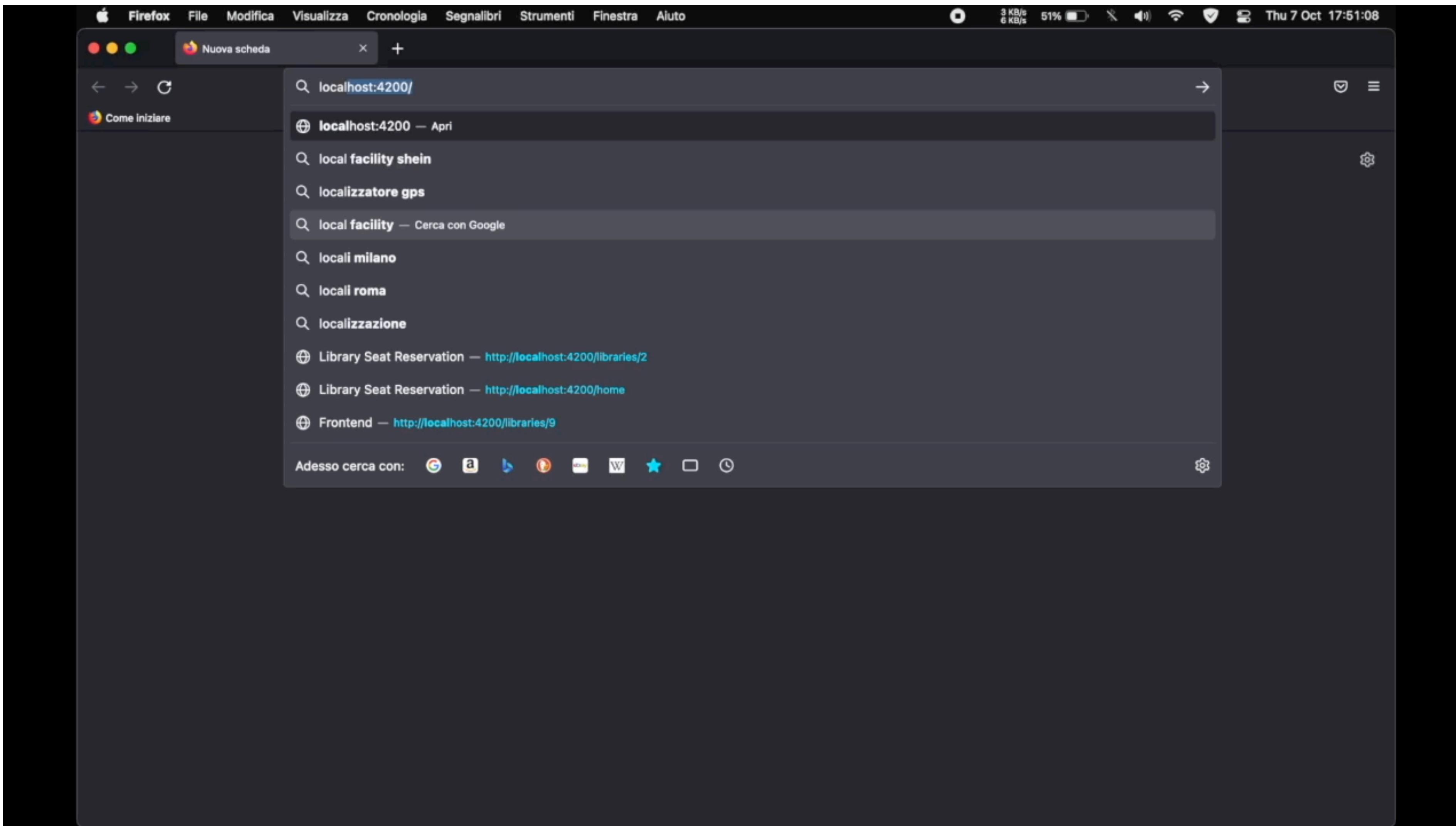


MOCKUP (3/3)

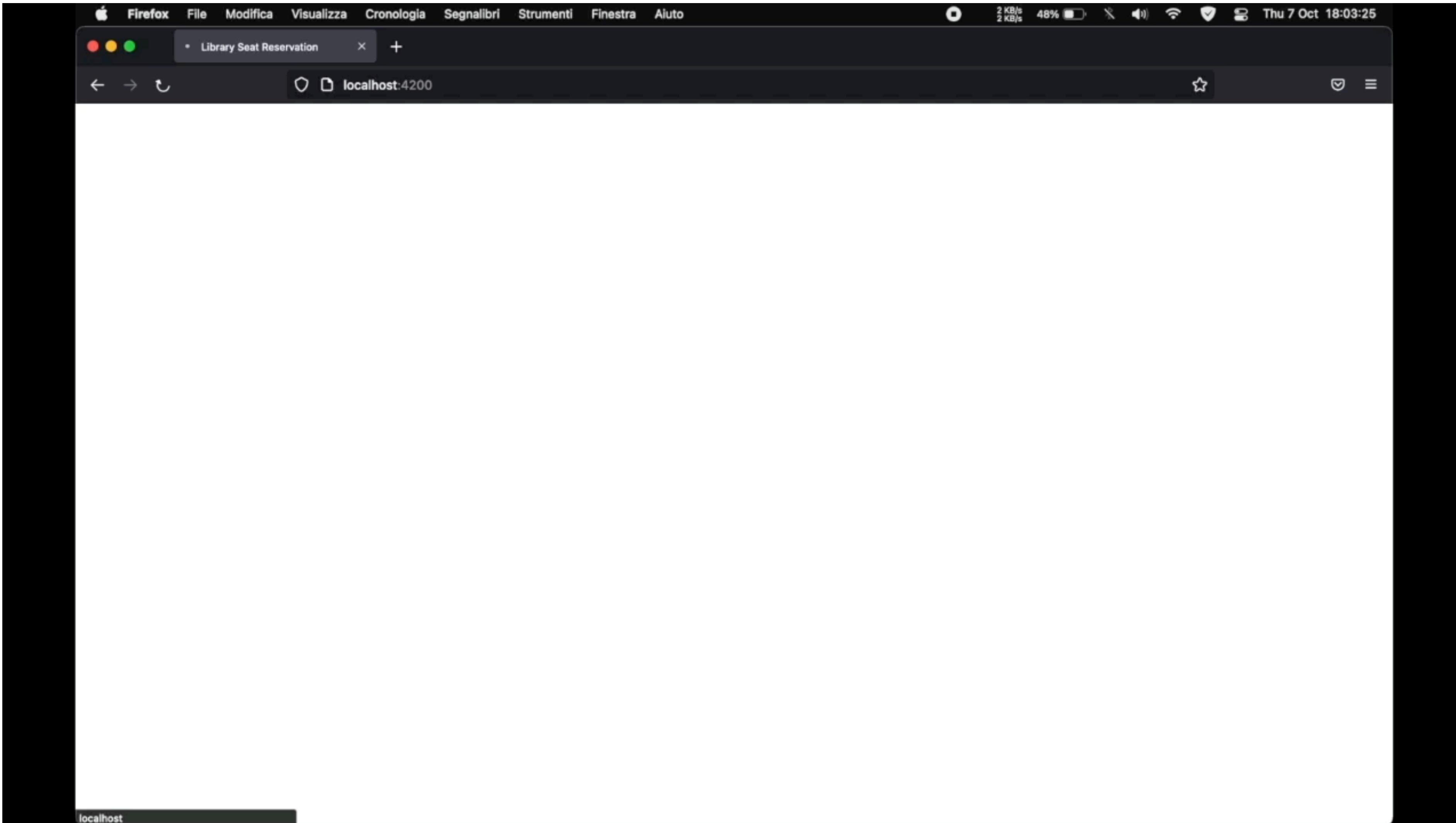


Mockup pagina della coda

DEMO USER CON ENTRATA IN CODA



DEMO ADMIN (1/2)



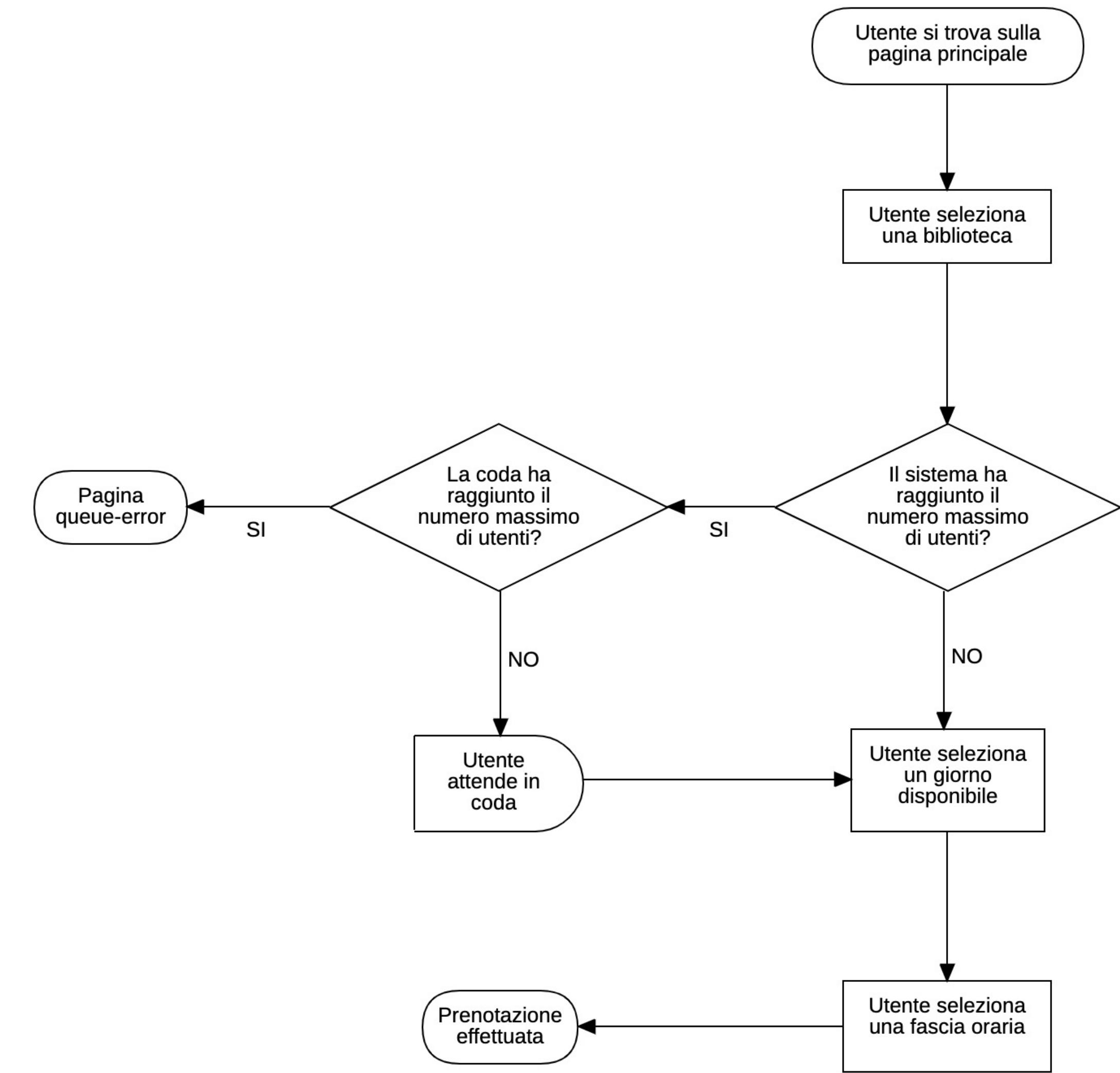
DEMO ADMIN (2/2)

The screenshot shows a Firefox browser window displaying the 'Library Seat Reservation' application. The title bar includes the application name, the address 'localhost:4200/home', and the date/time 'Thu 7 Oct 18:05:53'. The top navigation bar has links for File, Modifica, Visualizza, Cronologia, Segnalibri, Strumenti, Finestra, and Aiuto. On the right, there is a user dropdown labeled 'Utente Admin (Admin)'. The main content area features a heading 'Prenota il tuo posto in biblioteca' and a search bar with the placeholder 'Cerca biblioteca...'. Below the search bar, there is a grid of library branch cards. Each card contains the branch name, address, a small thumbnail image, and its seating capacity.

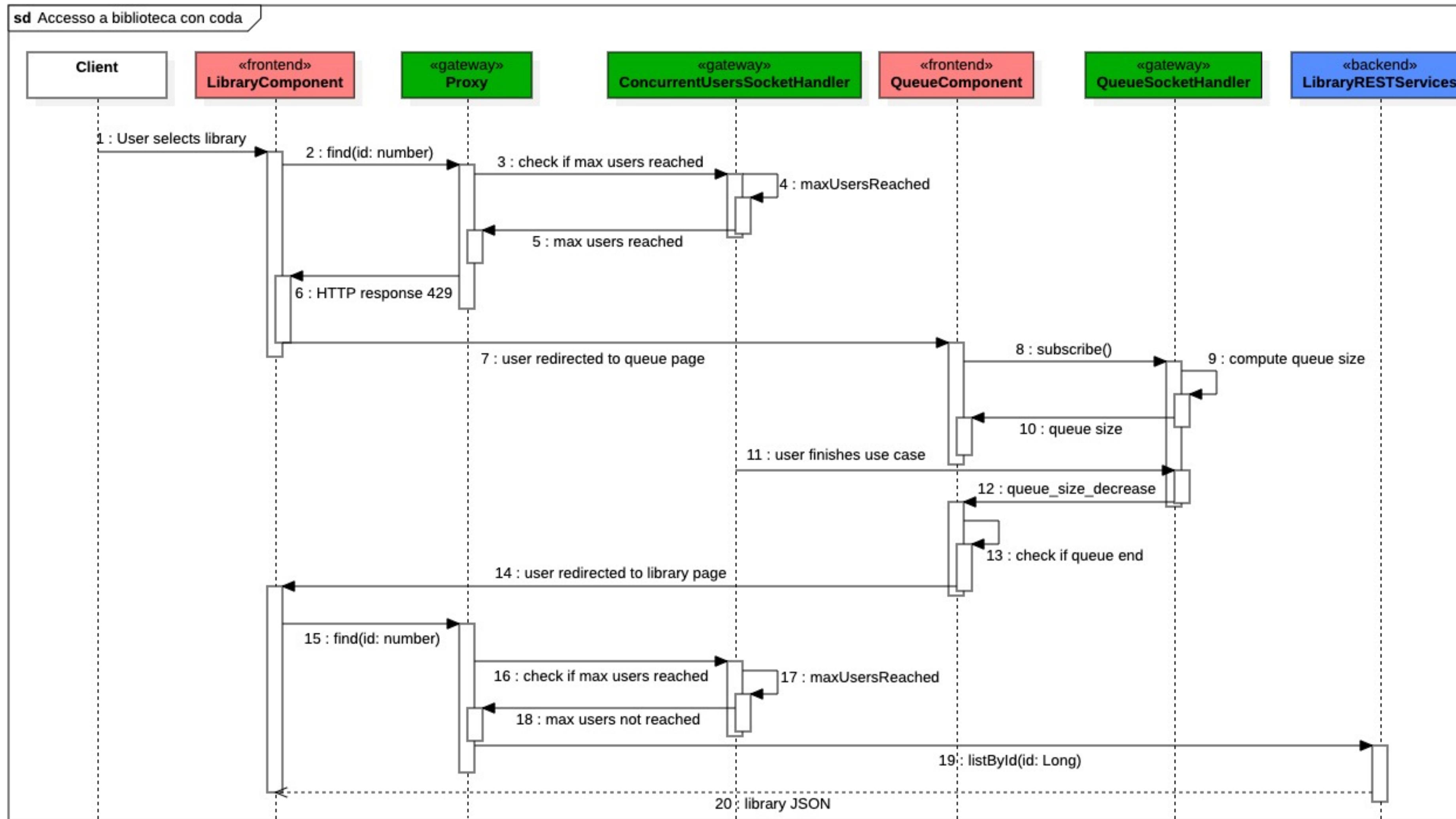
Biblioteca	Indirizzo	Capacità
Biblioteca del Galluzzo	Via Senese, 206, Firenze	70 posti
Biblioteca delle Oblate	Via dell'Oriuolo, 24, Firenze	80 posti
Biblioteca Dino Pieraccioni	Via Nicolodi, 2, Firenze	60 posti
Biblioteca Fabrizio De André	Via delle Carra, 2, Firenze	70 posti
Biblioteca Filippo Buonarroti		
Biblioteca ISIS Leonardo da Vinci		
Biblioteca Mario Luzi		
Biblioteca Orticoltura		

CASO D'USO: GESTIONE DELLA CODA (1/2)

Diagramma di flusso del caso d'uso
di un accesso a una biblioteca con
possibilità di entrata in coda

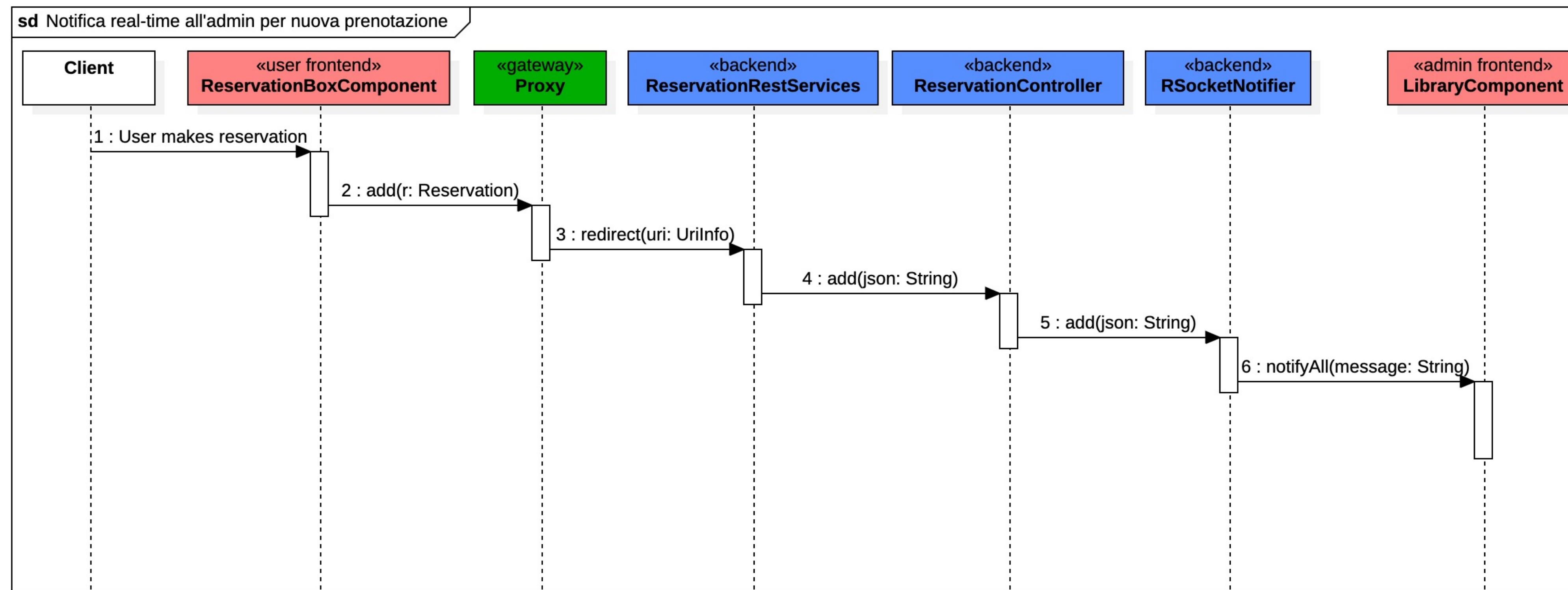


CASO D'USO: GESTIONE DELLA CODA (2/2)



CASO D'USO: NOTIFICA ADMIN CON RSOCKET

Sequence diagram del caso d'uso dell'arrivo di una **notifica in real-time** all'admin nel caso in cui un utente si sia prenotato per una determinata biblioteca



DEMO NOTIFICA ADMIN (RSOCKET)

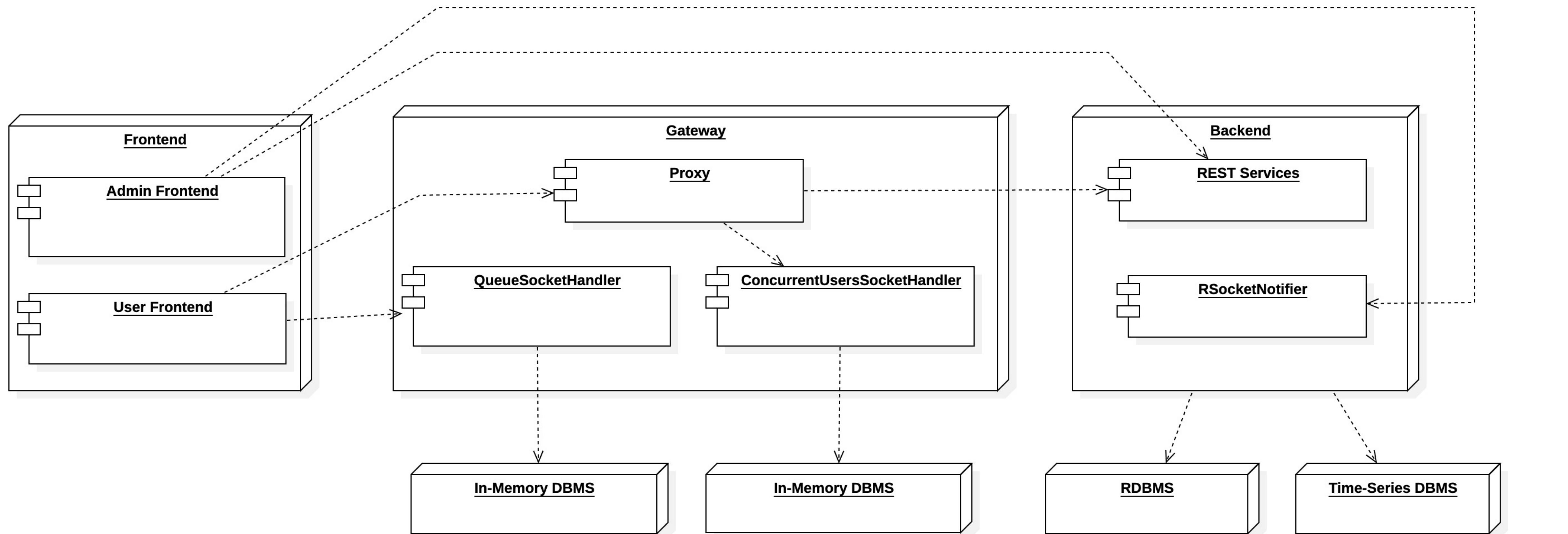
The screenshot shows a Firefox browser window displaying the 'Library Seat Reservation' application. The URL is `localhost:4200/libraries/4`. The interface includes:

- A map of a library location at the top.
- A monthly calendar for October 2021 on the left, with days from 1 to 31. Days 7, 8, 9, 14, 15, 16, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, and 30 are green circles, while days 23 and 24 are red circles.
- A list titled "Prenotazioni per Giovedì 21 Ottobre" (Reservations for Thursday 21 October) on the right, showing four entries:

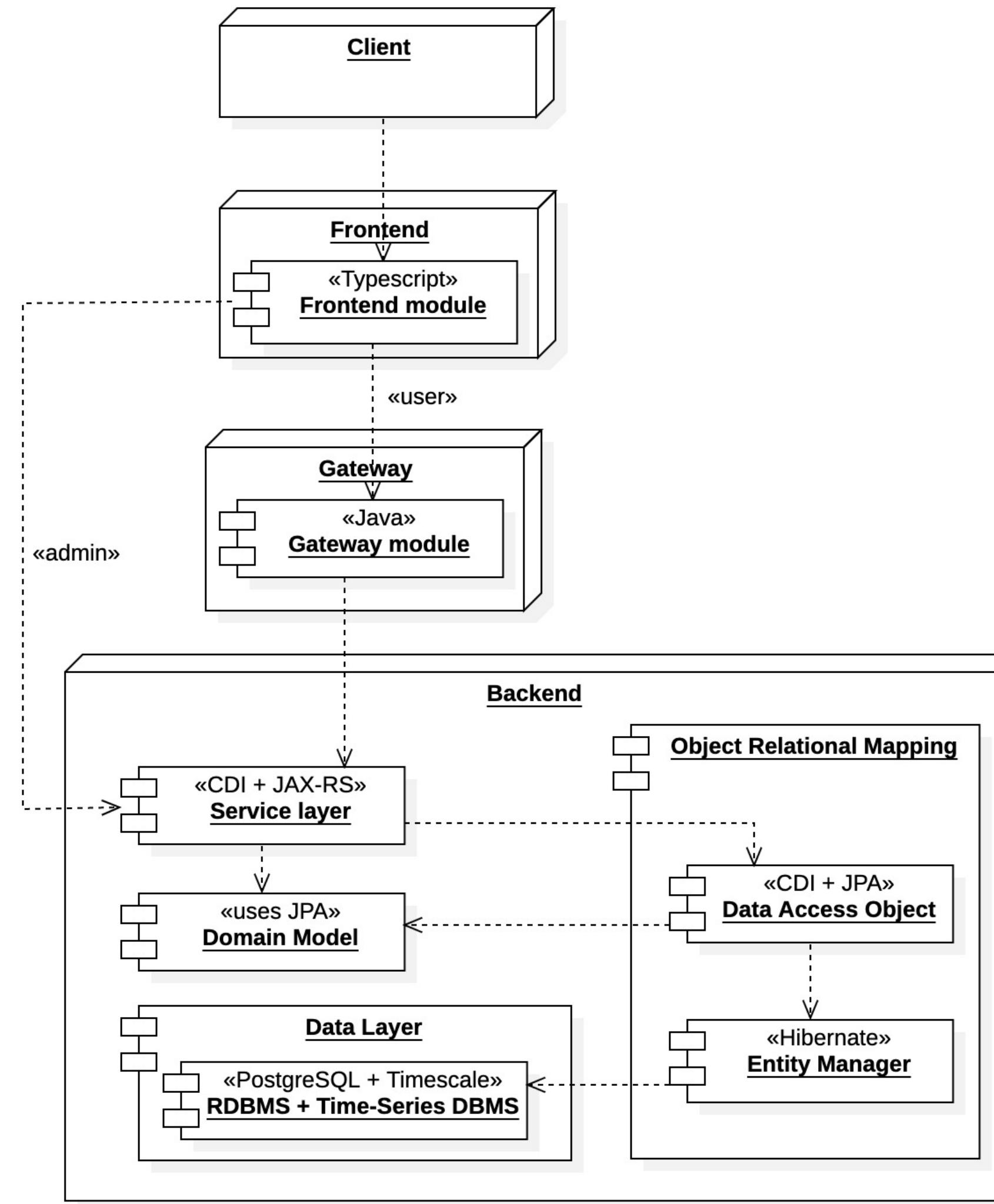
Nome	Email	Elimina
Utente 7856	user7856@email.com	
Utente 9938	user9938@email.com	
Utente 2965	user2965@email.com	
Utente 564	user564@email.com	

- Buttons for "Modifica capacità biblioteca" (Modify library capacity) and "Elimina biblioteca" (Delete library) at the bottom.

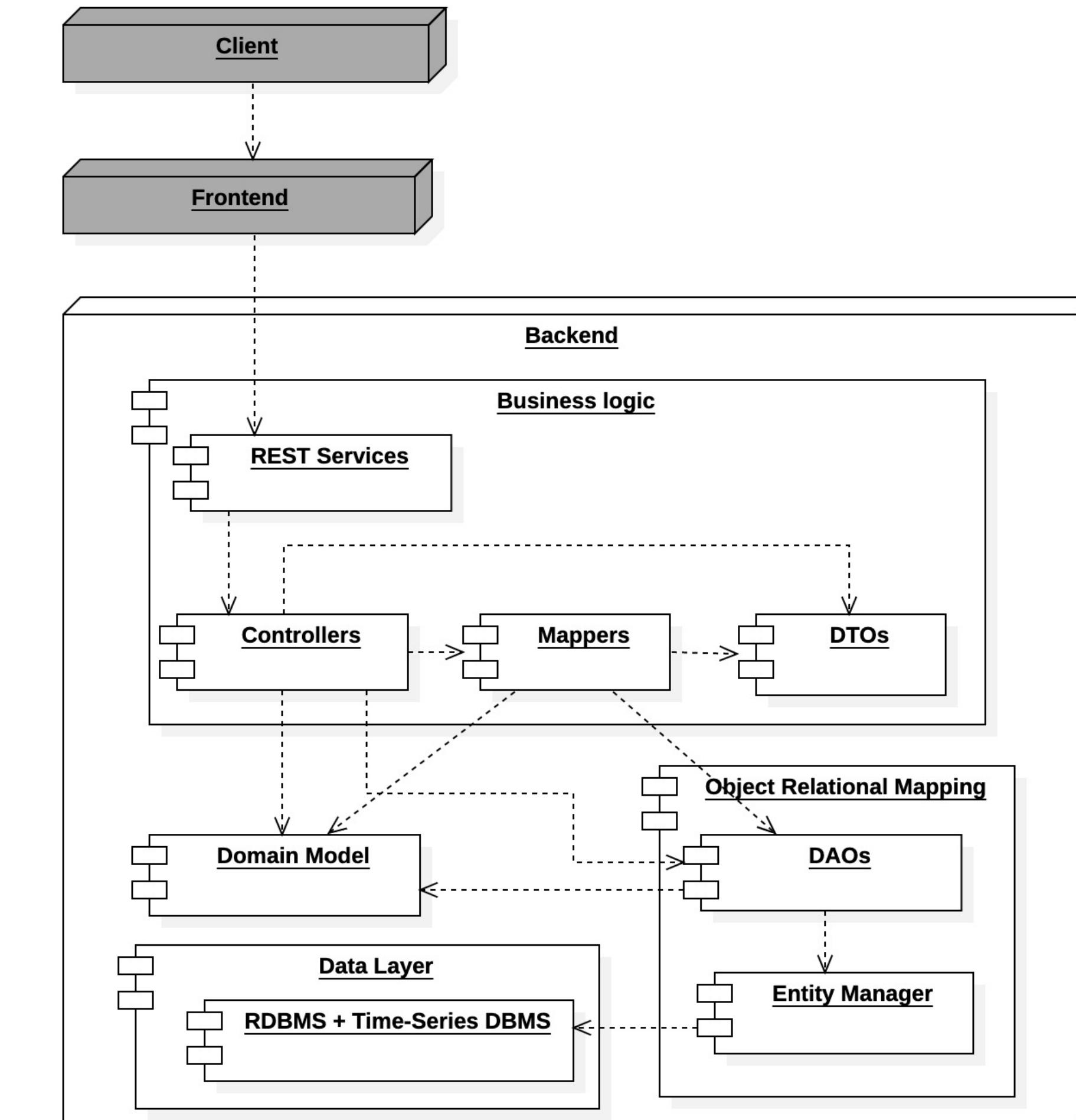
ARCHITETTURA COMPLESSIVA



ARCHITETTURA NEL DETTAGLIO



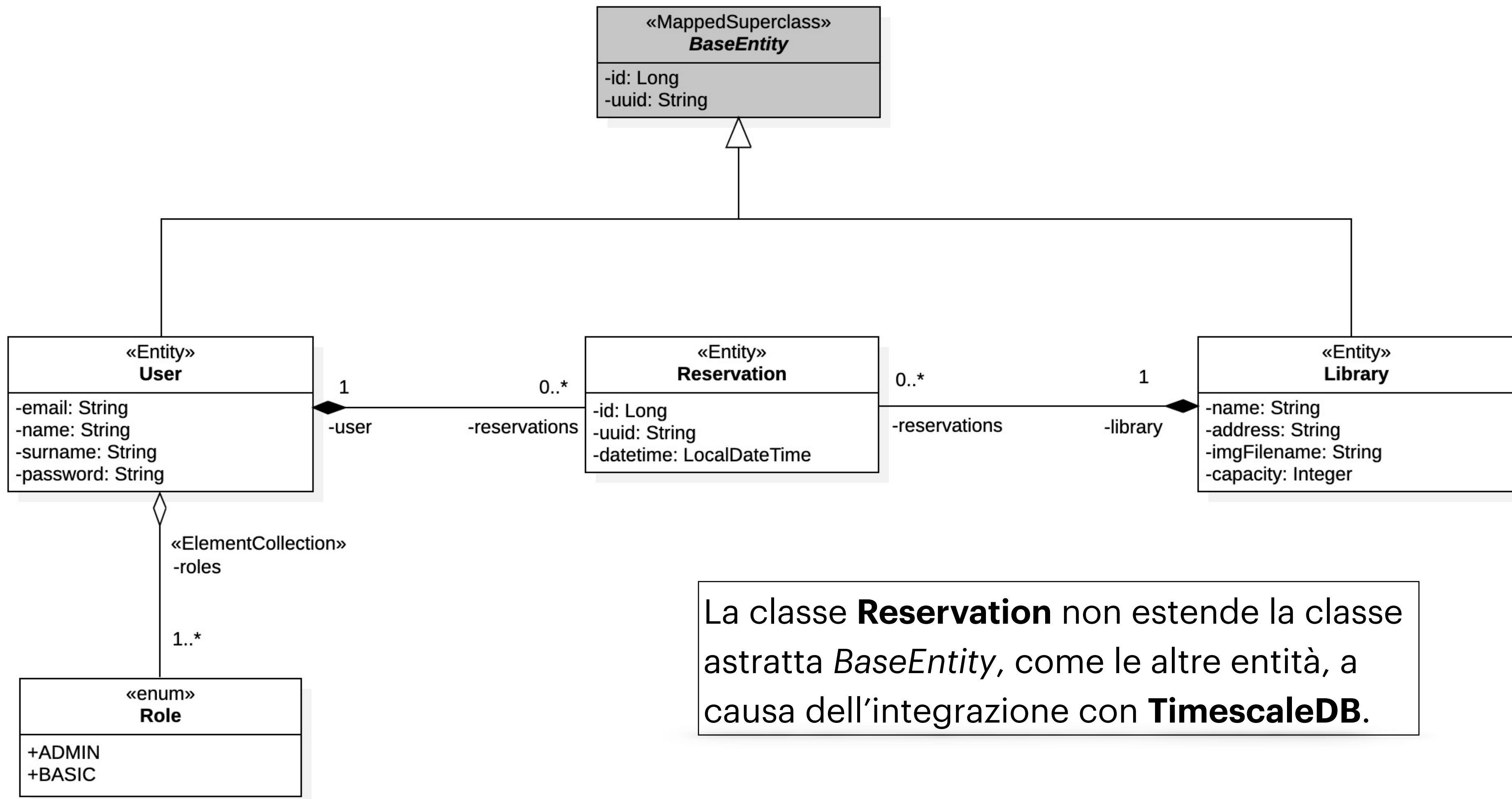
Architettura dettagliata con tecnologie utilizzate



Dettaglio del modulo backend



BACKEND - DOMAIN MODEL



BACKEND

DATA TRANSFER OBJECTS (DTO)

UserDTO

```
-id: long
-email: String
-name: String
-surname: String
-password: String
-roles: List<String>
```

ReservationDTO

```
-id: long
-userId: long
-userName: String
-userEmail: String
-libraryId: long
-libraryName: String
-datetime: String
```

LibraryDTO

```
-id: long
-name: String
-imgFilename: String
-address: String
-capacity: Integer
```

AdminNotificationDTO

```
-action: UserAction
-reservationId: Long
-libraryId: Long
-date: String
-notificationMessage: String
```

ReservationDailyAggregateDTO

```
-date: String
-countMorning: Integer
-countAfternoon: Integer
```

DATA ACCESS OBJECTS (DAO)

BaseDAO

```
#entityManager: EntityManager
-type: Class<T>

+all(): List<T>
+findById(id: Long): T
+save(entity: T): void
+update(updatedEntity: T, id: Long): void
+delete(id: Long): void
```

UserDAO

```
+findByEmail(email: String): User
+verify(email: String, password: String): boolean
+login(email: String, password: String): User
```

LibraryDAO

ReservationDAO

```
#entityManger: EntityManager

+all(): List<ReservationDto>
+findById(id: Long): ReservationDto
+findByUserId(id: Long): List<ReservationDto>
+findByLibraryId(id: Long): List<ReservationDto>
+findByLibraryIdAndDate(libraryId: Long, year: int, month: int, day: int): List<ReservationDto>
+dailyAggregateByLibraryIdAndMonth(libraryId: Long, year: int, month: int): List<ReservationsDailyAggregateDto>
+save(entity: Reservation): void
+delete(id: Long): void
+enableTimescalePostgresExtensionIfNeeded(): void
+setupHypertable(): void
```



TESTING

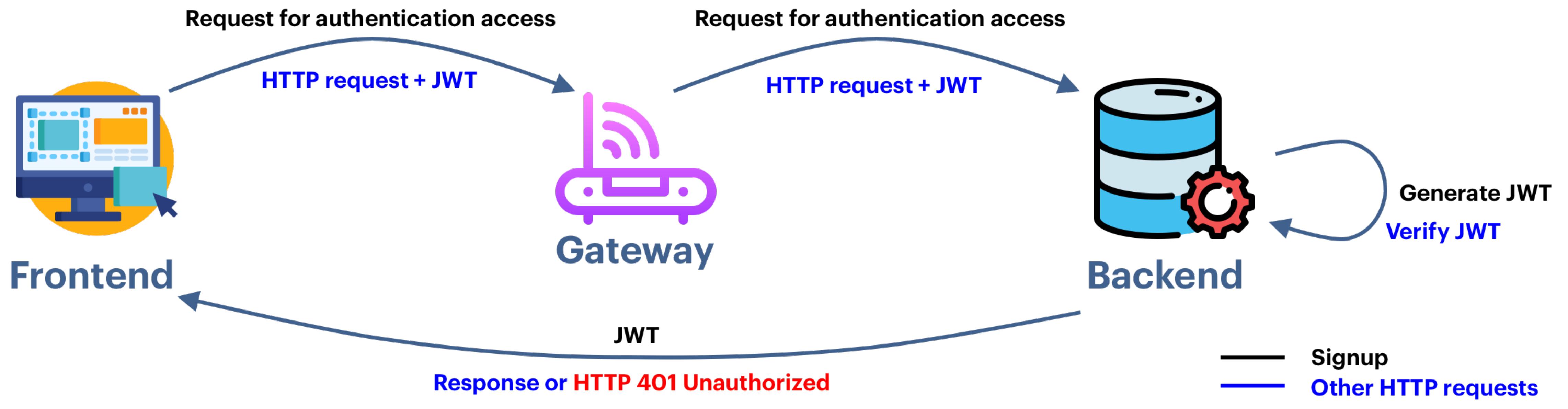
Per il testing abbiamo utilizzato il framework **JUnit5** (per lo unit testing) e **Mockito** (per evitare problemi di dipendenze tra oggetti e aumentare l'isolamento).

Sono stati testati diversi **livelli dell'architettura (Domain Model, Business Logic e DAO)** e i loro componenti critici.

- **Domain Model:** è stata testata la superclasse *BaseEntity* e *Reservation* per verificare la corretta identità, uguaglianza ed inizializzazione
- **Business Logic:** i test vengono eseguiti in isolamento, e per eventuali dipendenze esterne sono stati utilizzati i *mocks*
- **DAO:** sono stati testati i metodi CRUD ed eventuali altri metodi rilevanti. Per testare la persistenza è stato utilizzato un database in-memory (**HyperSQL**)



AUTENTICAZIONE



Autenticazione tramite JSON Web Token (JWT)

DEPLOY CON WILDFLY SU DOCKER

Per effettuare il deploy sono stati utilizzati due container Docker:



- Per il **backend** un'immagine **Wildfly** (versione 24.0.0) modificata per il supporto a database **PostgreSQL** (su cui si basa TimescaleDB).
- Per il **gateway** un'immagine standard di **Wildfly** (versione 24.0.0)

```
wildfly:  
  container_name: "wildfly"  
  build:  
    context: .  
    dockerfile: Dockerfile  
  environment:  
    - WILDFLY_USER=admin  
    - WILDFLY_PASS=password  
    - DB_NAME=lsr-db  
    - DB_USER=postgres  
    - DB_PASS=postgres  
    - DB_HOST=db  
    - DB_PORT=5432  
  depends_on:  
    - db  
  volumes:  
    - ./workdir/deploy/wildfly/:/opt/jboss/wildfly/standalone/deployments/:rw  
  ports:  
    - "8080:8080" # application  
    - "9990:9990" # admin console  
    - "5005:5005" # debug port  
    - "7878:7878" # rsocket port
```

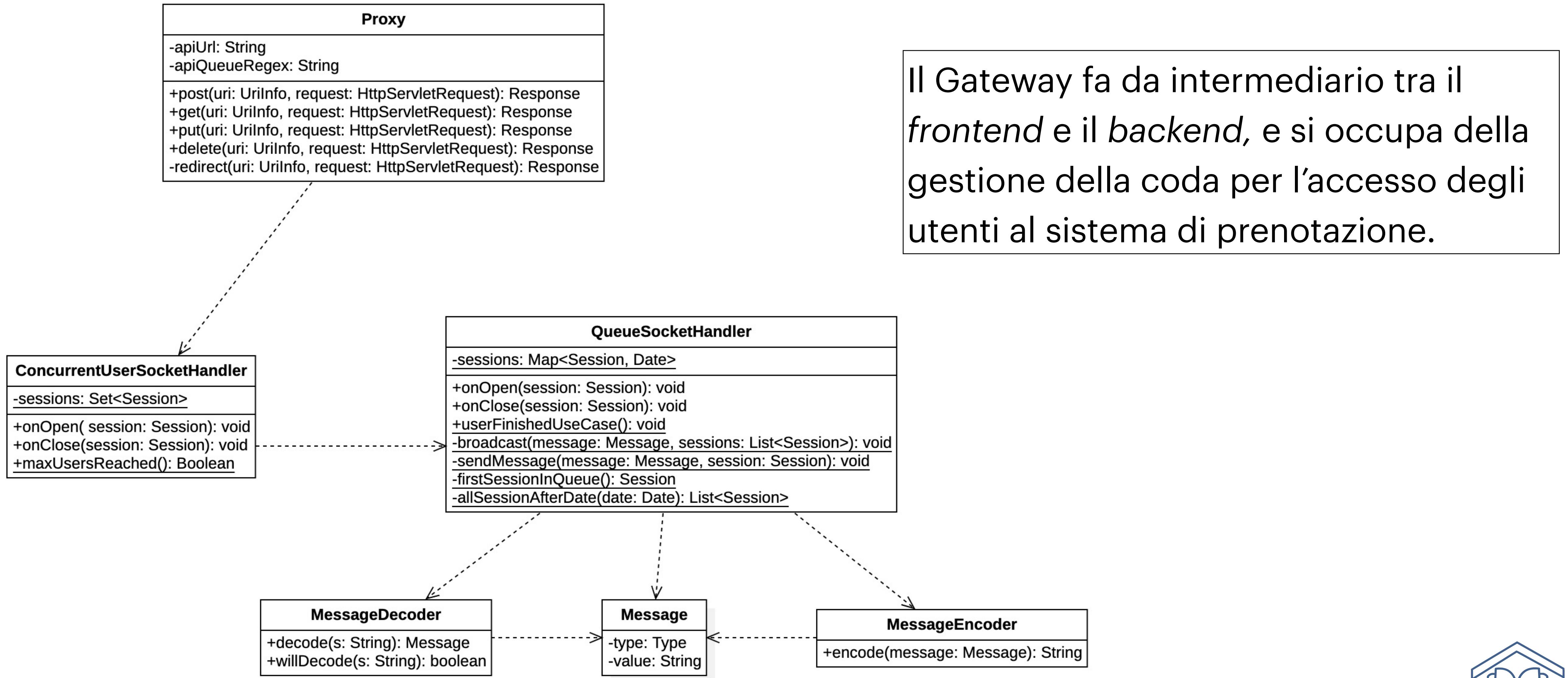
docker-compose backend 1/2

```
db:  
  container_name: "db"  
  image: "timescale/timescaledb:latest-pg13"  
  environment:  
    - POSTGRES_DB=lsr-db  
    - POSTGRES_USER=postgres  
    - POSTGRES_PASSWORD=postgres  
  volumes:  
    - ./workdir/db/init/:/docker-entrypoint-initdb.d/  
    - ./workdir/db/data/:/var/lib/postgresql/  
  ports:  
    - "5432:5432"
```

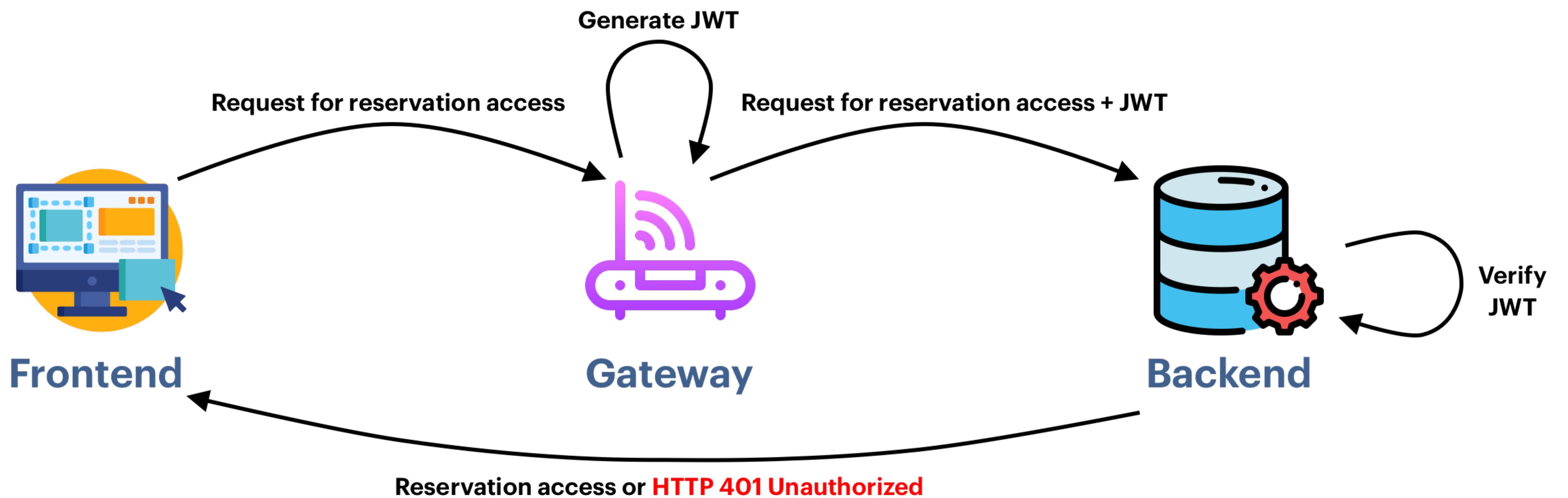
docker-compose backend 2/2



GATEWAY - DOMAIN MODEL



AUTORIZZAZIONE

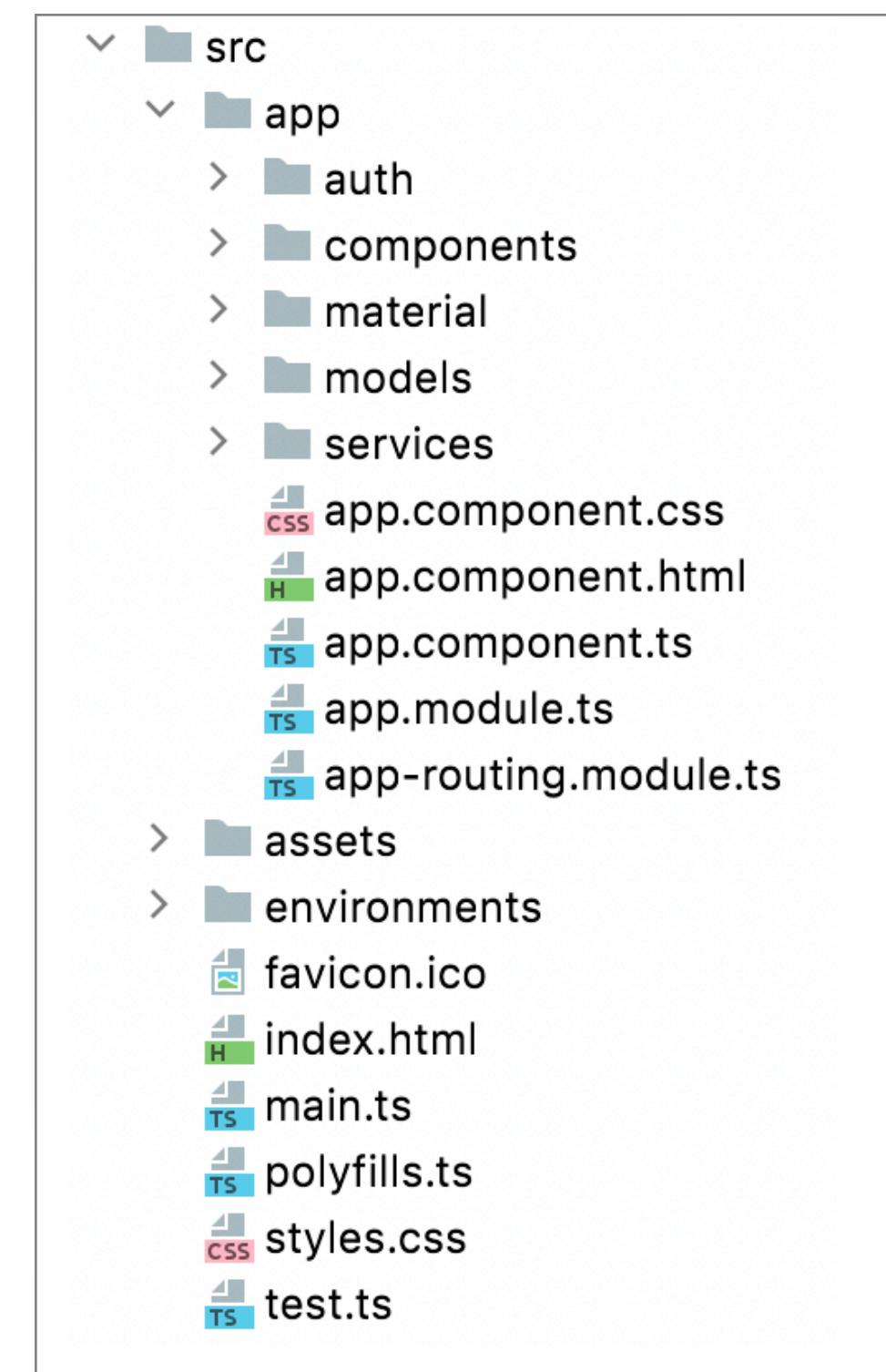
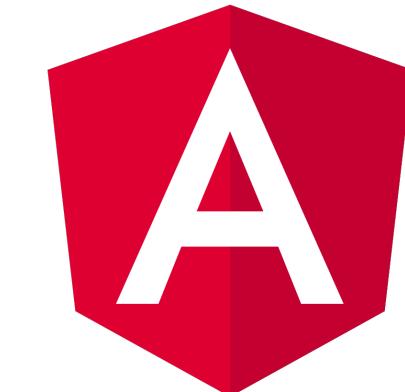


Autorizzazione tramite JSON Web Token (JWT)

FRONTEND

Il Frontend è stato sviluppato tramite il framework **Angular** con l'aiuto dei componenti forniti dalla libreria **Angular Material**.

- **TypeScript** come linguaggio di base
- L'applicazione è stata realizzata come una **Single Page Application (SPA)**
- Orientata ai servizi
- Con paradigma **Model-View-Controller**



FRONTEND - DIPENDENZE

Il modulo frontend realizzato fa uso delle seguenti dipendenze esterne:

- **Angular Material**: design system per i componenti UI
- **Leaflet**: libreria JavaScript per mappe interattive
- **angularx-qrcode**: libreria per la generazione di QR code
- **RSocket**: protocollo a livello applicativo per stream reattivi
- **RxJS**: libreria JavaScript che mette a disposizione il tipo Observable e la funzione pipe(), che permette di compiere più operazioni sul risultato in emissione



FRONTEND - DIAGRAMMI DI NAVIGAZIONE (1/2)

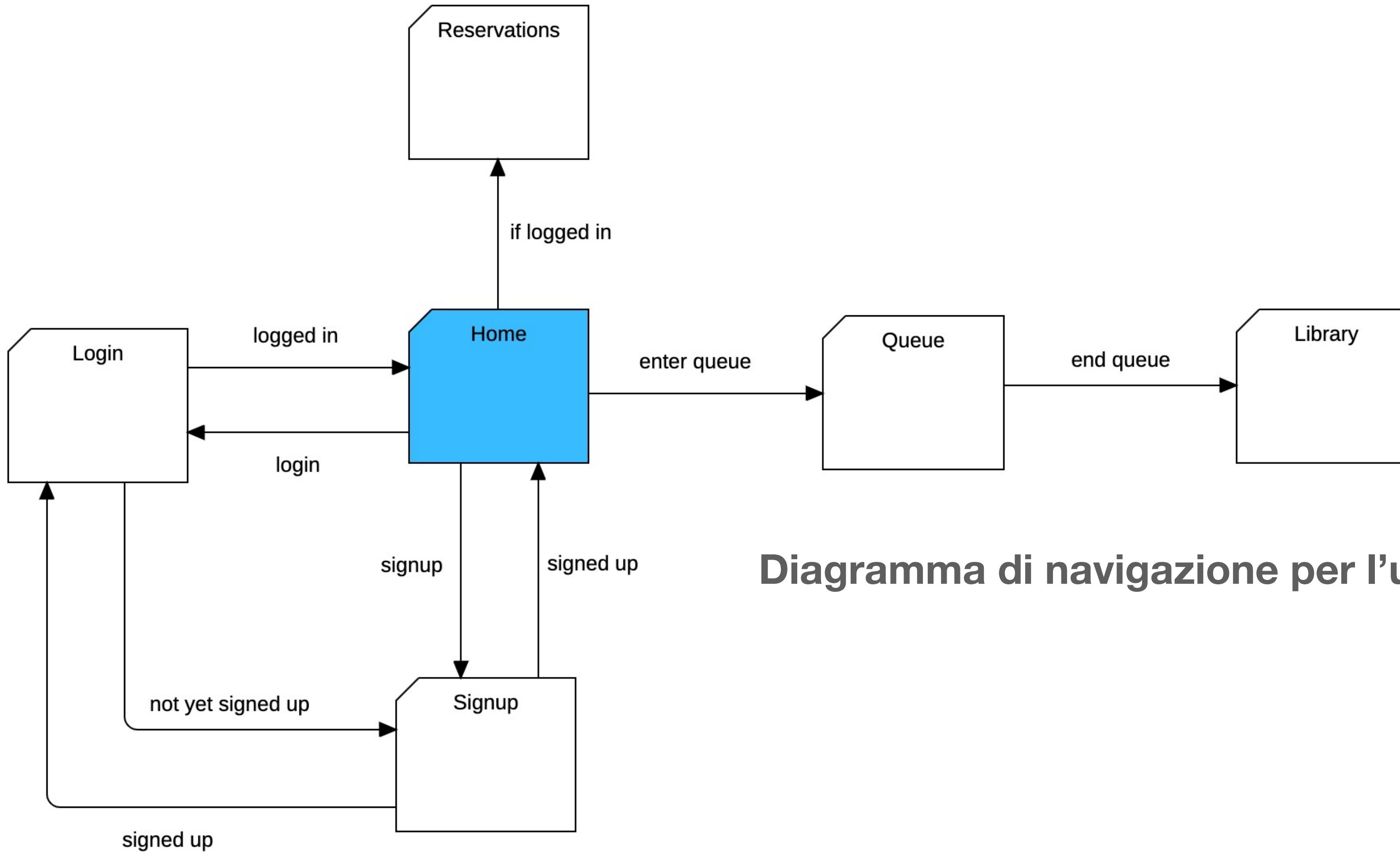


Diagramma di navigazione per l'utente

FRONTEND - DIAGRAMMI DI NAVIGAZIONE (2/2)

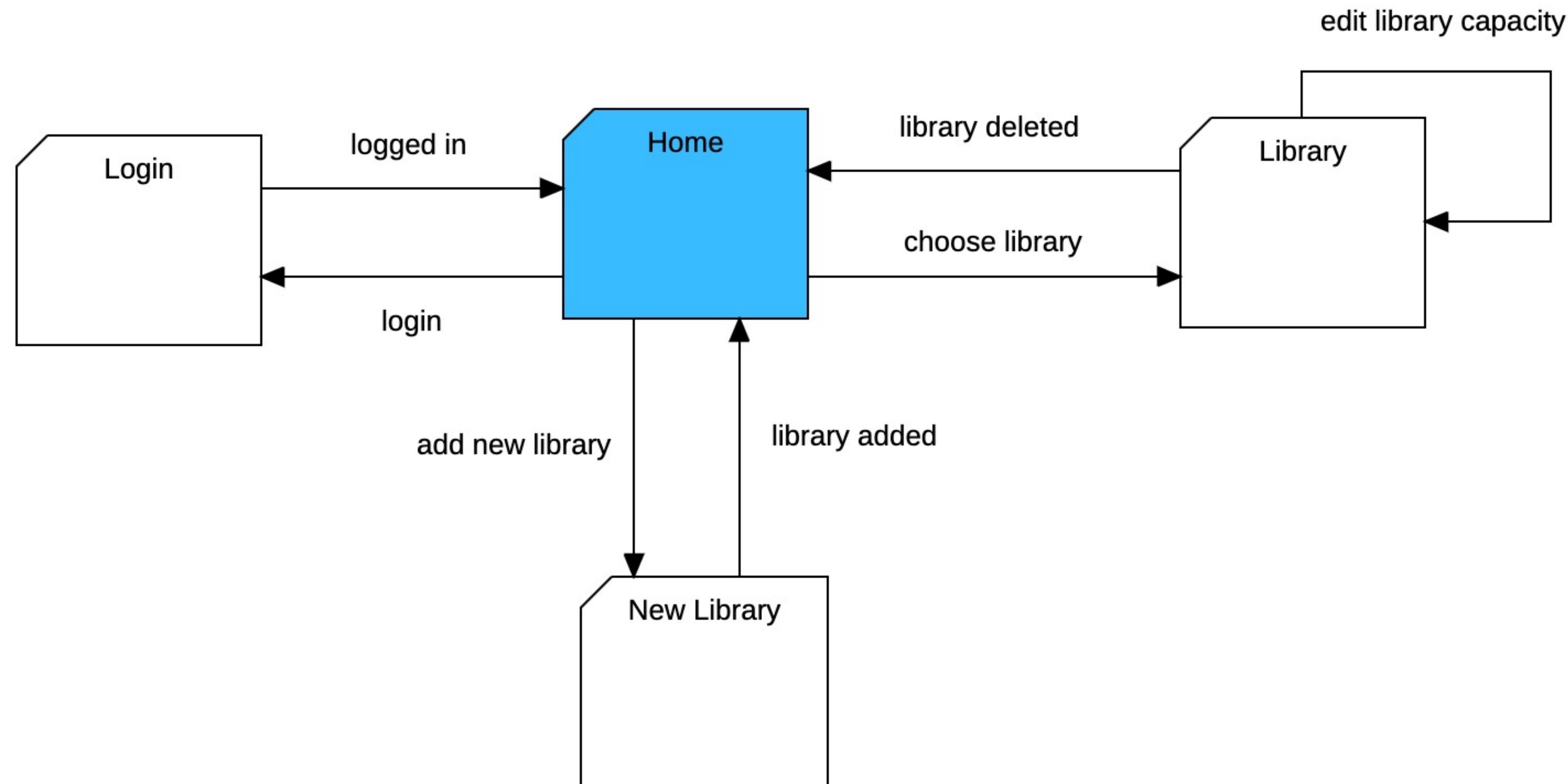


Diagramma di navigazione per l'admin

UNIVERSALIZZAZIONE DEL GATEWAY

Il modulo **Gateway** potrebbe diventare **indipendente** e **universale**, configurabile e adattabile ai vari casi d'uso.

*Come si può adattare il **modulo gateway** ad un contesto applicativo diverso?*

- Con parametri configurabili da parte dello sviluppatore in base alle necessità:
 - L'URL relativo alle API REST del backend
 - L'espressione regolare che indica le API "critiche" da proteggere con la coda
 - Il numero massimo di utenti che il sistema può ospitare contemporaneamente
 - La lunghezza massima della coda
- Adattando anche il modulo frontend alla gestione della coda (es. se *il gateway comunica che il sistema è pieno, fare redirect alla pagina della coda*)



CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il sistema realizzato implementa tutte le specifiche indicate nell'analisi dei requisiti, fornendo all'utente una piattaforma per la **gestione delle prenotazioni di posti all'interno delle aule studio delle biblioteche di Firenze.**

- Estendere l'utilizzo ad un **territorio più ampio** (es. biblioteche della Toscana)
- Aggiunta di **più fasce orarie** (non solo mattina/pomeriggio)
- Offrire una prenotazione **specifica** per una determinata **aula o spazio di lettura** di una biblioteca (es. Aula A della biblioteca *Villa Bandini*)

