



CiViEI

Cloud-based virtual laboratory

Patrizio Tufarolo

Progetto di esame - Corso di “Gestione Progetti” - Prof G. Gianini

A.A. 2015/2016 - 2016/2017 - Matr. 875041

Versione: 1.0

Destinato a: Analisti, sviluppatori web, sistemisti, UI-UX designer, sviluppatori del sistema in esame

Metodologia: I requisiti funzionali e non funzionali sono stati classificati sulla base delle seguenti priorità:

MUST : requisiti che il sistema deve soddisfare per fornire le funzionalità sotto esplicitate

SHOULD : requisiti che il sistema dovrebbe avere per migliorarne l'accessibilità e l'accettabilità

MAY : requisiti che migliorerebbero il sistema, da aggiungere nel caso in cui le tempistiche e il budget lo permettano

I diagrammi UML sono stati realizzati con il toolkit PlantUML [http : // plantuml.com/](http://plantuml.com/), un componente che permette di creare diagrammi in modo dichiarativo

Copyright 2017 Patrizio Tufarolo

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the "License"). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

First printing, March 2017

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Richiesta	1
1.2	Elicitazione	2

I	Fase di analisi	
2	Catalogo dei requisiti	5
2.1	Requisiti funzionali	5
2.2	Requisiti non funzionali	6
2.2.1	Requisiti di prodotto	6
2.2.2	Requisiti organizzativi	7
2.2.3	Requisiti esterni	7
3	Casi d'uso	9
3.1	Catalogo dei casi d'uso	9
3.2	Diagramma dei casi d'uso	10
3.3	Schede dei casi d'uso	11
3.3.1	Caso d'uso UC001: Login alla piattaforma	11
3.3.2	Caso d'uso UC002: Selezione dell'ambiente	12
3.3.3	Caso d'uso UC003: Selezione della sessione di lavoro	13
3.3.4	Caso d'uso UC004: Aggiunta di un dispositivo	14
3.3.5	Caso d'uso UC005: Aggiunta di un link tra due dispositivi	15
3.3.6	Caso d'uso UC006: Eliminazione di un elemento dal canvas	16
3.3.7	Caso d'uso UC007: Configurazione di un dispositivo	17
3.3.8	Caso d'uso UC008: Configurazione di un link	18

3.3.9	Caso d'uso UC009: Deploy della topologia di rete	19
3.3.10	Caso d'uso UC010: Chiusura di un esperimento	20
3.3.11	Caso d'uso UC011: Apertura del terminale di un dispositivo	21
3.3.12	Caso d'uso UC012: Creazione di una sessione di lavoro	22
3.3.13	Caso d'uso UC013: Associazione di utenti a una sessione di lavoro	23
3.3.14	Caso d'uso UC014: Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti	24
3.3.15	Caso d'uso UC015: Join di una sessione di lavoro tramite invite link	25
3.3.16	Caso d'uso UC016: Logout di un utente	26
3.4	Diagrammi di sequenza per la fase di analisi	27
3.4.1	Blackbox SEQ001 - Login alla piattaforma	27
3.4.2	Blackbox SEQ002 - Selezione dell'ambiente	28
3.4.3	Blackbox SEQ003 - Selezione della sessione di lavoro	29
3.4.4	Blackbox SEQ004 - Aggiunta di un dispositivo	30
3.4.5	Blackbox SEQ005 - Aggiunta di un link tra due dispositivi	31
3.4.6	Blackbox SEQ006 - Eliminazione di un elemento dal canvas	32
3.4.7	Blackbox SEQ007 - Configurazione di un dispositivo	33
3.4.8	Blackbox SEQ008 - Configurazione di un link	34
3.4.9	Blackbox SEQ009 - Deploy della topologia di rete	35
3.4.10	Blackbox SEQ010 - Chiusura di un esperimento	36
3.4.11	Blackbox SEQ011 - Apertura del terminale di un dispositivo	37
3.4.12	Blackbox SEQ012 - Creazione di una sessione di lavoro	38
3.4.13	Blackbox SEQ013 - Associazione di utenti a una sessione di lavoro	39
3.4.14	Blackbox SEQ014 - Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti	40
3.4.15	Blackbox SEQ015 - Join di una sessione di lavoro tramite invite link	41
3.4.16	Blackbox SEQ016 - Logout di un utente	42
4	Modello di dominio	43
4.1	Diagramma delle classi per la fase di analisi	44
4.2	Regole di dominio	45
4.2.1	Catalogo delle regole di dominio	45

II

Fase di design

5	Architettura del sistema	49
5.1	Diagramma di deployment	50
6	Modello di Sistema	51
6.1	Diagrammi di sequenza per la fase di design	52
6.1.1	SEQ001 - Login alla piattaforma	52
6.1.2	SEQ002 - Selezione dell'ambiente	53
6.1.3	SEQ003 - Selezione della sessione di lavoro	54
6.1.4	SEQ004 - Aggiunta di un dispositivo	55
6.1.5	SEQ005 - Aggiunta di un link tra due dispositivi	56
6.1.6	SEQ006 - Eliminazione di un elemento dal canvas	57
6.1.7	SEQ007 - Configurazione di un dispositivo	58
6.1.8	SEQ008 - Configurazione di un link	59
6.1.9	SEQ009 - Deploy della topologia di rete	60
6.1.10	SEQ010 - Chiusura dell'esperimento	61

6.1.11	SEQ011 - Apertura del terminale di un dispositivo	62
6.1.12	SEQ012 - Creazione di una sessione di lavoro	63
6.1.13	SEQ013 - Associazione di utenti a una sessione di lavoro	64
6.1.14	SEQ014 - Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti	65
6.1.15	SEQ015 - Join di una sessione di lavoro tramite invite link	66
6.1.16	SEQ016 - Logout di un utente	67
6.2	Diagramma delle classi per la fase di design	68
6.3	Diagrammi di sequenza per la fase di design	69
6.3.1	SD001 - Login alla piattaforma	69
6.3.2	SD002 - Selezione dell'ambiente	70
6.3.3	SD003 - Selezione della sessione di lavoro	71
6.3.4	SD004 - Aggiunta di un dispositivo	72
6.3.5	SD005 - Aggiunta di un link tra due dispositivi	73
6.3.6	SD006 - Eliminazione di un elemento dal canvas	74
6.3.7	SD007 - Configurazione di un dispositivo	75
6.3.8	SD008 - Configurazione di un link	76
6.3.9	SD009 - Deploy della topologia di rete	77
6.3.10	SD010 - Chiusura dell'esperimento	78
6.3.11	SD011 - Apertura del terminale di un dispositivo	79
6.3.12	SD012 - Creazione di una sessione di lavoro	80
6.3.13	SD013 - Associazione di utenti a una sessione di lavoro	81
6.3.14	SD014 - Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti	82
6.3.15	SD015 - Join di una sessione di lavoro tramite invite link	83
6.3.16	SD016 - Logout di un utente	84

III

Testing

7	Casi di test di unità	87
8	Casi di test di integrazione e di sistema	91
9	Casi di test di accettazione	93

IV

Pianificazione

9.1	WBS	97
9.2	Activity Network	98
9.3	GANTT	99

1. Introduzione

1.1 Richiesta

L'obiettivo del progetto è la realizzazione di una piattaforma di laboratorio informatico virtuale, accessibile tramite tecnologie web, da utilizzare per fini didattici (esercitazioni pratiche nelle discipline che le prevedono) e per fini di ricerca. Si richiede dunque una piattaforma multi utente e multi ambiente, che consenta all'utente di realizzare esperimenti in un ambiente simulato. È richiesto in particolare lo sviluppo di un ambiente specifico per la realizzazione di un laboratorio di "Reti di Calcolatori", che

- offra la possibilità agli utenti di disegnare topologie di rete coprendo i livelli I, II e III dello stack ISO/OSI
- consenta agli stessi di eseguire il *deployment* della topologia disegnata

Disegno della topologia

L'utente deve:

1. Poter disegnare nel proprio *canvas* il livello fisico della topologia, aggiungendo tramite un'interfaccia grafica *drag-and-drop* delle icone rappresentanti i singoli dispositivi appartenenti alla topologia stessa.
2. Poter collegare, tramite linee, le icone precedentemente disegnate.
3. Poter inserire annotazioni grafiche nel canvas (forme geometriche, etichette).

Deployment della topologia

1. Poter configurare tramite l'interfaccia grafica del prodotto i vari dispositivi e i link in fase di pre-deployment
2. Eseguire il deployment della topologia di rete
3. Applicare configurazioni sui link (limitazione della banda, aumento del bit-error-ratio ecc.)
4. Poter accedere ai terminali di ciascuno dei dispositivi presenti nel canvas in run-time, con la possibilità di installare e configurare software all'interno degli stessi

Informazioni aggiuntive alla richiesta

- Il prodotto deve essere accessibile via web ed integrato con un sistema di autenticazione centralizzata in dotazione (LDAP)
- È definito il concetto di *sessione di lavoro*, che non coincide con la sessione di login. Un utente deve poter effettuare login e logout più volte dalla piattaforma, ed accedere alle sessioni di lavoro a lui disponibile in qualunque momento.
- La sessione di lavoro è creata da un "supervisore di sessione", ovvero un utente con privilegi speciali.
- Deve essere fornita una modalità "supervisore di sessione", oltre a poter eseguire tutte le operazioni di cui sopra, ha la possibilità di interagire con le sessioni degli altri utenti, tramite l'implementazione di un'apposita modalità "actor".
- Le risorse create dall'utente devono rimanere disponibili all'interno della stessa sessione di lavoro, che non coincide con la sessione di login.

1.2 Elicitazione

Si intende offrire una piattaforma web-based che soddisfi i requisiti esplicitati nella richiesta e che possa essere installata in un ambiente distribuito al fine di poter garantire i requisiti impliciti di scalabilità richiesti dall'utilizzo intensivo multi-utente.

L'applicazione implementerà il concetto di *multi-tenancy* al fine di garantire la separazione degli ambienti nell'utilizzo multi-utente.

L'approccio modulare che ne caratterizzerà lo sviluppo consentirà di espandere la stessa mediante la realizzazione di ambienti legati anche ad altre discipline.

Per quanto riguarda l'ambiente "Reti di calcolatori" richiesto, le funzionalità saranno implementate tramite l'adozione di tecnologie SDN¹

La parte operativa sarà realizzata mediante software open-source, facendo largo uso delle caratteristiche del kernel Linux².

La piattaforma disporrà di una dashboard grafica disponibile via WEB implementata con tecnologie HTML5/CSS3 e con l'utilizzo di WebSocket. Questa dashboard grafica comunicherà con delle API programmabili che effettueranno tutte le operazioni di gestione del prodotto implementando i requisiti esplicitati nei prossimi capitoli del presente documento.

¹Software Defined Network, approccio all'orchestrazione delle risorse di rete orientato al software.

²<http://www.linux.org>



Fase di analisi

2	Catalogo dei requisiti	5
2.1	Requisiti funzionali	
2.2	Requisiti non funzionali	
3	Casi d'uso	9
3.1	Catalogo dei casi d'uso	
3.2	Diagramma dei casi d'uso	
3.3	Schede dei casi d'uso	
3.4	Diagrammi di sequenza per la fase di analisi	
4	Modello di dominio	43
4.1	Diagramma delle classi per la fase di analisi	
4.2	Regole di dominio	

2. Catalogo dei requisiti

2.1 Requisiti funzionali

MUST Sistema di login alla piattaforma

Modalità utente

MUST Creazione e eliminazione un canvas

MUST Aggiunta di un dispositivo nel canvas

MUST Aggiunta di un link tra due dispositivi

MUST Configurazione di uno switch

MUST Configurazione di un router

MUST Configurazione di un host

MUST Configurazione di un link

MUST Deploy della topologia

MUST Accesso al terminale dei device

MUST Modifica delle proprietà dei link a run-time

MUST Modifica delle proprietà degli switch a run-time

MAY Realizzazione automatica di topologie comuni

MAY Integrazione nella UI di comandi di rete comuni (es. visualizzazione dell'output di *ifconfig* o della routing table)

Funzionalità aggiuntive modalità supervisore

MUST Gestione delle sessioni di lavoro

MUST Associazione di utenti alle sessioni di lavoro mediante dashboard

SHOULD Associazione di utenti alle sessioni di lavoro mediante link di invito

Funzionalità ulteriori

MAY Integrazione con sistemi di virtualizzazione esistenti

MAY Integrazione con piattaforme cloud esistenti per l'orchestrazione delle risorse di rete

MAY Implementazione di protocolli aggiuntivi per garantire proprietà di sicurezza eventuali (VPN IPSec, etc.)

MAY Interfacciamento con apparati fisici di vendor di settore

MAY Interfacciamento con protocolli SDN avanzati per la gestione dei flussi di traffico (OpenFlow, NetFlow, FabricPath, etc.)

2.2 Requisiti non funzionali

2.2.1 Requisiti di prodotto

Requisiti di usabilità

MUST User experience efficace per consentire agli utenti di raggiungere i propri obiettivi

MUST User experience efficiente in relazione alla precisione con cui l'utente raggiunge il proprio obiettivo

SHOULD Guida contestuale con tooltip

SHOULD Manuale utente completo

Requisiti di efficienza e performance

MUST Performance adeguate al tipo di attività preposta, tempi di attesa brevi.

MUST Scalabilità dell'infrastruttura in base al numero di utenti serviti.

SHOULD Implementazione di meccanismi intelligenti di scalabilità automatica per la base di dati, le API e la dashboard.

Requisiti di dependability**Requisiti inversi (reliability)**

MUST Il sistema deve dare la possibilità di eseguire in qualunque momento ciascuna delle operazioni definite nei requisiti funzionali con il numero minore di fallimenti possibili se in fase di produzione.

Requisiti di availability

MUST Il sistema deve essere sempre disponibile all'utilizzo

MUST Il sistema deve essere distribuito e ridondato per prevenire situazioni di fault

Requisiti di sicurezza

- MUST** L'autenticazione deve essere gestita in modo centralizzato con un database LDAP dedicato fornito.
- MUST** Sono definiti due ruoli all'interno del sistema: ruolo "Utente" e ruolo "Supervisore di sessione".
- MUST** Le sessioni di ciascun utente sono separate mediante tenancy isolation.
- MUST** Ogni utente deve avere esclusivamente i privilegi di cui ha bisogno (least privilege).

2.2.2 Requisiti organizzativi**Requisiti ambientali**

- MUST** Il sistema sarà realizzato con tecnologie open-source, e sfrutterà le caratteristiche del sistema operativo Linux. La Dashboard sarà implementata con il framework Angular 2.0, le API saranno realizzate con Python (Django REST Framework). Per simulare gli switch il prodotto utilizzerà il software SDN Open vSwitch. Per simulare i dispositivi di livello 3, il prodotto farà uso di meccanismi di containering ottenuti tramite *network namespaces* nativamente implementati nel kernel Linux (per la segregazione a livello di stack di rete) e la funzionalità *chroot* (per la segregazione del filesystem).

Requisiti operazionali

- MUST** Il sistema deve consentire l'utilizzo simultaneo da parte di più utenti.

Requisiti di sviluppo

- MUST** Utilizzo di tecnologie open-source.
- MUST** Utilizzo di un ambiente IDE open-source.
- MUST** Utilizzo di Javascript / HTML5 / CSS per la realizzazione della parte di frontend (dashboard).
- MUST** Utilizzo di engine di continuous integration per il deploy istantaneo delle modifiche nell'ambiente di produzione.

2.2.3 Requisiti esterni

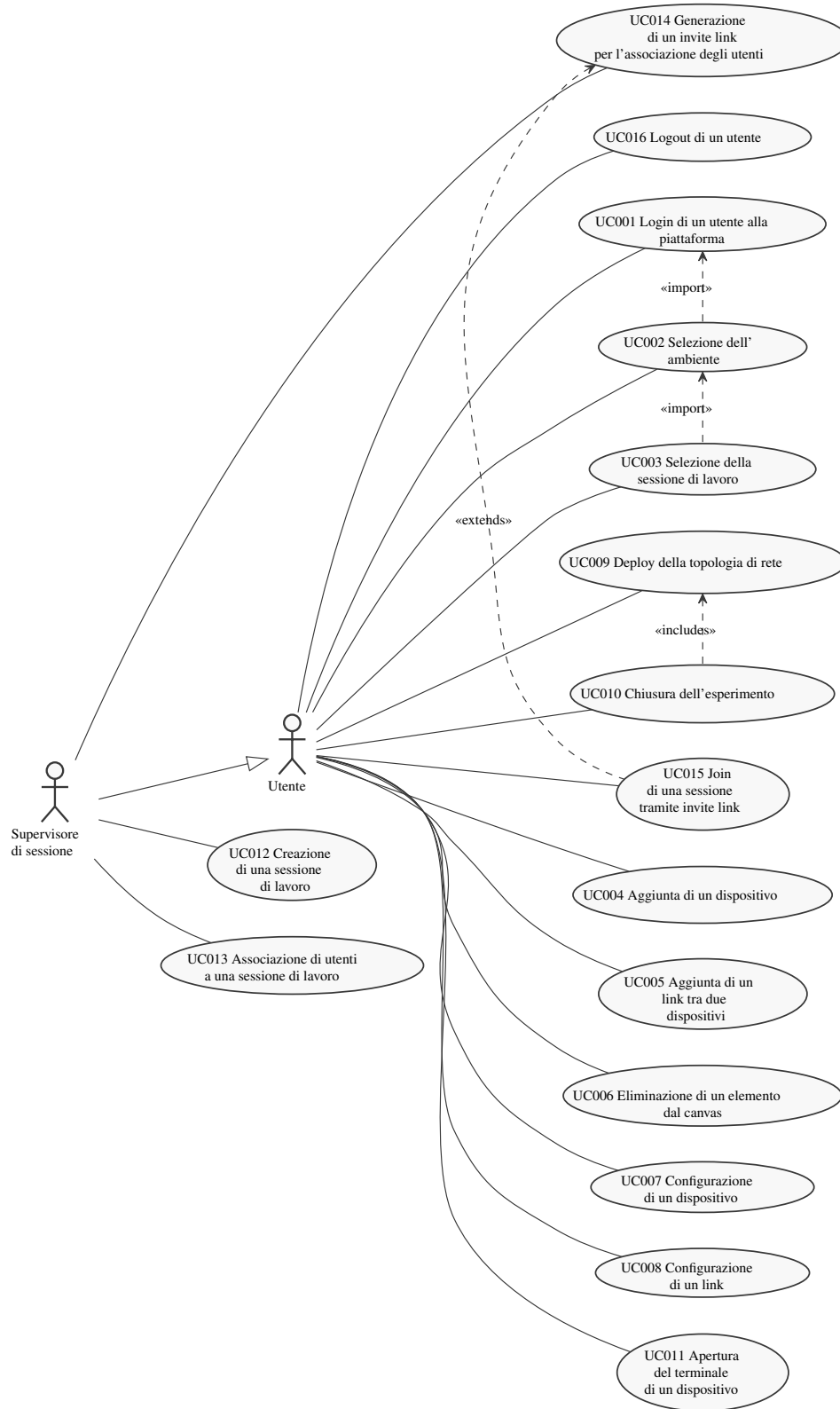
- MUST** L'utilizzo della piattaforma non deve impattare sulla sicurezza dell'infrastruttura ad essa sottostante.

3. Casi d'uso

3.1 Catalogo dei casi d'uso

Codice caso d'uso	Titolo
UC001	Login alla piattaforma
UC002	Selezione dell'ambiente
UC003	Selezione della sessione di lavoro
UC004	Aggiunta di un dispositivo
UC005	Aggiunta di un link tra due dispositivi
UC006	Eliminazione di un elemento dal canvas
UC007	Configurazione di un dispositivo
UC008	Configurazione di un link
UC009	Deploy della topologia di rete
UC010	Apertura del terminale di un dispositivo
UC011	Creazione di una sessione di lavoro
UC012	Associazione di utenti a una sessione di lavoro
UC013	Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti
UC014	Join di una sessione di lavoro tramite invite link
UC015	Logout di un utente

3.2 Diagramma dei casi d'uso



3.3 Schede dei casi d'uso

3.3.1 Caso d'uso UC001: Login alla piattaforma

ID	UC001
Titolo	Login alla piattaforma
Descrizione breve	Un utente fa login alla piattaforma con le credenziali memorizzate nel database di autenticazione dell'organizzazione di appartenenza
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente del sistema necessita di utilizzare il sistema per condurre un'esercitazione o un esperimento. Nel caso in cui l'utente sia un supervisore di sessione, vuole poter creare una nuova sessione di lavoro ed associare alla stessa degli utenti
Pre-condizioni	L'utente ha un username e una password per effettuare il login
Post-condizioni	L'utente ha accesso al sistema e può condurre le azioni desiderate, in base ai privilegi ad esso garantiti
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente visita la pagina web della piattaforma 2. L'utente clicca sul link login 3. L'utente inserisce le proprie credenziali 4. Il sistema effettua un check sulle credenziali e accetta l'accesso
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente visita la pagina web della piattaforma 2. L'utente clicca sul link login 3. L'utente inserisce credenziali errate 4. Il sistema effettua un check sulle credenziali e nega l'accesso 5. L'utente inserisce credenziali corrette 6. Il sistema effettua un check sulle credenziali e accetta l'accesso
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	Inserire possibilità di ripristinare la password sul database LDAP in caso di password dimenticata

3.3.2 Caso d'uso UC002: Selezione dell'ambiente

ID	UC002
Titolo	Selezione dell'ambiente
Descrizione breve	L'utente, dopo aver effettuato il login, vuole selezionare un ambiente di lavoro tra quelli disponibili. Ad esempio, per condurre un esperimento in "Reti di calcolatori", seleziona l'ambiente "Reti".
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	Amministratore di sistema (<i>Attore esterno</i>)
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole effettuare una sessione di lavoro in un determinato ambiente
Pre-condizioni	Deve essere stato installato e configurato sulla piattaforma almeno un ambiente
Post-condizioni	All'utente vengono mostrate le sessioni di lavoro disponibili per l'ambiente da egli scelto
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente effettua UC001 2. L'utente seleziona l'ambiente tra quelli proposti dal sistema
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente effettua UC001 2. Non è stato configurato nessun ambiente nella piattaforma, viene mostrato un messaggio informativo e la piattaforma non è utilizzabile
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	Introduzione di un form per segnalare il problema all'amministratore di sistema

3.3.3 Caso d'uso UC003: Selezione della sessione di lavoro

ID	UC003
Titolo	Selezione della sessione di lavoro
Descrizione breve	L'utente dopo aver scelto l'ambiente su cui vuole lavorare, ottiene una lista di tutte le sessioni di lavoro attive per quell'ambiente. Può quindi scegliere la sessione di lavoro relativa.
Attore primario	Utente
Eventuali altri attori	Supervisore di sessione
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole poter accedere a una sessione per poter lavorare
Pre-condizioni	L'utente ha scelto un ambiente ed è associato a una sessione di lavoro nell'ambiente scelto
Post-condizioni	L'utente può vedere il proprio canvas di lavoro
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none">1. L'utente esegue UC001 e UC0022. Il sistema propone le sessioni di lavoro abilitate per quell'utente3. L'utente sceglie la sessione di lavoro tra quelle proposte
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none">1. L'utente esegue UC001 e UC0022. L'utente non è associato a sessioni di lavoro3. Viene mostrato un messaggio informativo
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.4 Caso d'uso UC004: Aggiunta di un dispositivo

ID	UC004
Titolo	Aggiunta di un dispositivo
Descrizione breve	L'utente aggiunge un dispositivo alla topologia
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole aggiungere un dispositivo alla topologia per poi configurarlo
Pre-condizioni	L'utente ha effettuato l'accesso alla sessione e può modificare il canvas
Post-condizioni	L'utente può configurare il dispositivo
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente che ha effettuato UC001 UC002 e UC003 clicca sull'icona "Nuovo dispositivo" sull'interfaccia grafica 2. L'utente sceglie il tipo di dispositivo (Switch / Router / Host) 3. L'utente clicca sul canvas per posizionare il dispositivo 4. L'utente dà un nome simbolico al dispositivo 5. L'utente associa un'icona al dispositivo
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.5 Caso d'uso UC005: Aggiunta di un link tra due dispositivi

ID	UC005
Titolo	Aggiunta di un link tra due dispositivi
Descrizione breve	L'utente traccia un collegamento tra i due dispositivi
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole mettere in comunicazione due dispositivi
Pre-condizioni	L'utente ha creato due dispositivi
Post-condizioni	I due dispositivi (peer del link) sono collegati fra loro e, ad esperimento avviato, potranno comunicare È definita una nuova interfaccia di rete su ciascuno dei dispositivi
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente crea due dispositivi come da UC004 2. L'utente clicca sull'icona "Aggiungi link" 3. L'utente traccia una linea sul canvas unendo i nodi coinvolti sul link 4. Il link viene creato e viene visualizzato nel canvas
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente crea due dispositivi come da UC004 2. L'utente clicca sull'icona "Aggiungi link" con il tasto destro del mouse 3. Viene proposta una finestra di dialogo che consente la selezione dei nodi coinvolti nel link 4. L'utente seleziona i nodi e preme "Ok" o il tasto invio 5. Il link viene creato e viene visualizzato nel canvas
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	Specificare eventuali proprietà del link al momento della creazione dello stesso

3.3.6 Caso d'uso UC006: Eliminazione di un elemento dal canvas

ID	UC006
Titolo	Eliminazione di un elemento dal canvas
Descrizione breve	L'utente può eliminare qualunque elemento del canvas, link o dispositivo che sia.
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente del sistema deve essere in grado di eliminare un elemento precedentemente creato e non più necessario all'esperimento
Pre-condizioni	L'elemento da eliminare deve essere presente
Post-condizioni	L'elemento selezionato è stato eliminato
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente fa click su un elemento del canvas con il tasto destro del mouse 2. Il sistema propone un menù contestuale 3. L'utente clicca sulla voce "elimina" 4. L'elemento viene eliminato
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente fa click su un elemento del canvas con il tasto sinistro del mouse 2. L'elemento viene selezionato 3. L'utente preme il tasto DEL sulla tastiera 4. L'elemento viene eliminato 1. L'utente esegue i punti 1,2,3 dei casi precedenti 2. Il sistema va in errore 3. Viene proposto all'utente di inviare opzionalmente un report sull'errore
Requisiti speciali	L'utente deve essere informato che l'operazione di eliminazione è permanente e irreversibile
Eventuali punti aperti	Implementare tecniche di snapshotting per rendere l'operazione reversibile

3.3.7 Caso d'uso UC007: Configurazione di un dispositivo

ID	UC007
Titolo	Configurazione di un dispositivo
Descrizione breve	L'utente configura il dispositivo in fase di pre-deployment. Se il dispositivo è di livello 2 ISO/OSI (es. switch, bridge) i parametri possono riguardare la politica di scheduling e queueing dei pacchetti, le porte del dispositivo, i VLAN tag, porte di trunk, politiche SDN etc. Se il dispositivo è di livello 3 ISO/OSI, i parametri possono riguardare la configurazione IPv4 e IPv6 (IP/SUBNET/GATEWAY), routing, configurazioni particolari sul kernel (es. forwarding dei pacchetti, firewall)
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente del sistema vuole configurare in modo idoneo ai suoi scopi il dispositivo in oggetto
Pre-condizioni	Il dispositivo deve essere presente sulla topologia. L'esperimento non deve essere stato avviato
Post-condizioni	Il dispositivo è configurato in base alle esigenze dell'utente
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente seleziona un dispositivo 2. L'utente clicca sul tasto configura 3. Il sistema propone una finestra di dialogo 4. L'utente inserisce la configurazione nella finestra di dialogo in formato <i>JSON</i> 5. L'utente applica la configurazione
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente fa doppio click sul dispositivo 2. Il sistema propone una finestra di dialogo e tutto procede come da punti 3, 4, 5 dello scenario principale 1. L'utente esegue i punti 1, 2, 3, 4 dello scenario principale 2. L'utente fa click sul pulsante "Annulla" 3. La configurazione non viene applicata
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	Sviluppare UI ad-hoc per la gestione delle configurazioni eliminando l'effort del formato <i>JSON</i>

3.3.8 Caso d'uso UC008: Configurazione di un link

ID	UC008
Titolo	Configurazione di un link
Descrizione breve	L'utente configura le proprietà di un link. Alcune di queste possono essere la bandwidth, il bit error ratio, la latenza.
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole poter simulare condizioni di carico sulla rete, malfunzionamenti della stessa, link con bandwidth ridotta rispetto a quella di default
Pre-condizioni	Il link deve esistere
Post-condizioni	Le proprietà del link ad esperimento avviato rispecchieranno quelle dichiarate
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente seleziona un link 2. L'utente clicca sul tasto configura 3. Il sistema propone una finestra di dialogo per la configurazione del link 4. L'utente inserisce la configurazione nella finestra di dialogo 5. L'utente applica la configurazione
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente fa doppio click sul link 2. Il sistema propone una finestra di dialogo e tutto procede come da punti 3, 4, 5 dello scenario principale 1. L'utente esegue i punti 1, 2, 3, 4 dello scenario principale 2. L'utente fa click sul pulsante "Annulla" 3. La configurazione non viene applicata
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.9 Caso d'uso UC009: Deploy della topologia di rete

ID	UC009
Titolo	Deploy della topologia di rete
Descrizione breve	L'utente lancia l'orchestrazione della topologia di rete
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole far funzionare la topologia disegnata per lanciare sugli host simulati software di rete, al fine di effettuare i propri esperimenti
Pre-condizioni	L'utente ha configurato la topologia
Post-condizioni	L'utente può effettivamente utilizzare la topologia come se fosse reale
Scenario principale	L'utente clicca sul pulsante "Lancia topologia"
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.10 Caso d'uso UC010: Chiusura di un esperimento

ID	UC010
Titolo	Chiusura di un esperimento
Descrizione breve	L'utente chiude l'esperimento annullandone il deployment per modificare le configurazioni
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole eliminare gli effetti dell'esecuzione dell'esperimento (Deploy della topologia, UC009).
Pre-condizioni	L'esperimento deve essere avviato
Post-condizioni	L'esperimento non è più avviato
Scenario principale	L'utente clicca sul pulsante "Termina esperimento"
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.11 Caso d'uso UC011: Apertura del terminale di un dispositivo

ID	UC011
Titolo	Apertura del terminale di un dispositivo
Descrizione breve	L'utente accede a un dispositivo simulato
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole accedere al sistema simulato per eseguire comandi, installare ed eseguire software, ecc.
Pre-condizioni	La topologia deve essere avviata
Post-condizioni	Il terminale relativo al dispositivo viene aperto
Scenario principale	L'utente clicca sul pulsante "Apri terminale"
Scenari alternativi	L'utente fa doppio click sul dispositivo
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.12 Caso d'uso UC012: Creazione di una sessione di lavoro

ID	UC012
Titolo	Creazione di una sessione di lavoro
Descrizione breve	Il supervisore crea una nuova sessione di lavoro
Attore primario	Supervisore di sessione
Eventuali altri attori	Utente del sistema
Stakeholders e rispettivi interessi	Il supervisore vuole creare una nuova sessione. Gli utenti del sistema vogliono partecipare alla sessione di lavoro del supervisore per utilizzare l'ambiente selezionato
Pre-condizioni	L'utente ha fatto login L'utente ha i privilegi di supervisore di sistema
Post-condizioni	La sessione di lavoro è esistente e può essere effettuato il join degli utenti alla sessione. Il supervisore è automaticamente associato alla sessione da lui creata.
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il supervisore di sistema fa login 2. Il supervisore clicca sul link "Crea una sessione" 3. Il supervisore dà un nome alla sessione 4. La sessione viene salvata sul database 5. Viene mostrato un messaggio di conferma al supervisore
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.13 Caso d'uso UC013: Associazione di utenti a una sessione di lavoro

ID	UC013
Titolo	Associazione di utenti a una sessione di lavoro
Descrizione breve	Il supervisore associa gli utenti del sistema a una sessione di lavoro
Attore primario	Supervisore del sistema
Eventuali altri attori	Utente del sistema
Stakeholders e rispettivi interessi	Il supervisore del sistema vuole permettere agli utenti di lavorare Gli utenti vogliono disegnare le topologie ed eseguire esperimenti su di esse
Pre-condizioni	Il supervisore ha creato la sessione di lavoro
Post-condizioni	Gli utenti sono associati alla sessione di lavoro e possono utilizzare l'ambiente
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il supervisore di sistema apre la pagina "Sessioni di lavoro" 2. Il supervisore fa click sul pulsante "Dettagli" relativo alla sessione di lavoro interessata 3. Il supervisore sceglie gli utenti del sistema tra le identità disponibili nel database LDAP 4. Il supervisore fa click sul pulsante "Applica associazione utenti" 5. Il sistema elimina le eventuali utente non selezionate (se precedentemente esistenti) e crea le associazioni specificate 6. Il sistema mostra all'utente un avviso di conferma
Scenari alternativi	L'associazione può avvenire come da UC013 e UC014
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

3.3.14 Caso d'uso UC014: Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti

ID	UC014
Titolo	Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti
Descrizione breve	Il supervisore genera un link da fornire agli utenti affinché essi possano registrarsi alla sessione di lavoro
Attore primario	Supervisore di sessione
Eventuali altri attori	Utenti del sistema
Stakeholders e rispettivi interessi	Il supervisore vuole un metodo rapido per eseguire l'associazione degli utenti
Pre-condizioni	La sessione di lavoro è stata creata
Post-condizioni	Viene generato un link per l'associazione degli utenti
Scenario principale	<ul style="list-style-type: none"> • Il supervisore di sistema apre la pagina "Sessioni di lavoro" • Il supervisore di sistema clicca sul pulsante "Genera link di associazione" relativo alla sessione di lavoro desiderata
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	Il link ha una durata di 60 minuti.
Eventuali punti aperti	-

3.3.15 Caso d'uso UC015: Join di una sessione di lavoro tramite invite link

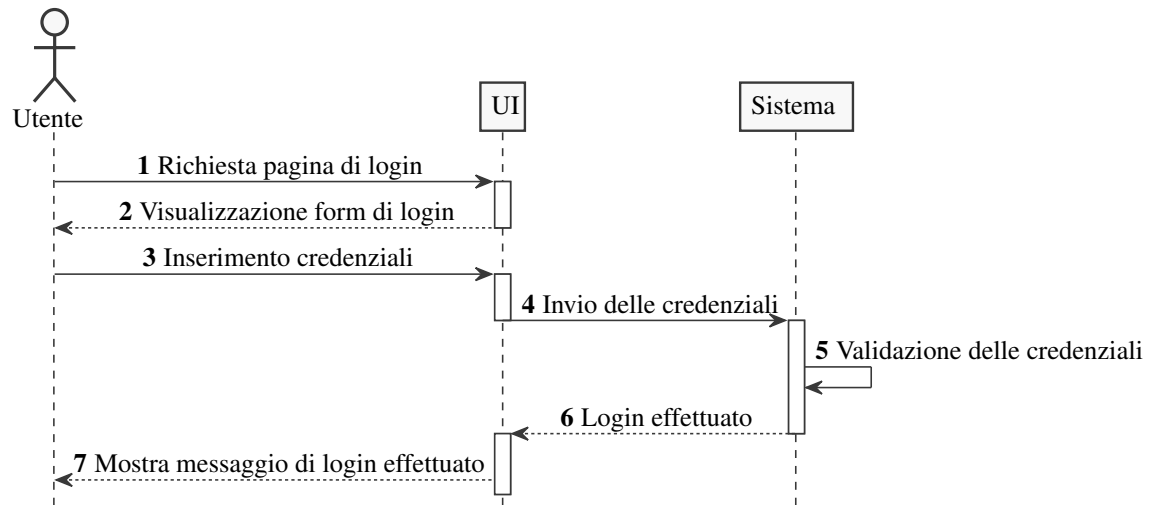
ID	UC015
Titolo	Join di una sessione di lavoro tramite invite link
Descrizione breve	L'utente partecipa a una sessione di lavoro tramite link
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	Supervisore di sessione
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente del sistema vuole effettuare il join alla sessione di lavoro e accedere all'ambiente
Pre-condizioni	La sessione lavoro deve esistere, il link deve essere valido e non scaduto
Post-condizioni	L'utente può accedere alla sessione di lavoro
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none">1. L'utente inserisce il link nel browser2. L'utente effettua il login3. L'utente è associato alla sessione di lavoro
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

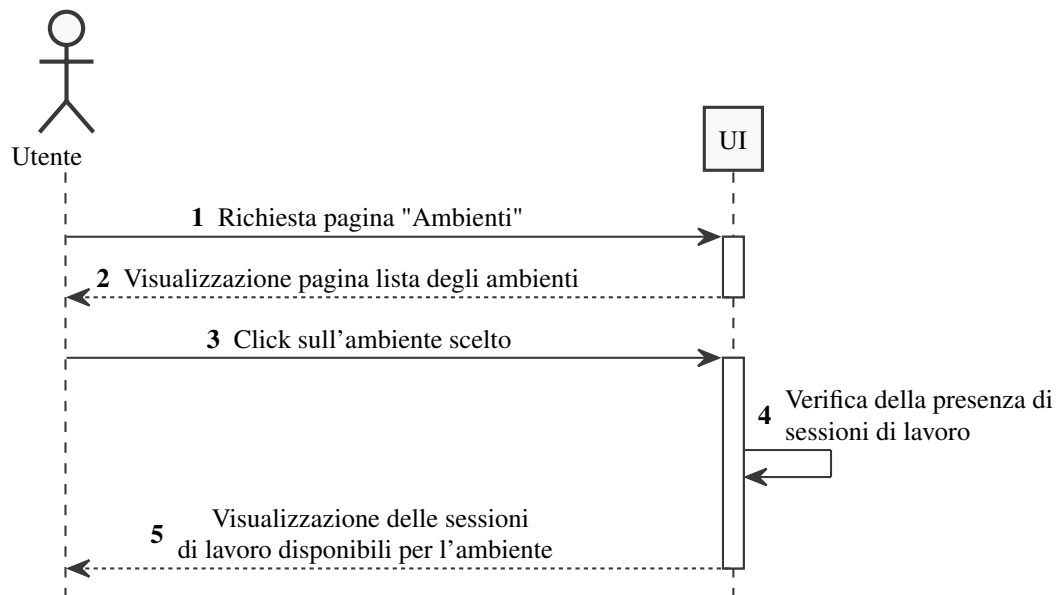
3.3.16 Caso d'uso UC016: Logout di un utente

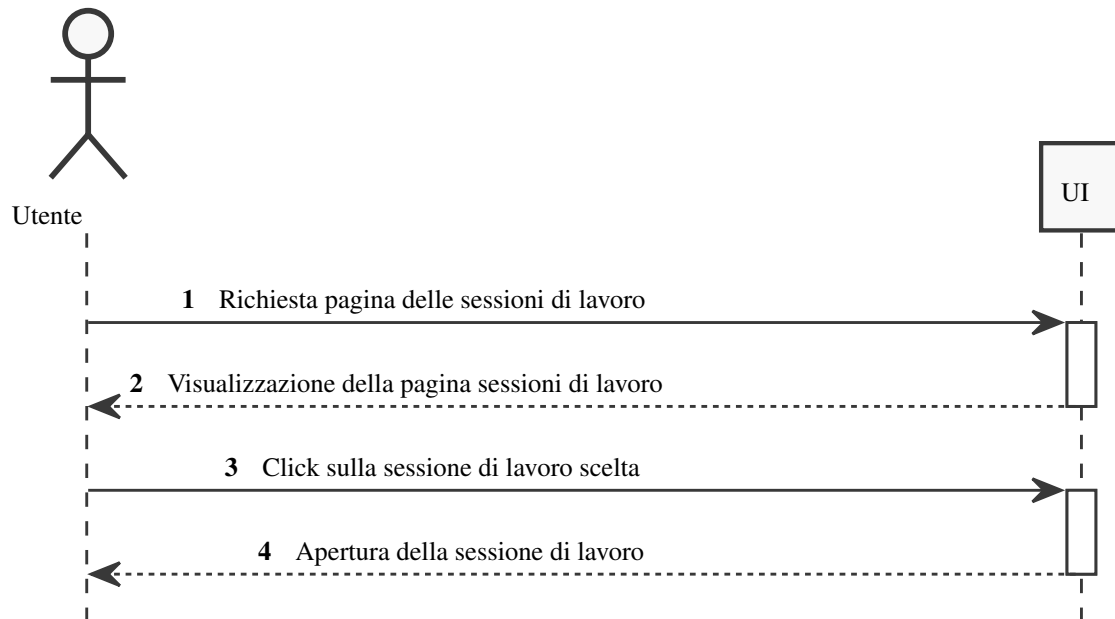
ID	UC016
Titolo	Logout di un utente
Descrizione breve	L'utente effettua il logout dal sistema
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole terminare la propria sessione di login
Pre-condizioni	L'utente è autenticato nel sistema
Post-condizioni	L'utente è offline sul sistema
Scenario principale	L'utente clicca sul tasto "Logout" presente in ogni pagina
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

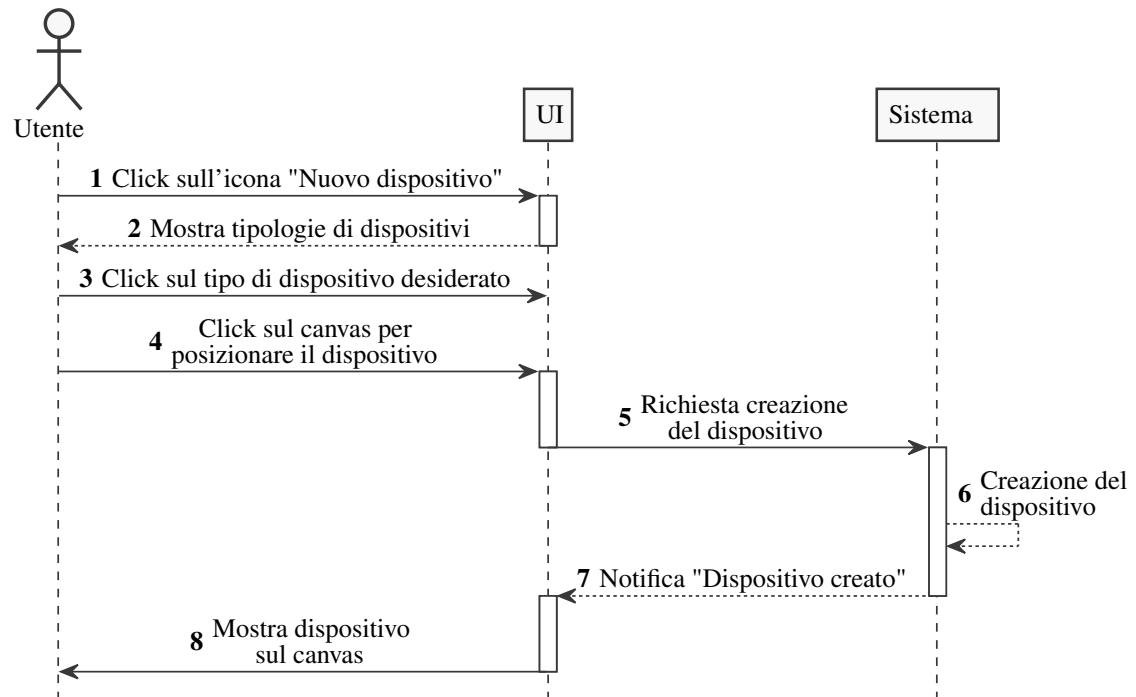
3.4 Diagrammi di sequenza per la fase di analisi

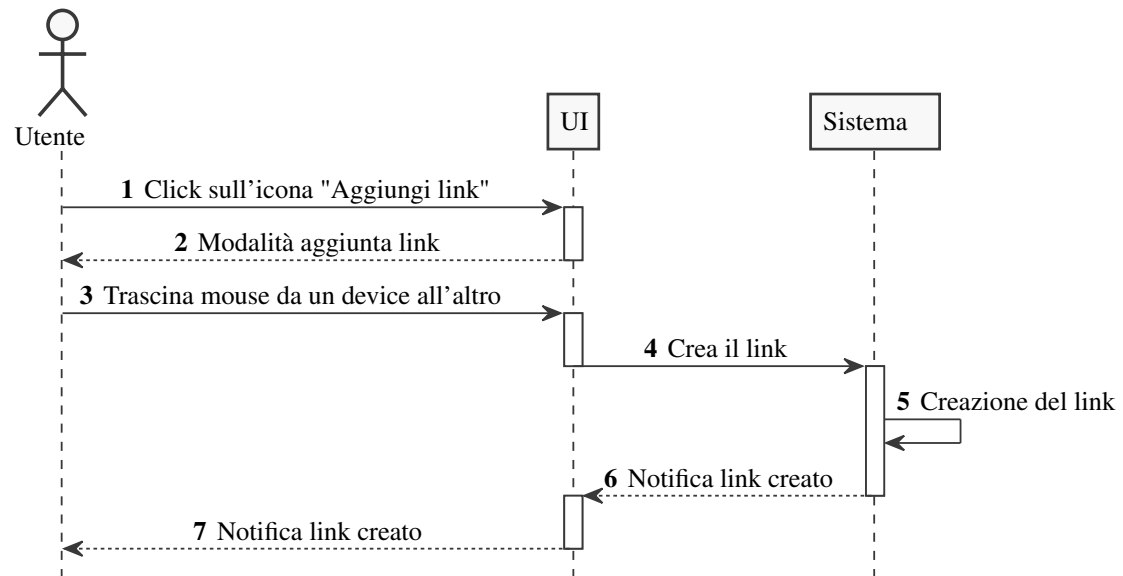
3.4.1 Blackbox SEQ001 - Login alla piattaforma

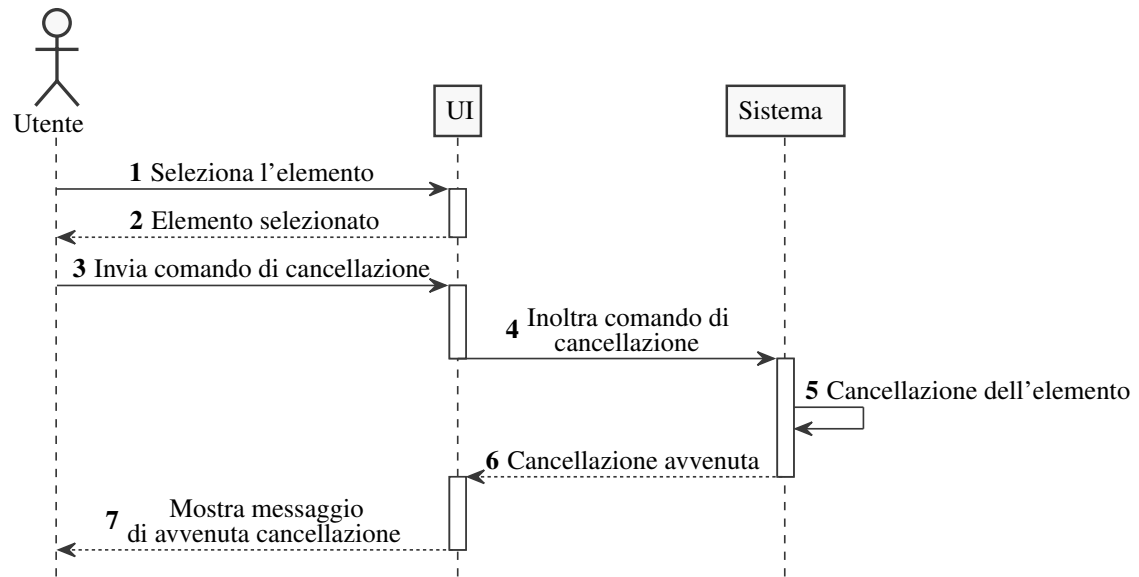


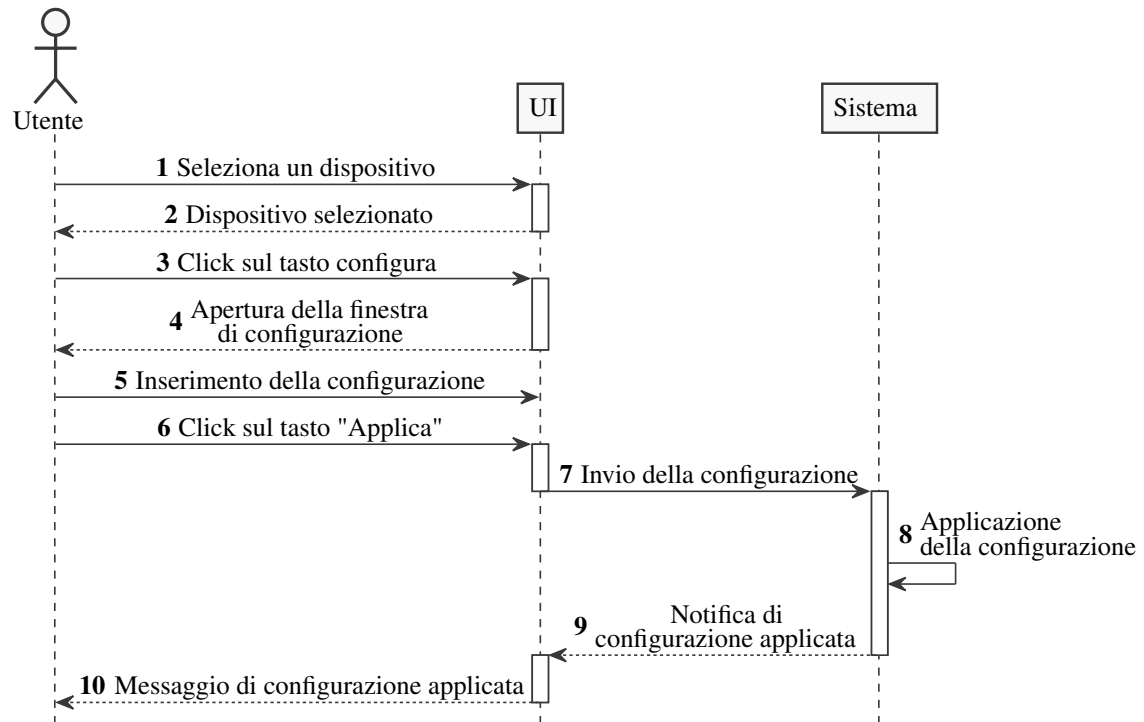
3.4.2 Blackbox SEQ002 - Selezione dell'ambiente

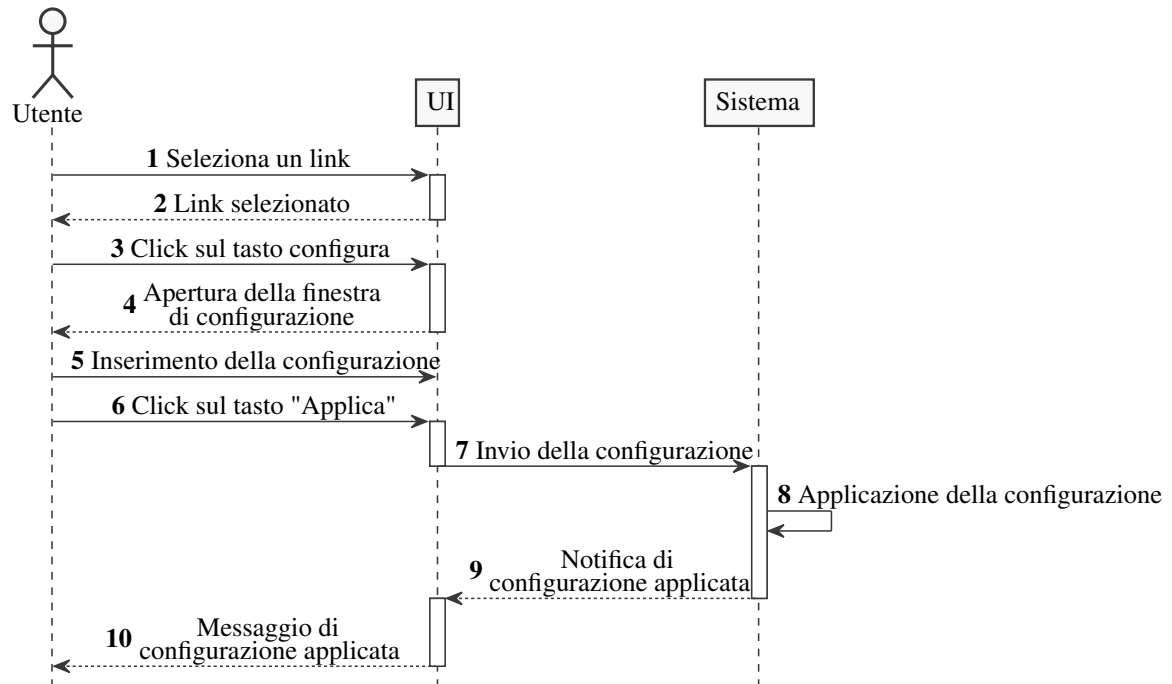
3.4.3 Blackbox SEQ003 - Selezione della sessione di lavoro

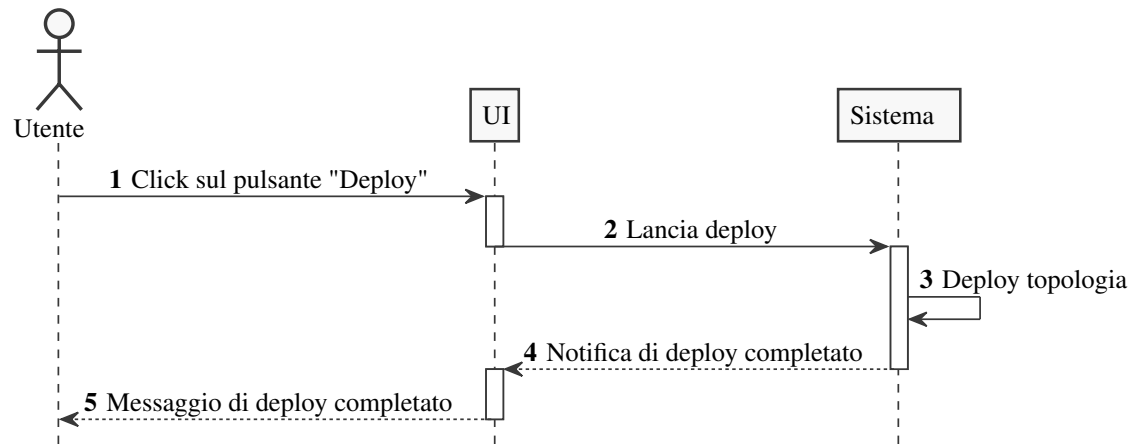
3.4.4 Blackbox SEQ004 - Aggiunta di un dispositivo

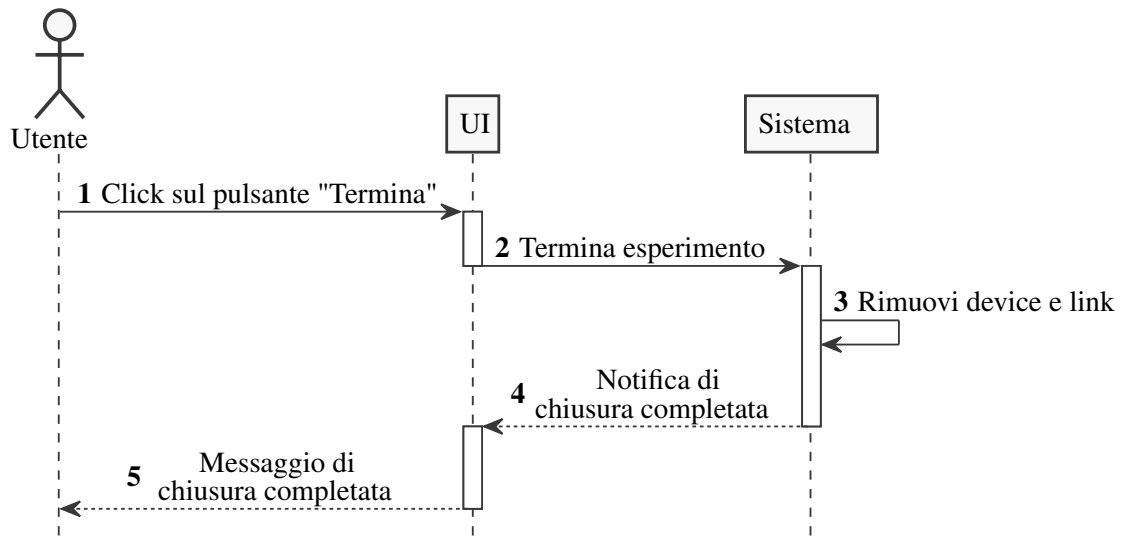
3.4.5 Blackbox SEQ005 - Aggiunta di un link tra due dispositivi

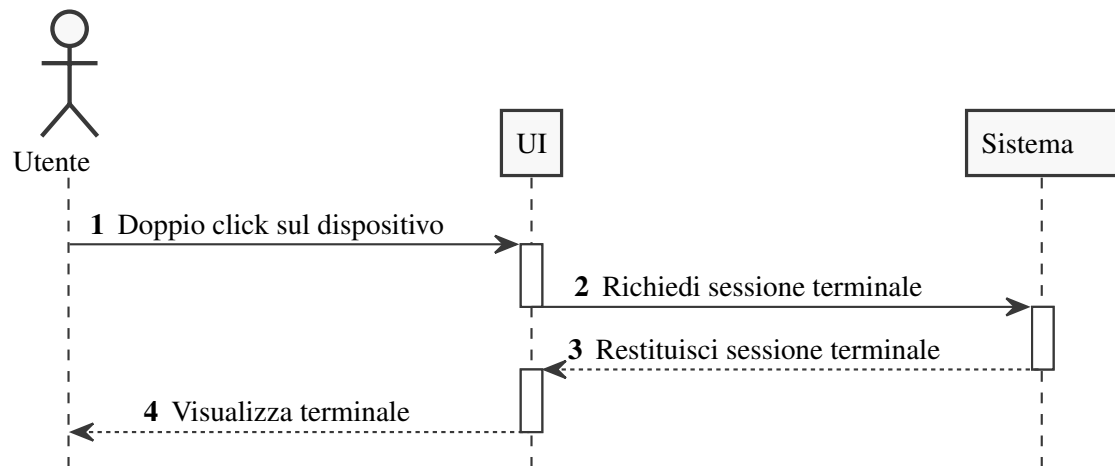
3.4.6 Blackbox SEQ006 - Eliminazione di un elemento dal canvas

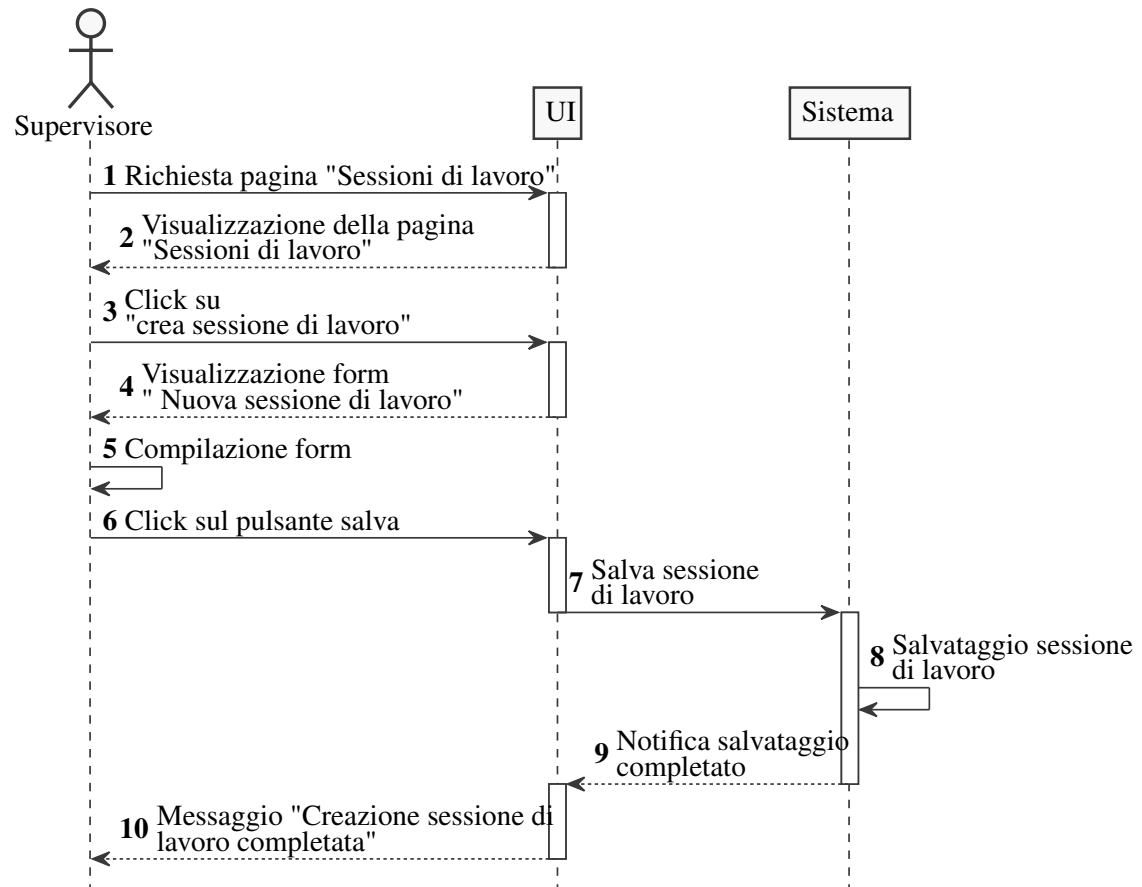
3.4.7 Blackbox SEQ007 - Configurazione di un dispositivo

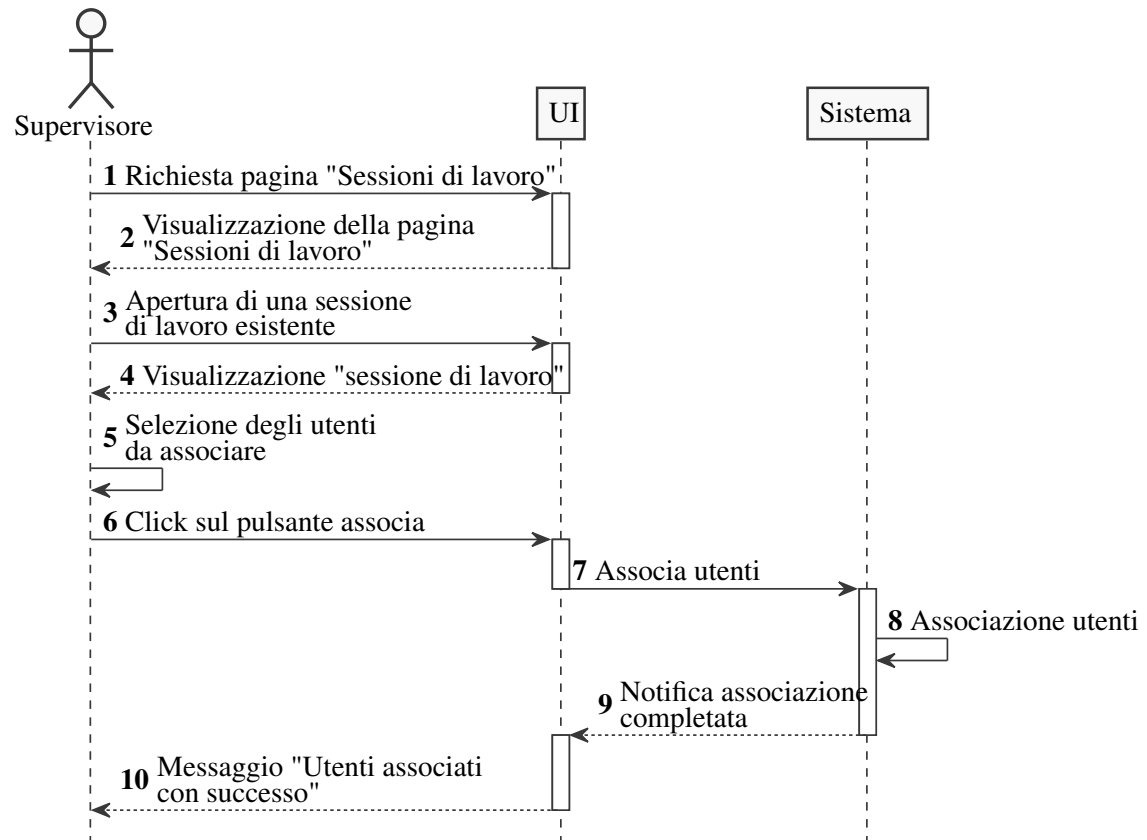
3.4.8 Blackbox SEQ008 - Configurazione di un link

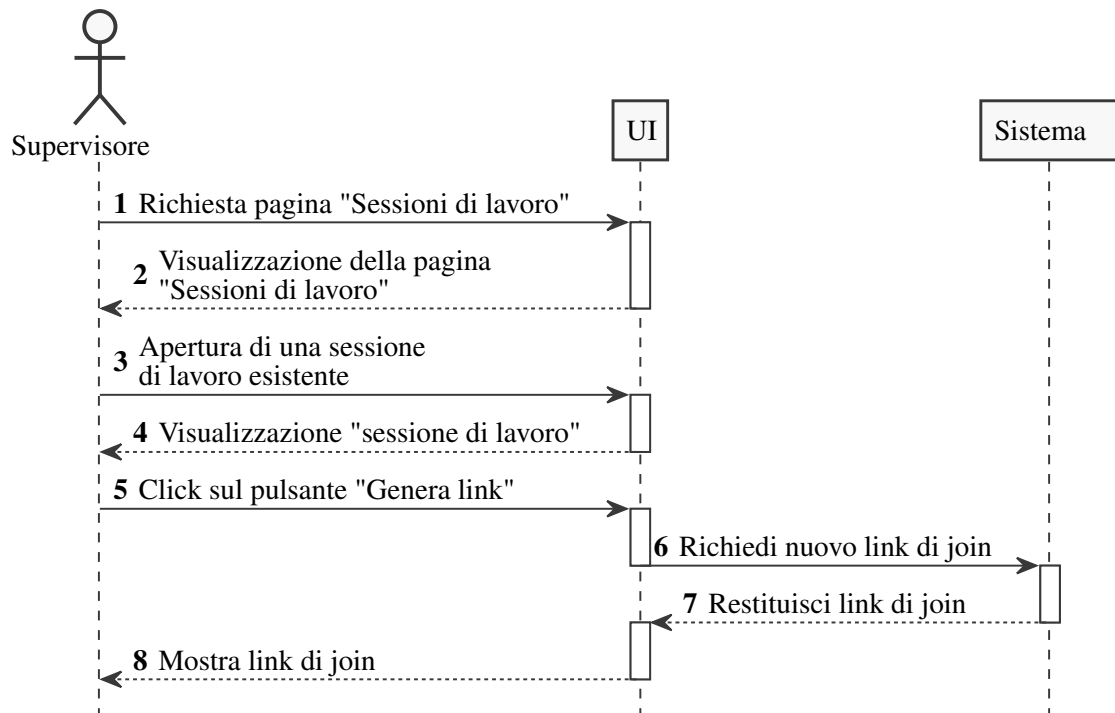
3.4.9 Blackbox SEQ009 - Deploy della topologia di rete

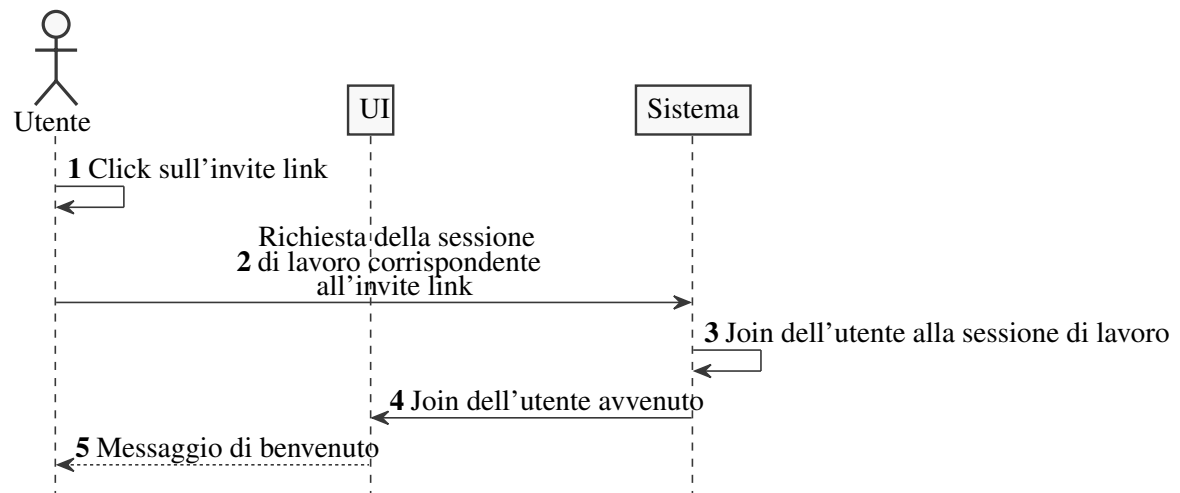
3.4.10 Blackbox SEQ010 - Chiusura di un esperimento

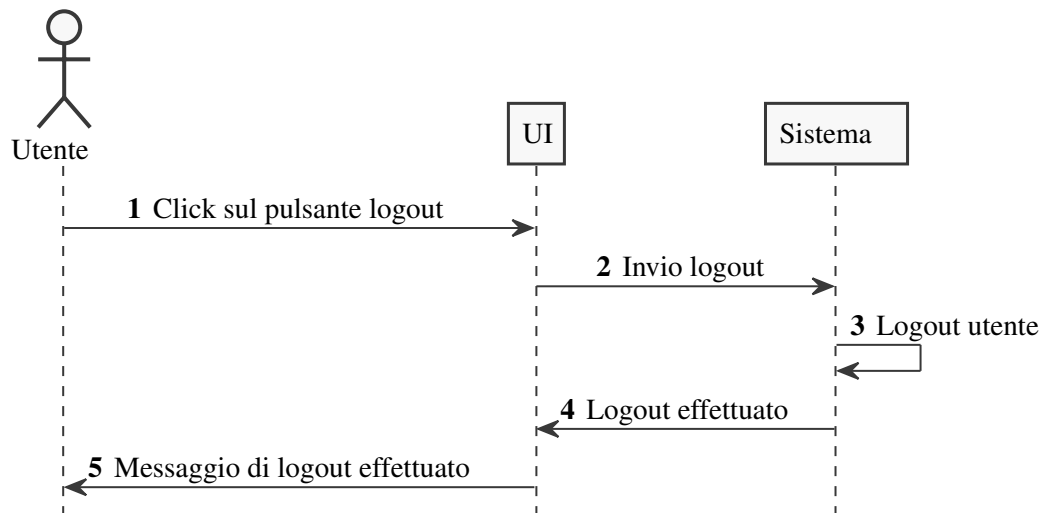
3.4.11 Blackbox SEQ011 - Apertura del terminale di un dispositivo

3.4.12 Blackbox SEQ012 - Creazione di una sessione di lavoro

3.4.13 Blackbox SEQ013 - Associazione di utenti a una sessione di lavoro

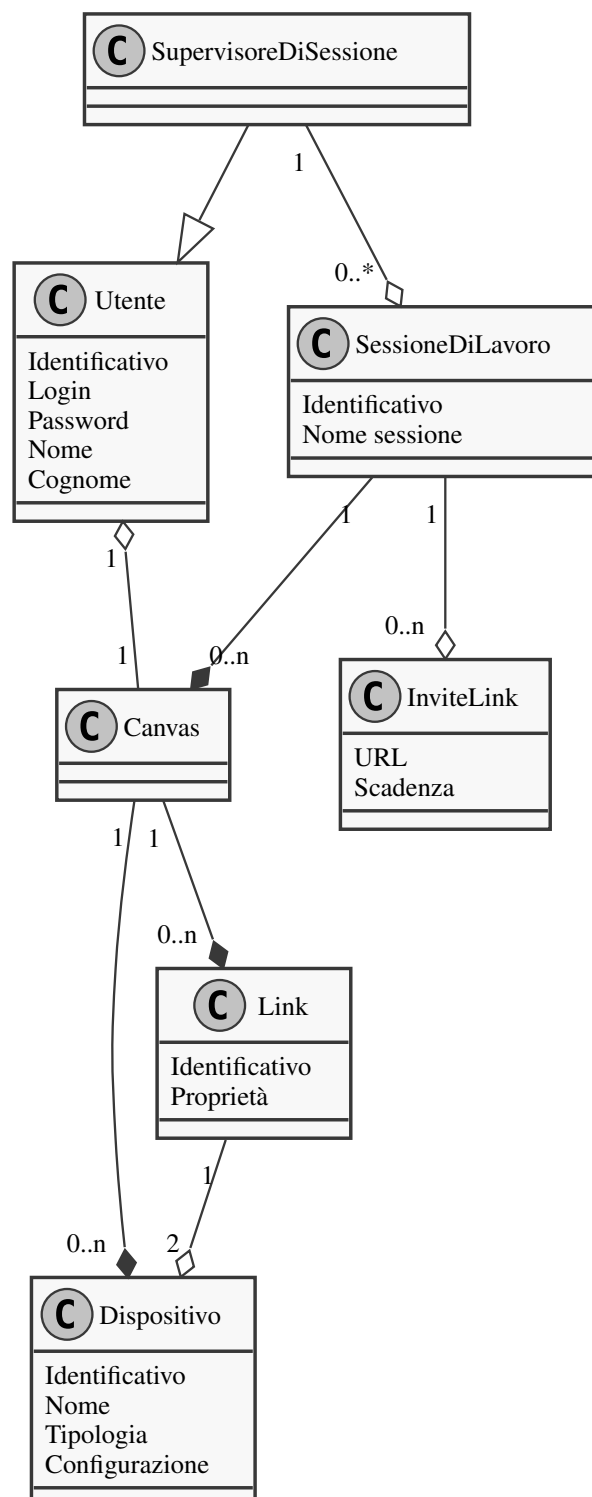
3.4.14 Blackbox SEQ014 - Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti

3.4.15 Blackbox SEQ015 - Join di una sessione di lavoro tramite invite link

3.4.16 Blackbox SEQ016 - Logout di un utente

4. Modello di dominio

4.1 Diagramma delle classi per la fase di analisi



4.2 Regole di dominio

Le regole di dominio sono linee di condotta e procedure dell'organizzazione che definiscono o vincolano aspetti particolari del business.

Esse esistono prima ed indipendentemente dal sistema che si deve sviluppare, e regolano il comportamento del software progettato in tutti i suoi aspetti.

Possono essere specificate in modo generico, per poi essere istanziate nello specifico scenario in cui il prodotto deve inserirsi.

È di seguito esposto il **catalogo delle regole di dominio** per il progetto in questione nello scenario di un istituto didattico (i.e. università) che vuole erogare un corso di Reti di Calcolatori; è altresì offerto un mapping tra le entità espresse in questo documento di progetto e i requisiti esplicitati per lo scenario illustrato.

La figura del *docente* trova la sua corrispondenza nel ruolo dell'attore *supervisore di sessione*.

La figura del *discente* trova la sua corrispondenza nel ruolo dell'attore *utente*.

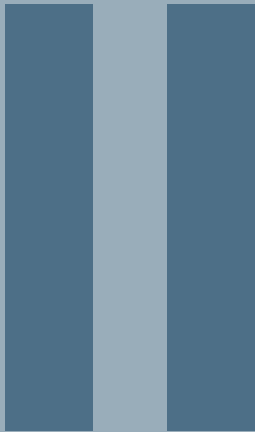
Il docente può dunque creare una nuova sessione di lavoro ed associare gli utenti ad essa, fornendo un invite-link o provvedendo all'associazione manuale.

Il discente, una volta associato alla sessione, può disegnare la propria topologia inserendo dispositivi e link. Può inoltre effettuare il deployment della topologia.

Il docente può effettuare, oltre alle azioni di gestione della sessione di lavoro, le stesse azioni del discente, in modo da poter condurre dimostrazioni ed esperimenti.

4.2.1 Catalogo delle regole di dominio

1. L'inserimento di un utente all'interno della piattaforma può avvenire esclusivamente all'atto del primo login, in cui il sistema effettua un check con il database LDAP centralizzato.
2. L'utente non può creare una sessione di lavoro, a meno che non abbia il ruolo di supervisore.
3. L'utente non può interagire con il canvas di un altro utente.
4. I dispositivi di livello 2 disponibili sono Hub e switch.
5. I dispositivi di livello 3 disponibili sono router e host.
6. Gli invite link hanno una durata di un'ora.



Fase di design

5	Architettura del sistema	49
5.1	Diagramma di deployment	
6	Modello di Sistema	51
6.1	Diagrammi di sequenza per la fase di design	
6.2	Diagramma delle classi per la fase di design	
6.3	Diagrammi di sequenza per la fase di design	

5. Architettura del sistema

Verrà ora fornita una descrizione dell'architettura del sistema nei vari componenti, ad alto livello. Le componenti del sistema sono le seguenti:

WEB UI Interfaccia grafica di frontend mostrata sul browser dell'utente, che offre la possibilità di effettuare le operazioni descritte nei casi d'uso

WEB service Backend dell'interfaccia grafica, con API interrogabili ed autenticate, che effettua l'orchestrazione delle operazioni in backend

DAO Interfaccia tra le classi di progetto e il substrato di persistenza. Questo componente è indicato nel diagramma di deployment, ma non verrà esplicitato nei diagrammi di sequenza né nei diagrammi di interazione, per motivi di semplicità. Infatti costituisce un layer trasparente per l'interazione con la base di dati, implementato e fornito da gran parte dei linguaggi di programmazione (es. Hibernate in Java, Django ORM in Python), il cui ruolo è limitato alla gestione delle operazioni CRUD (create, retrieve, update, delete) delle istanze.

Database Base di dati utilizzata per la persistenza e il caching degli oggetti

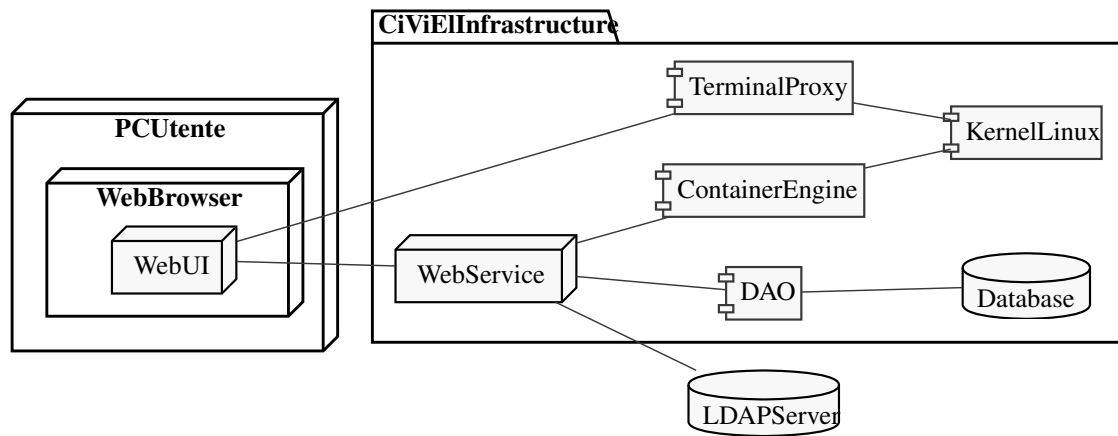
LDAP Base di dati utilizzata per gestire le credenziali degli utenti e il login

Container engine Componente utilizzato per effettuare la segregazione del filesystem e dello stack di rete per simulare i dispositivi appartenenti alla topologia

Terminal proxy Componente che offre la possibilità di effettuare operazioni di scrittura e lettura nei terminali dei dispositivi simulati

Kernel Linux Componente di backend che gestisce tutte le funzionalità di rete

5.1 Diagramma di deployment



6. Modello di Sistema

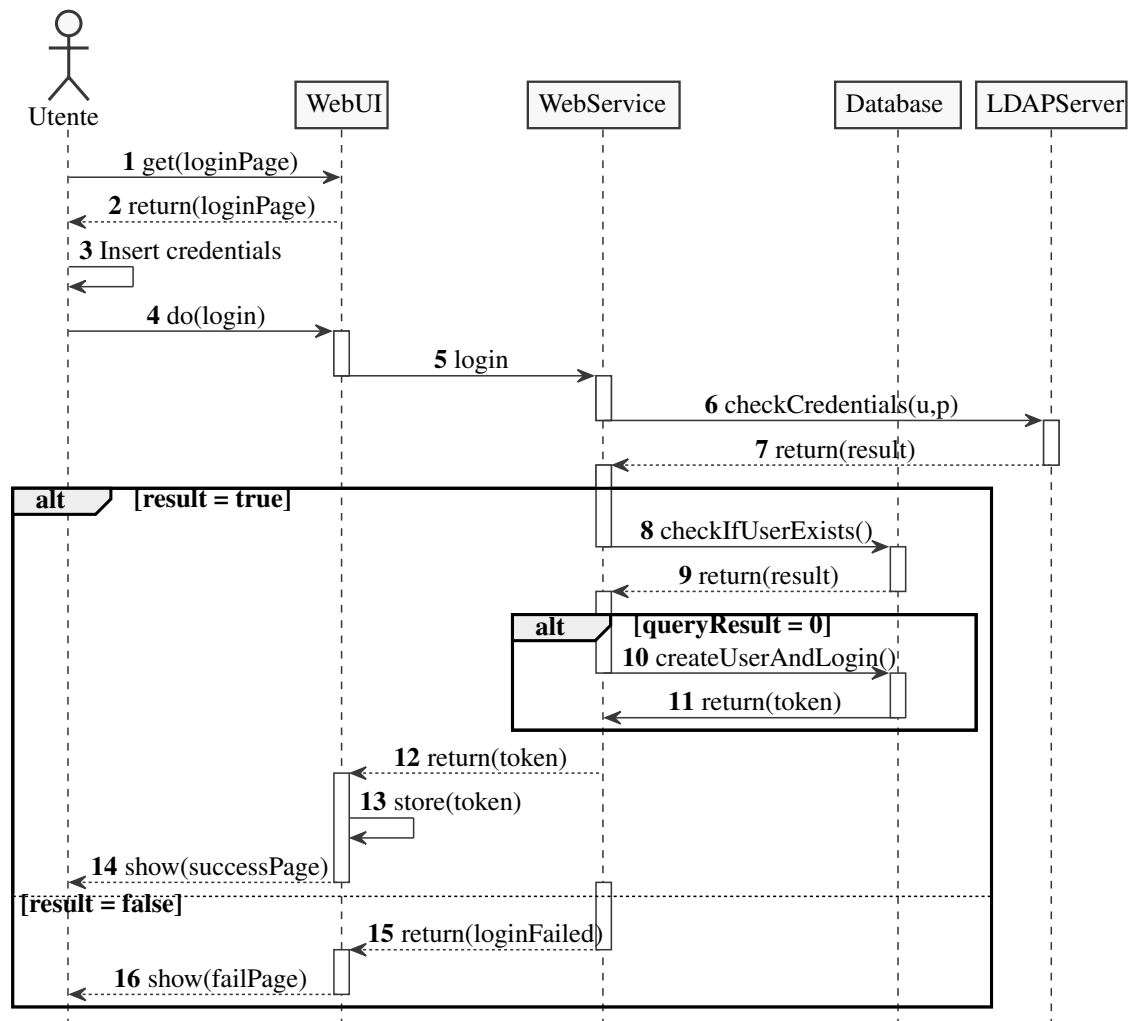
In questo capitolo vengono dettagliate le componenti di sistema, seguendo questa volta un approccio white-box.

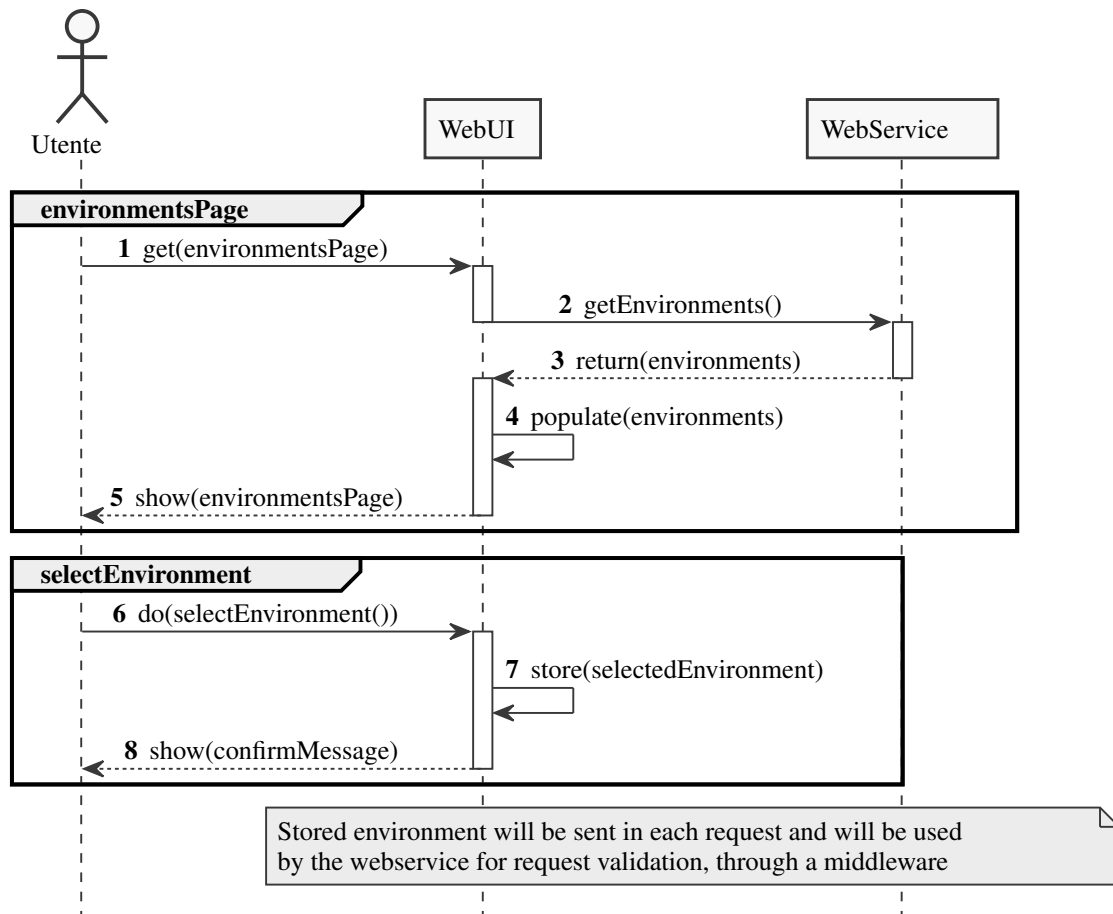
Verranno approfondite:

- le interazioni tra i componenti, mediante **diagrammi di sequenza**,
- la struttura dei componenti, mediante **diagrammi di classe**,
- gli stati del sistema, mediante **diagrammi di stato**.

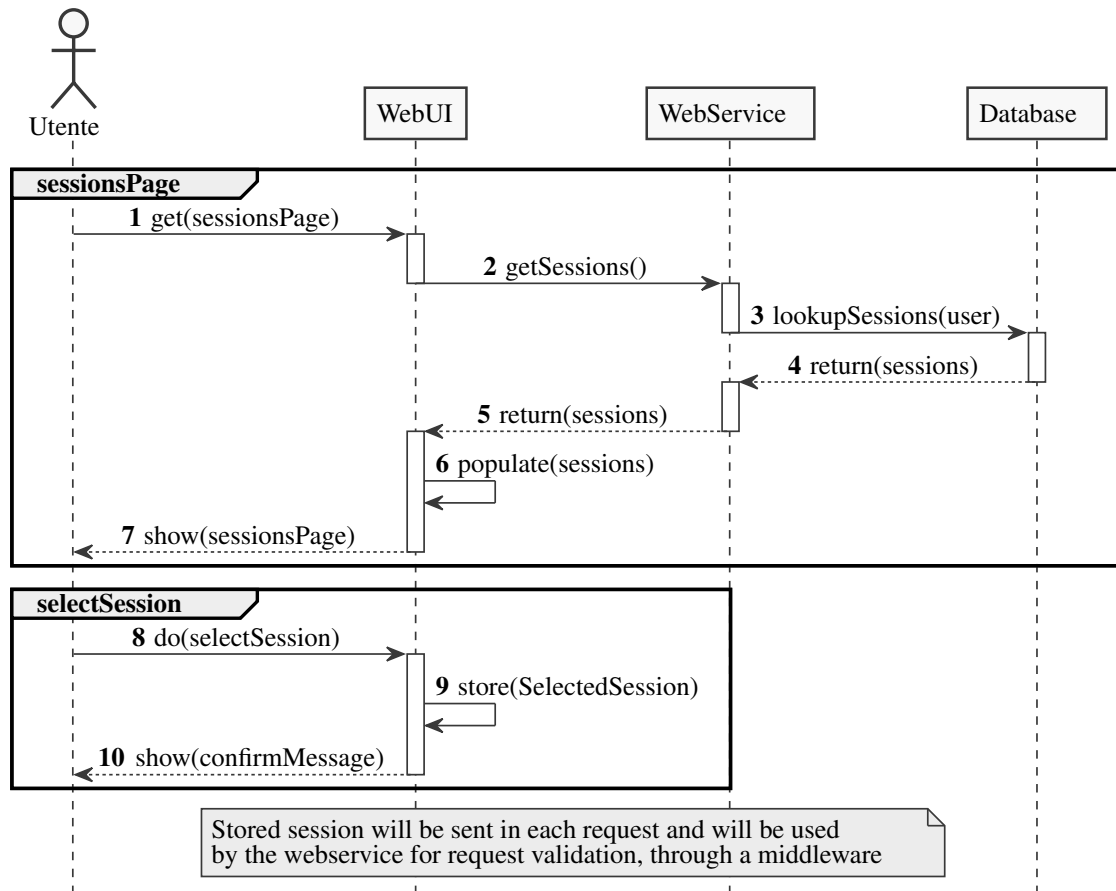
6.1 Diagrammi di sequenza per la fase di design

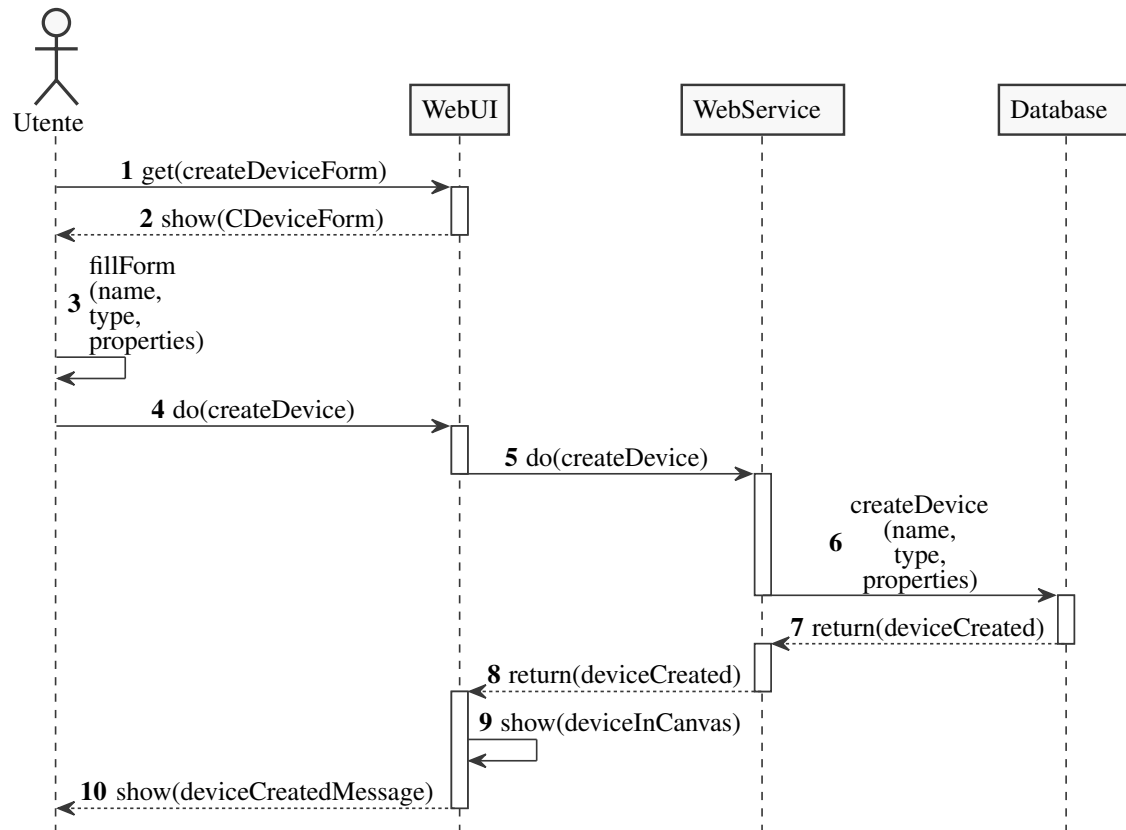
6.1.1 SEQ001 - Login alla piattaforma



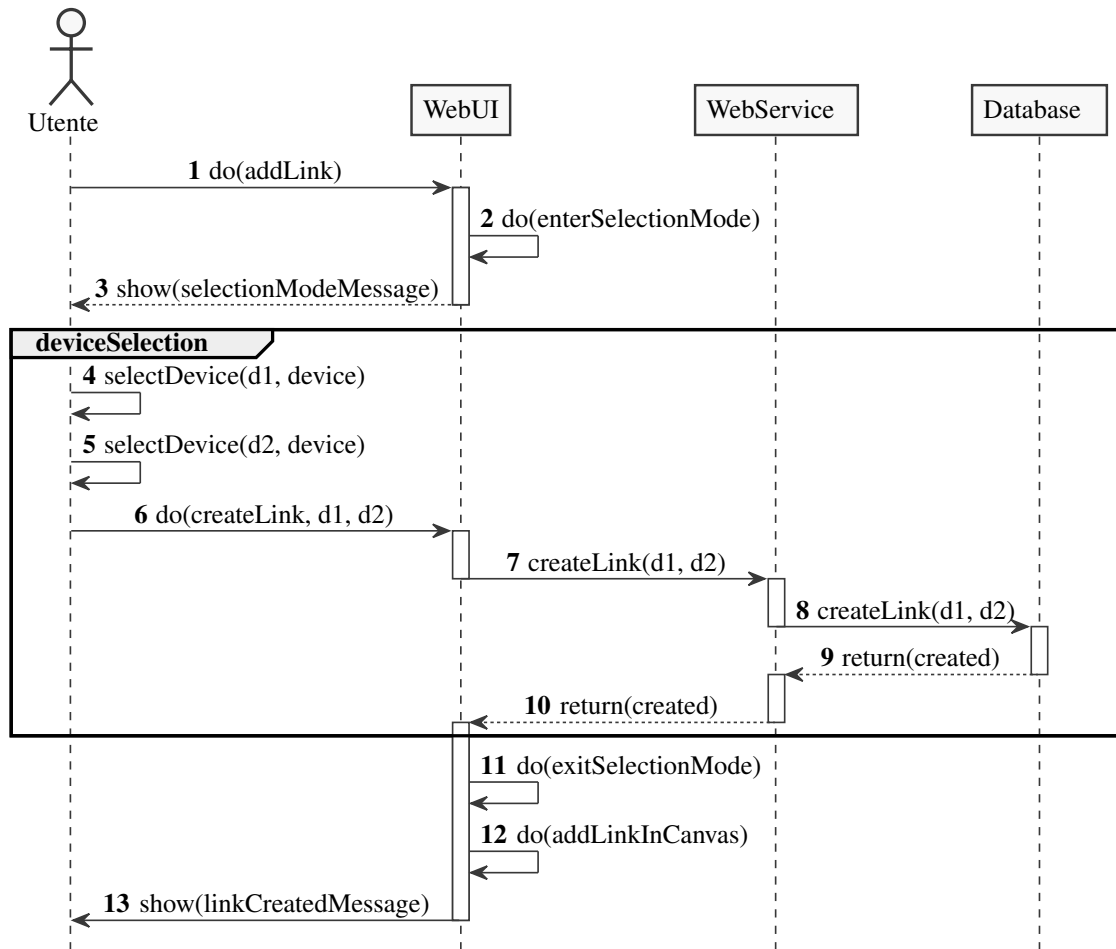
6.1.2 SEQ002 - Selezione dell'ambiente

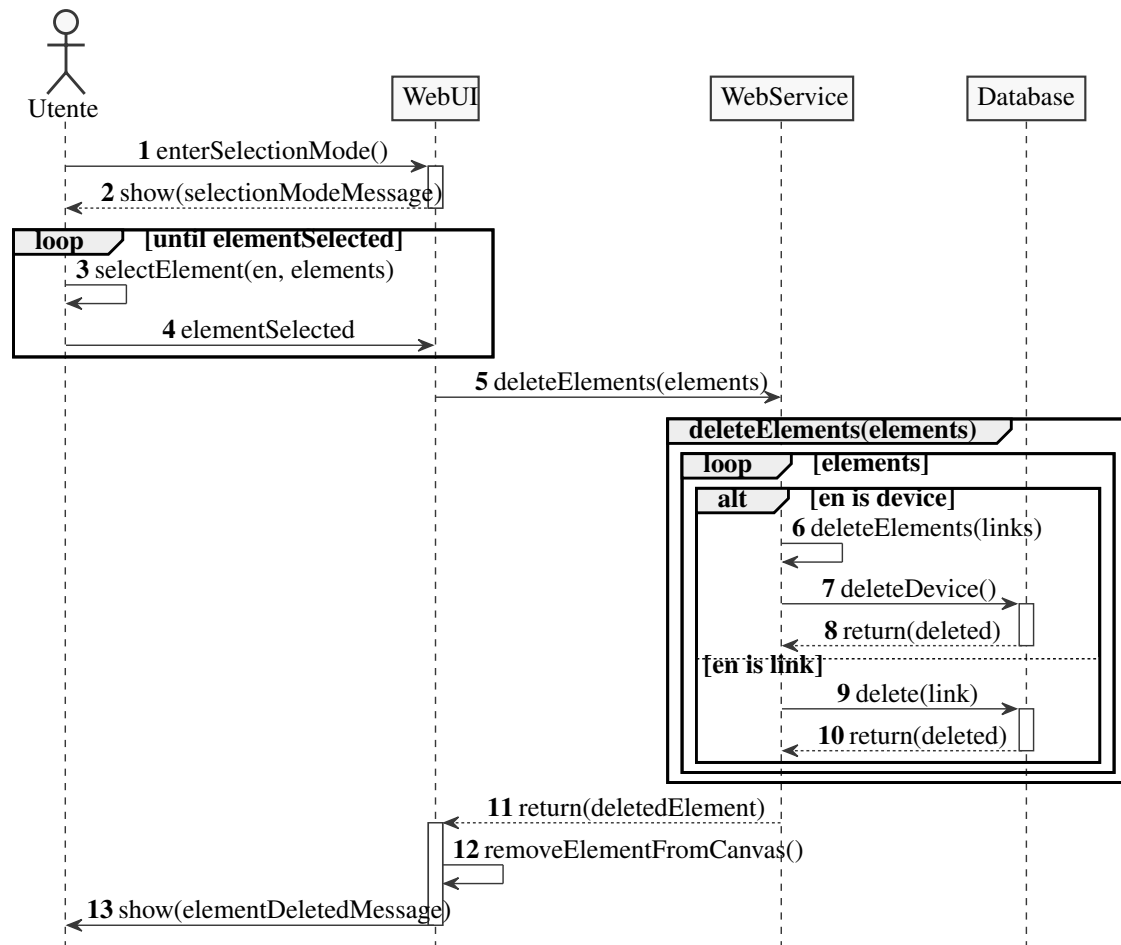
6.1.3 SEQ003 - Selezione della sessione di lavoro

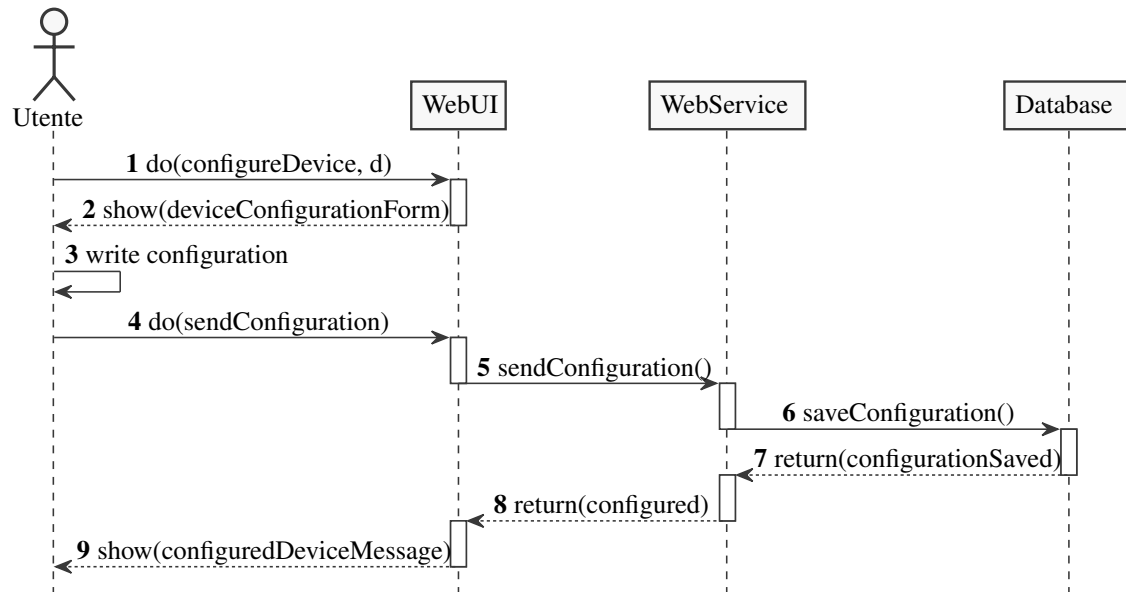


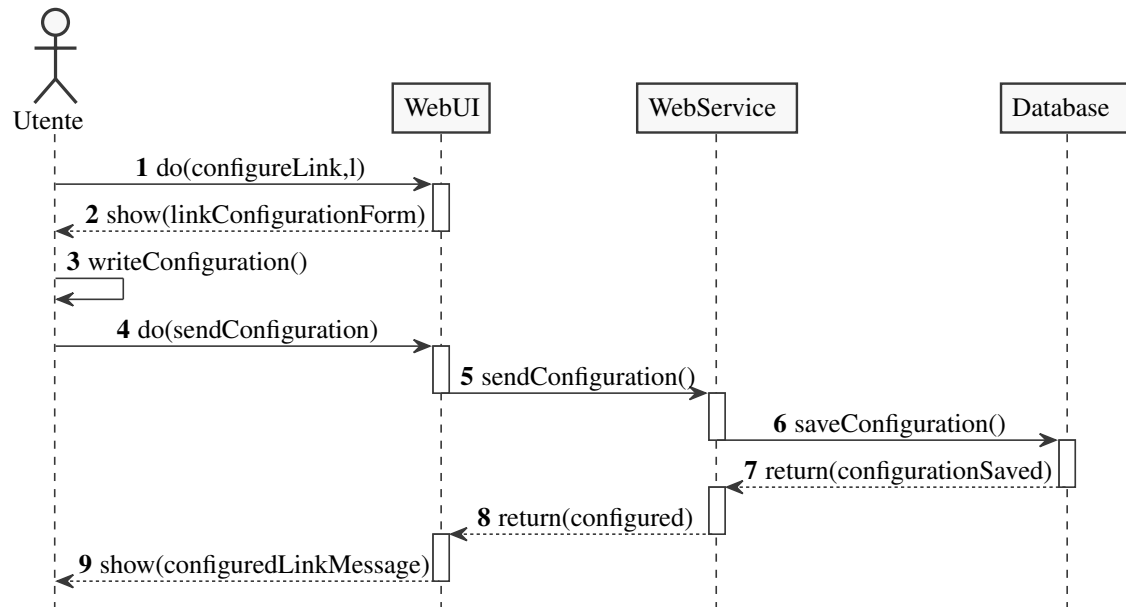
6.1.4 SEQ004 - Aggiunta di un dispositivo

6.1.5 SEQ005 - Aggiunta di un link tra due dispositivi

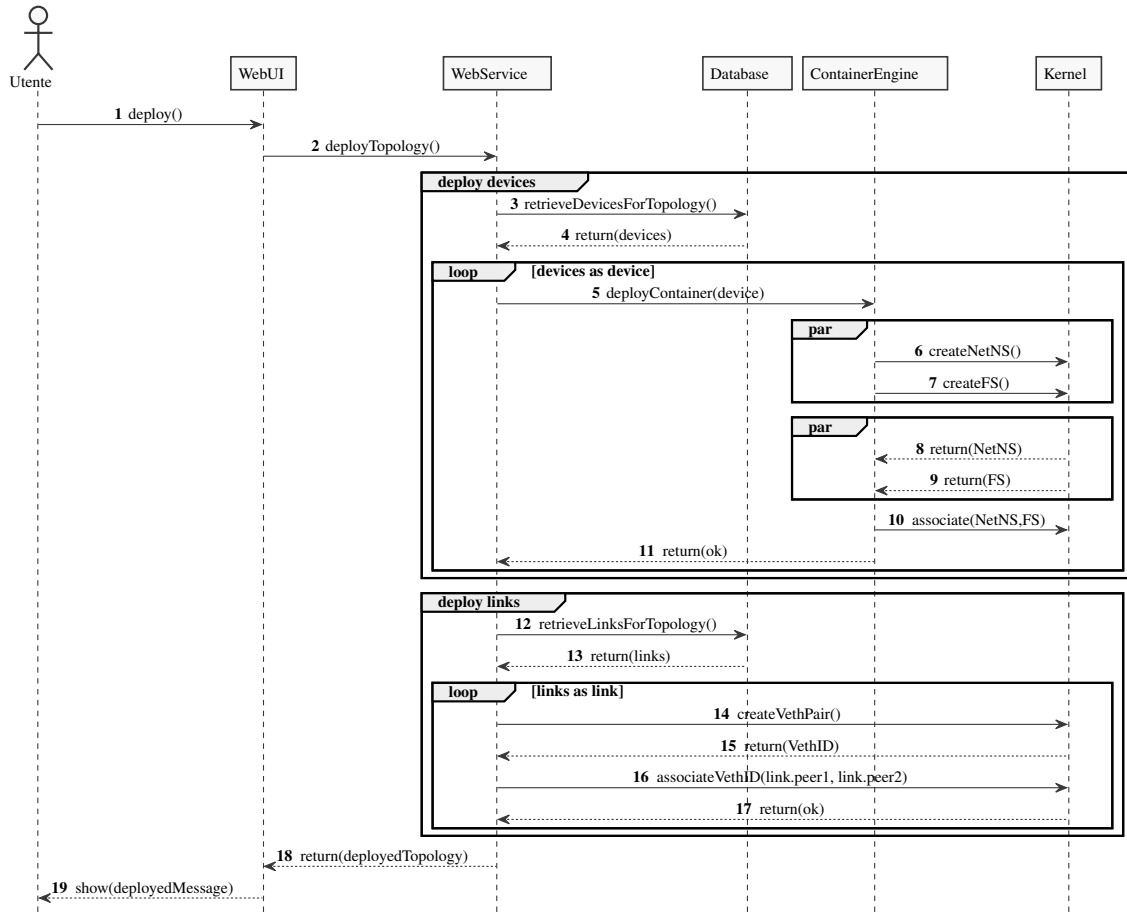


6.1.6 SEQ006 - Eliminazione di un elemento dal canvas

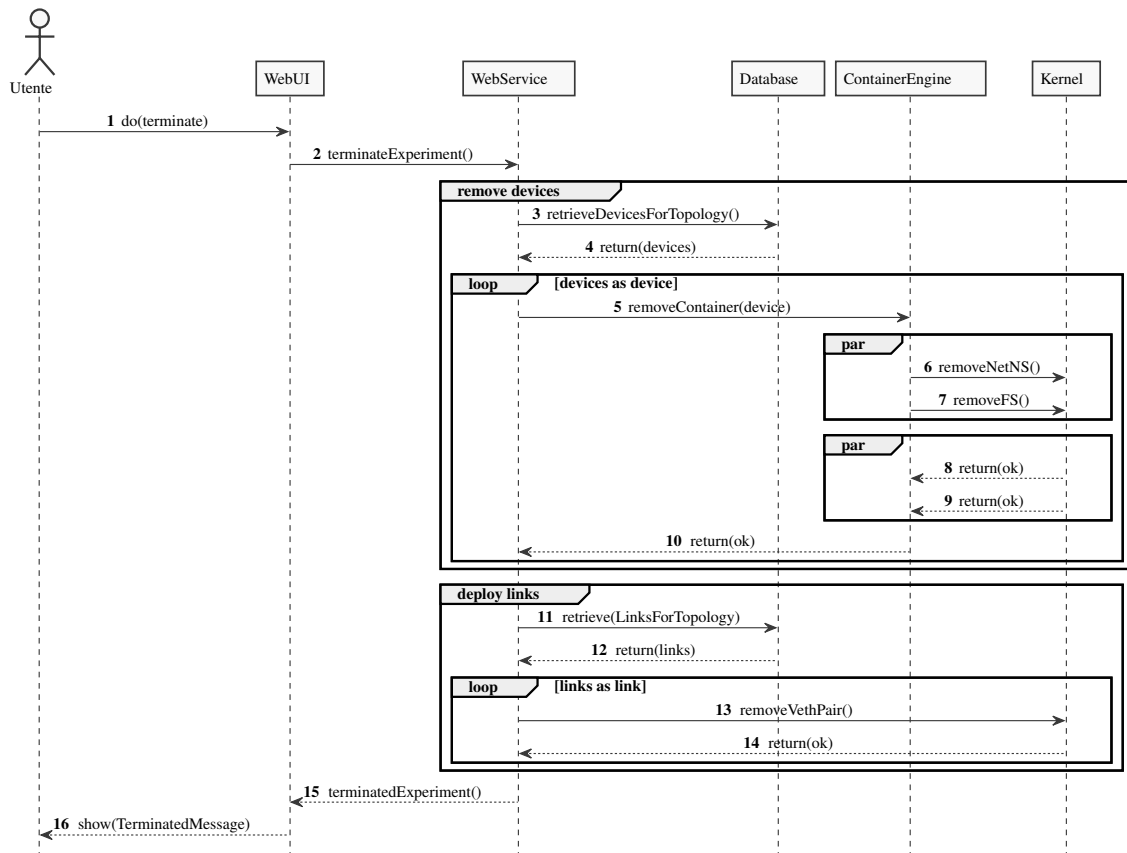
6.1.7 SEQ007 - Configurazione di un dispositivo

6.1.8 SEQ008 - Configurazione di un link

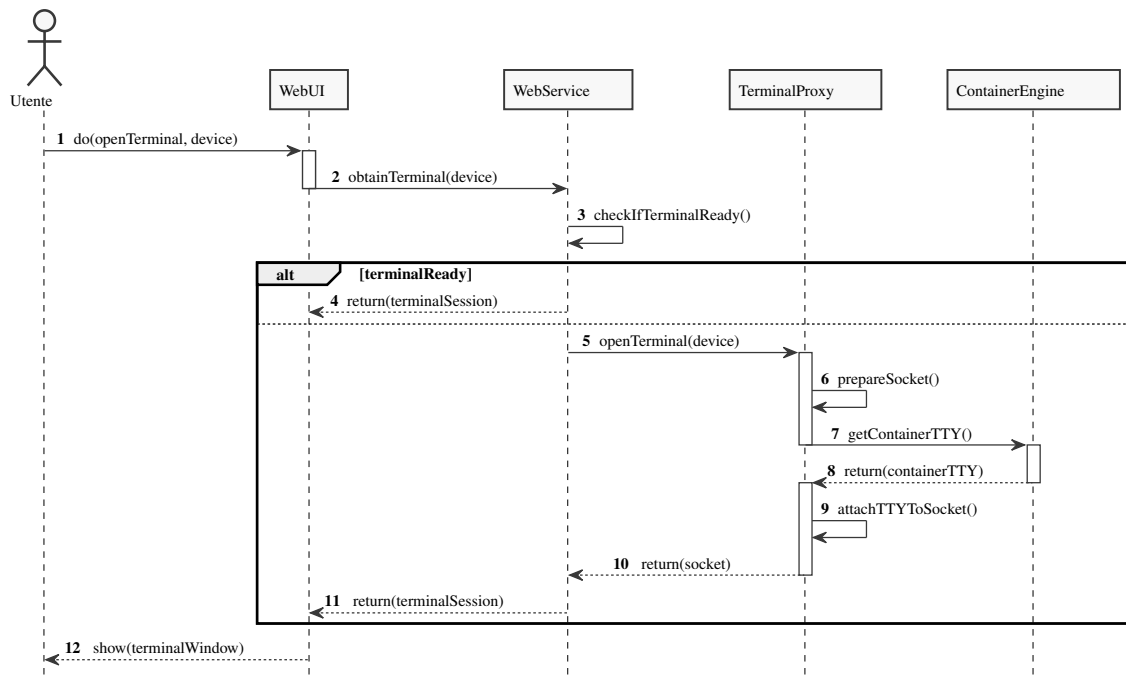
6.1.9 SEQ009 - Deploy della topologia di rete

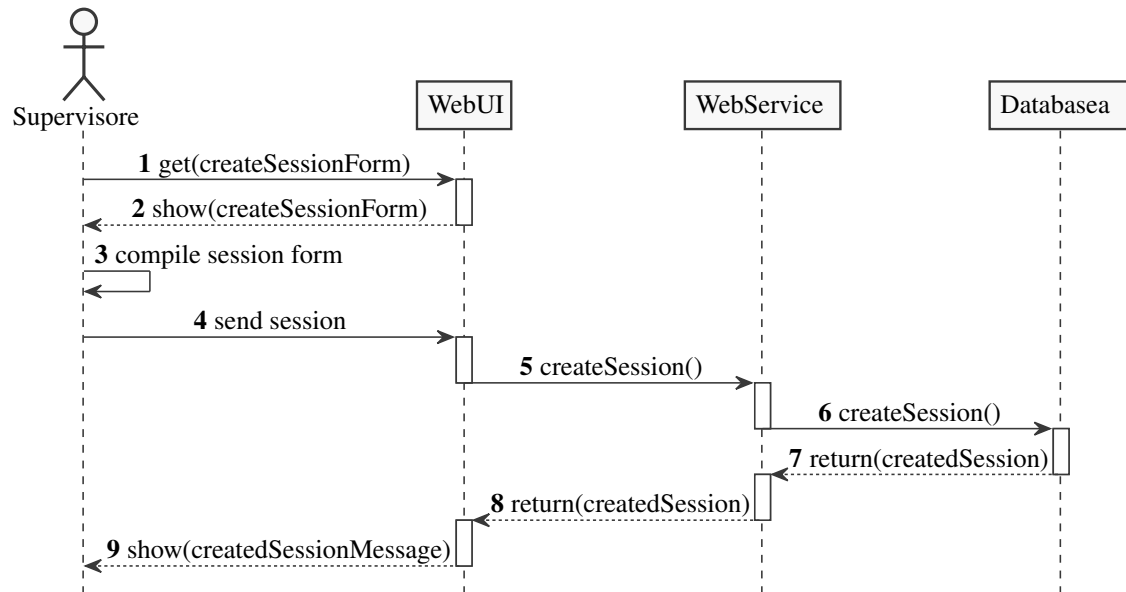


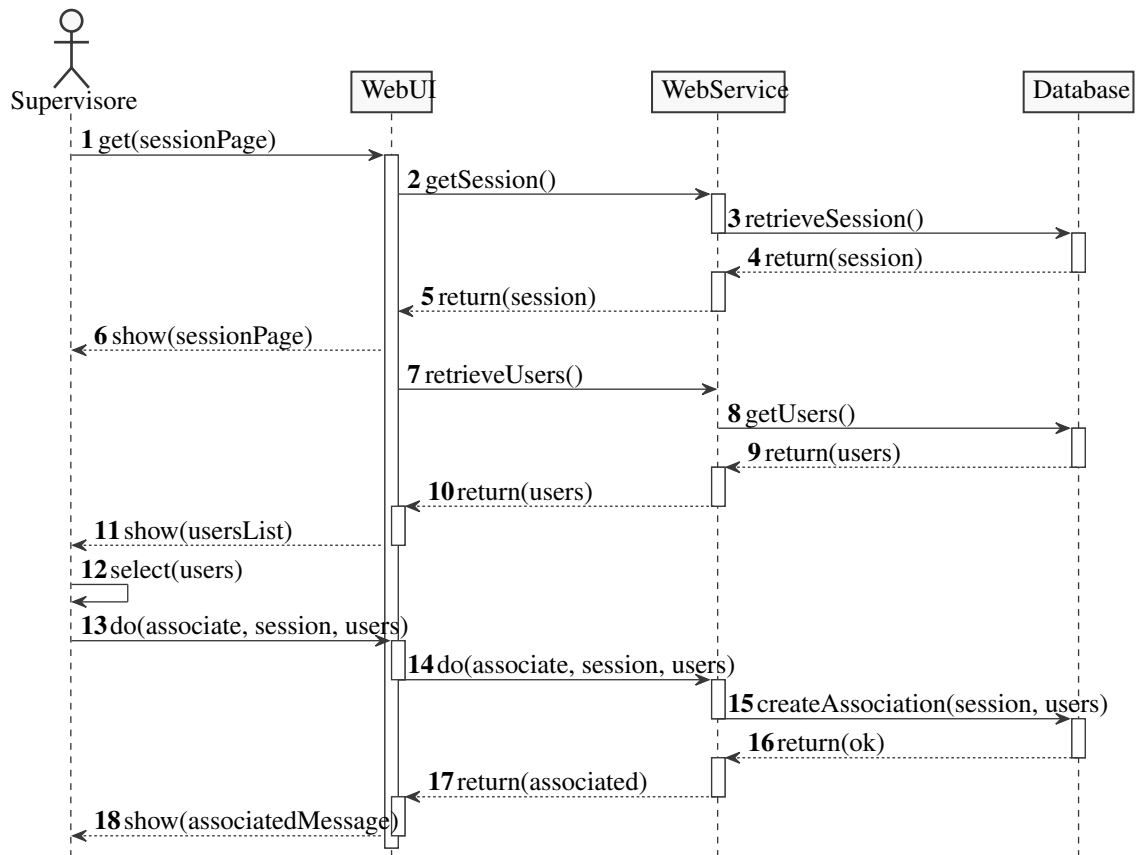
6.1.10 SEQ010 - Chiusura dell'esperimento

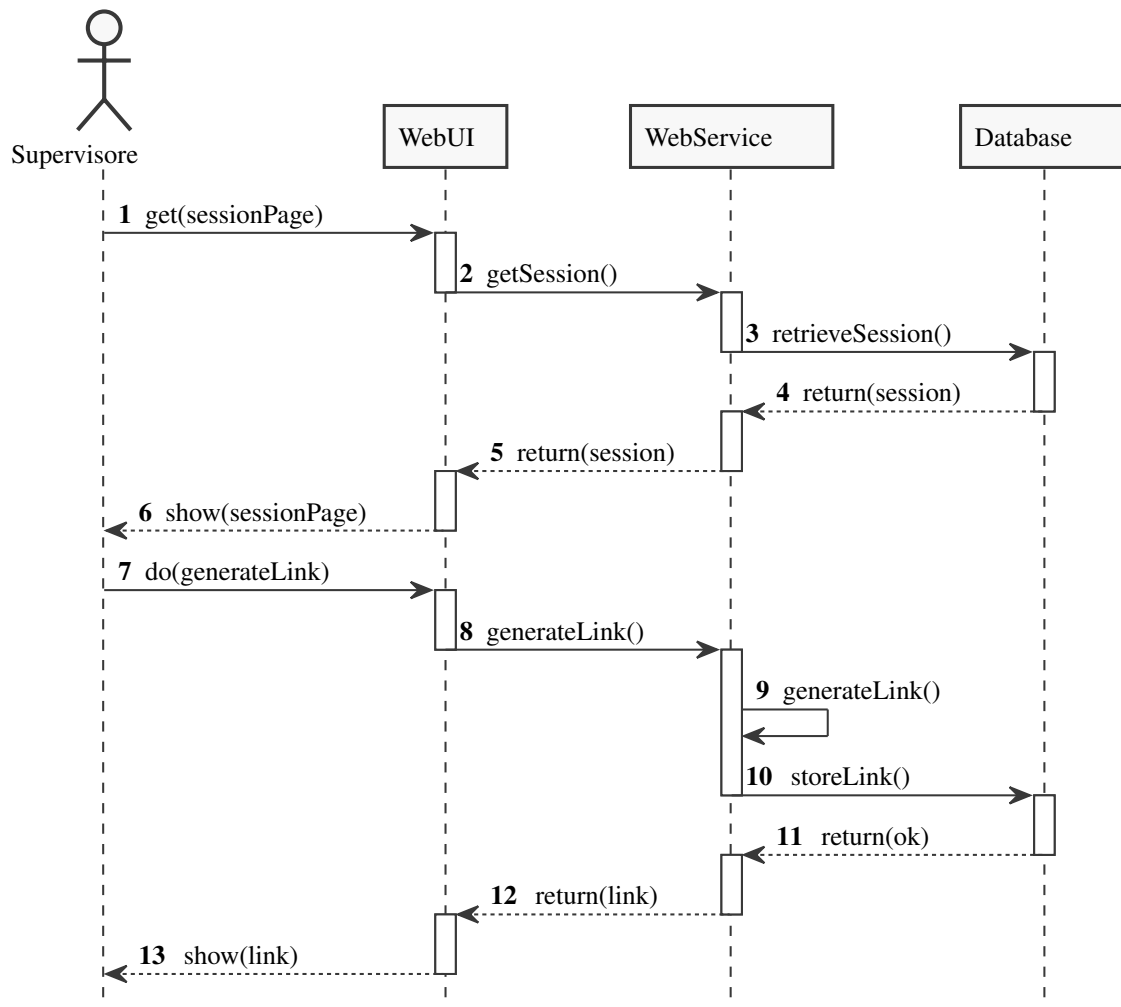


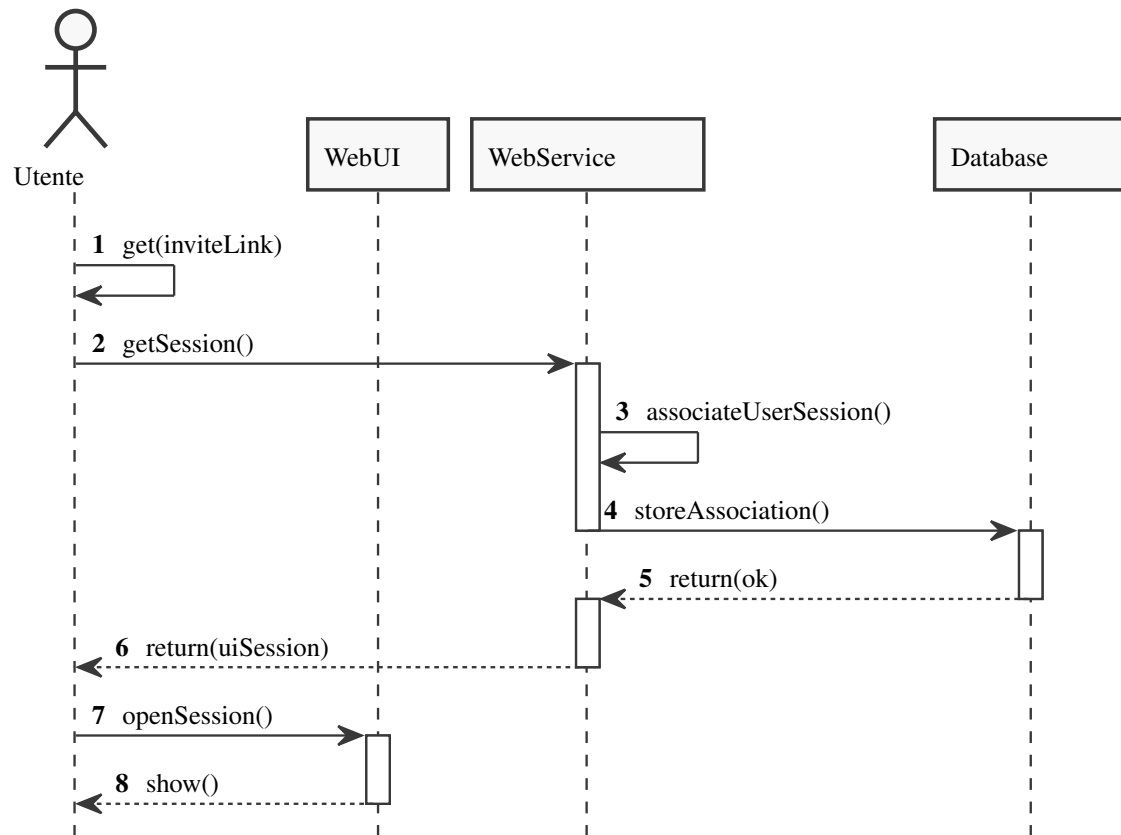
6.1.11 SEQ011 - Apertura del terminale di un dispositivo

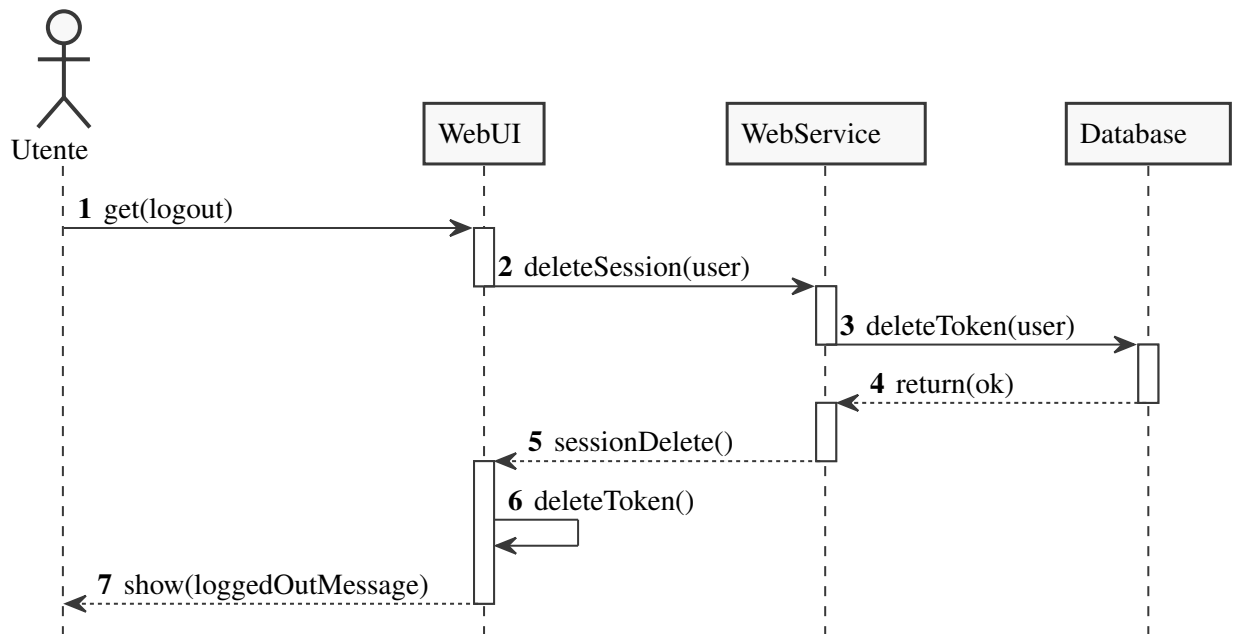


6.1.12 SEQ012 - Creazione di una sessione di lavoro

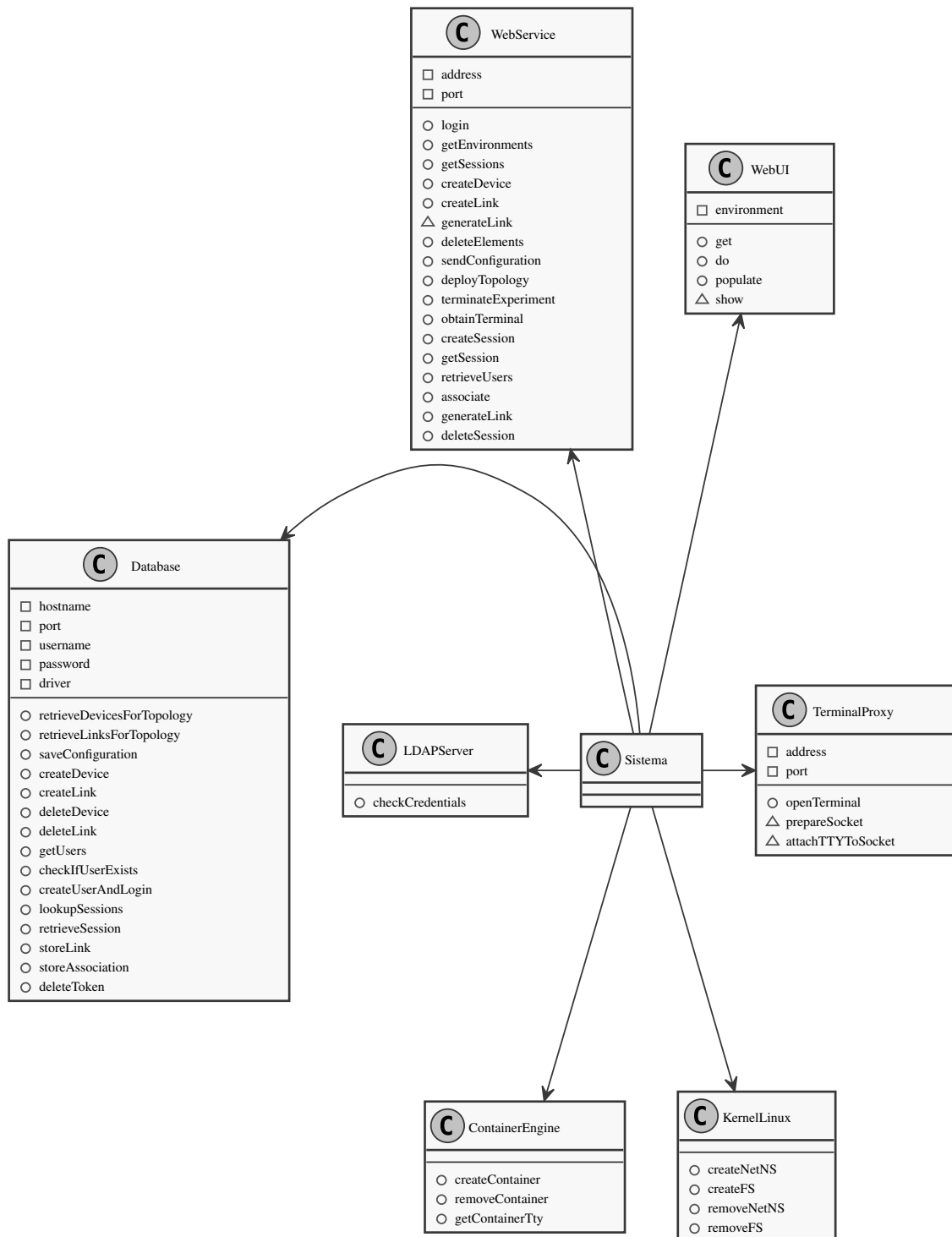
6.1.13 SEQ013 - Associazione di utenti a una sessione di lavoro

6.1.14 SEQ014 - Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti

6.1.15 SEQ015 - Join di una sessione di lavoro tramite invite link

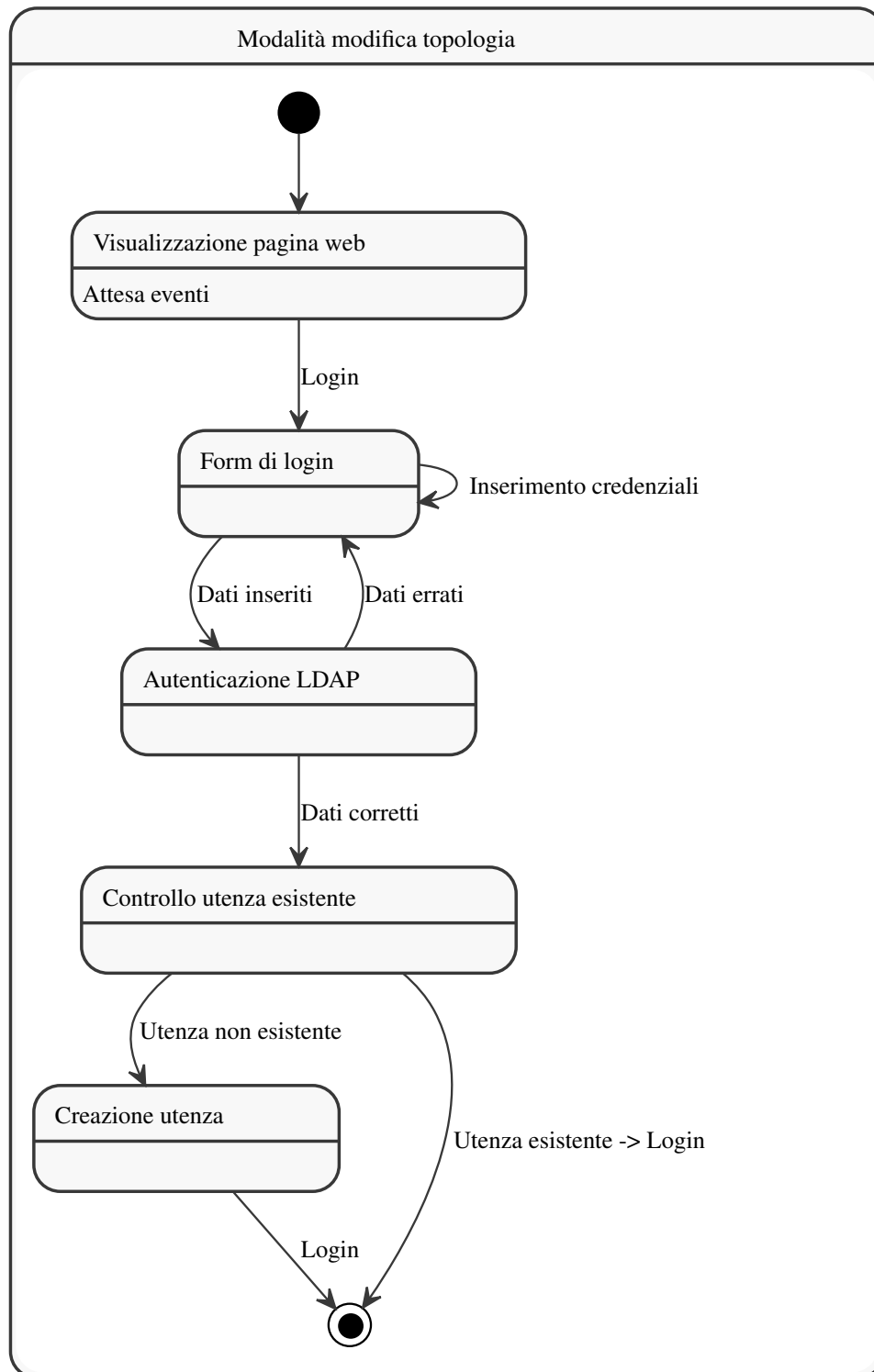
6.1.16 SEQ016 - Logout di un utente

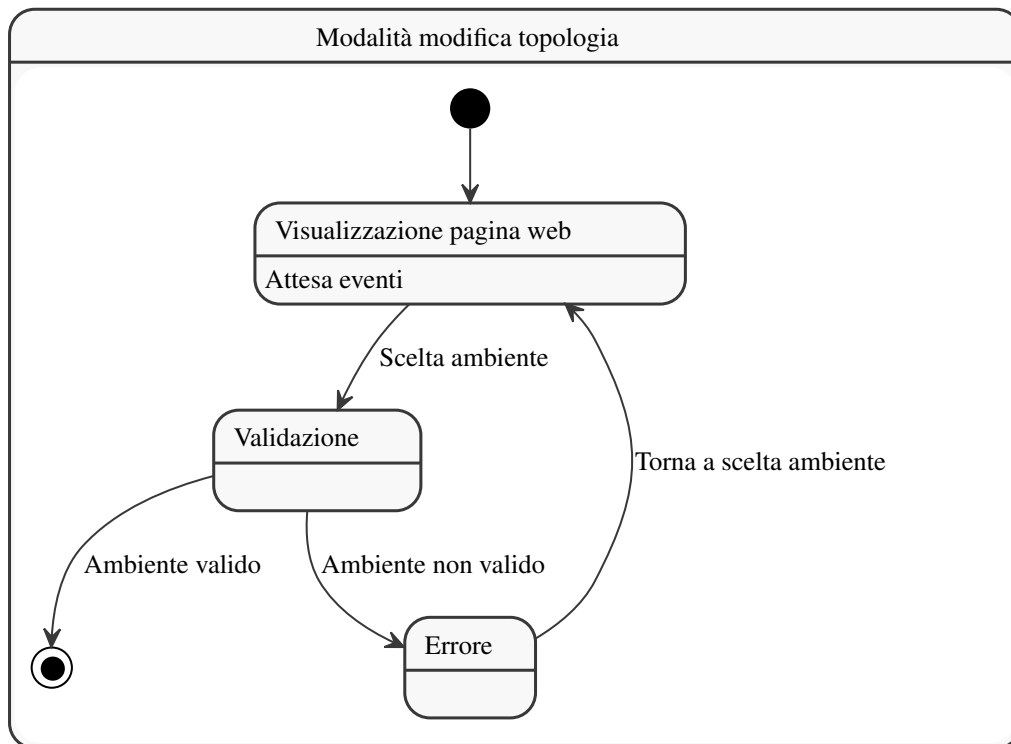
6.2 Diagramma delle classi per la fase di design

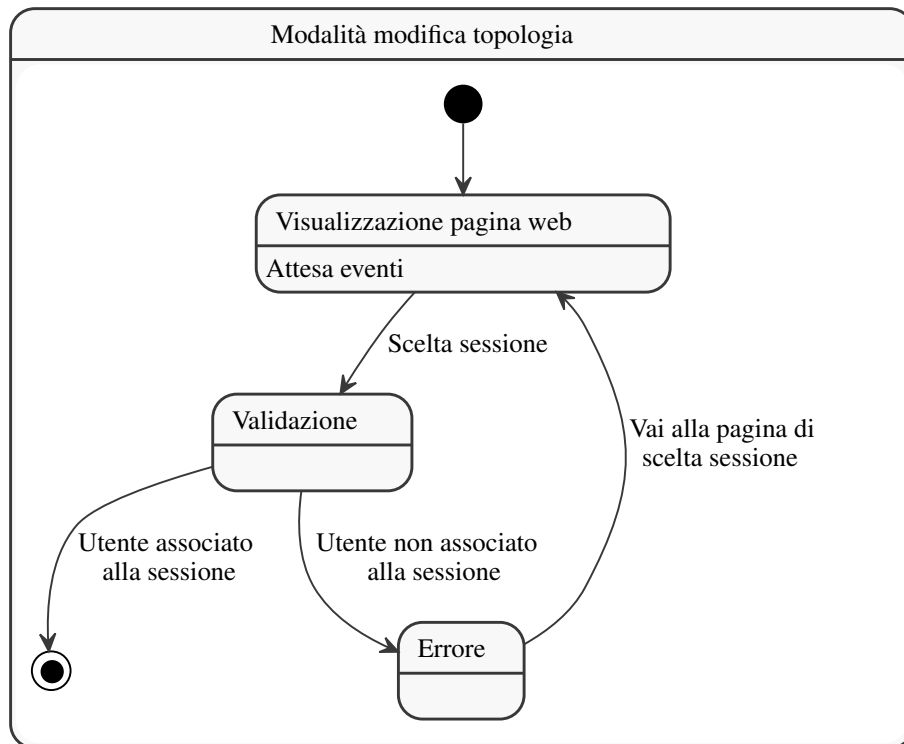


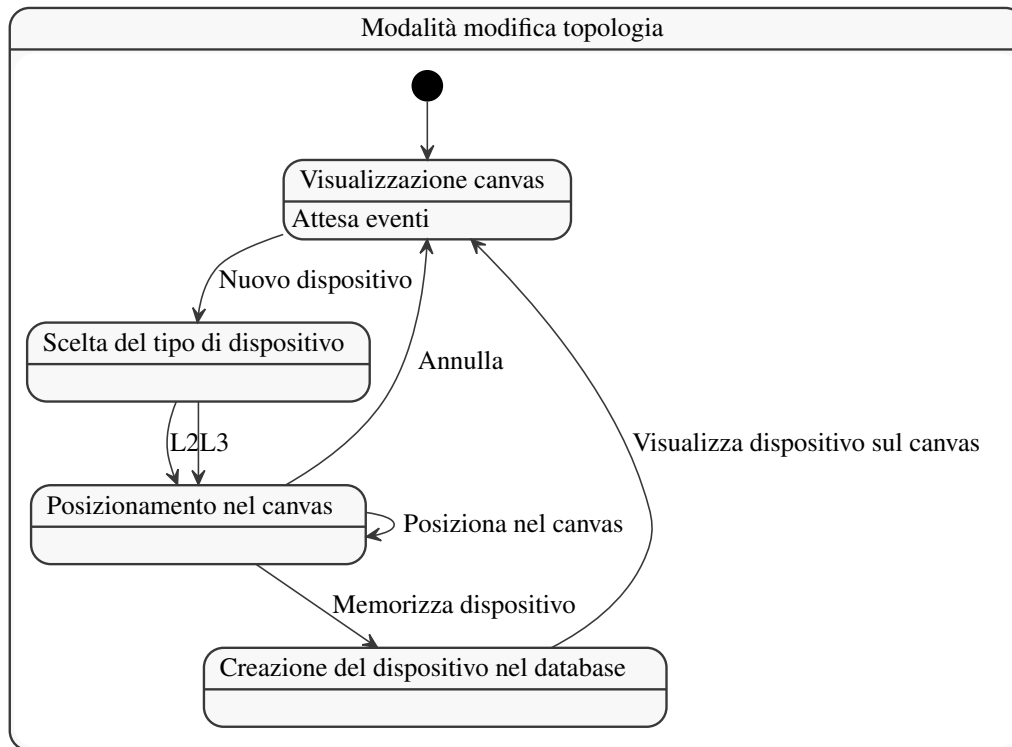
6.3 Diagrammi di sequenza per la fase di design

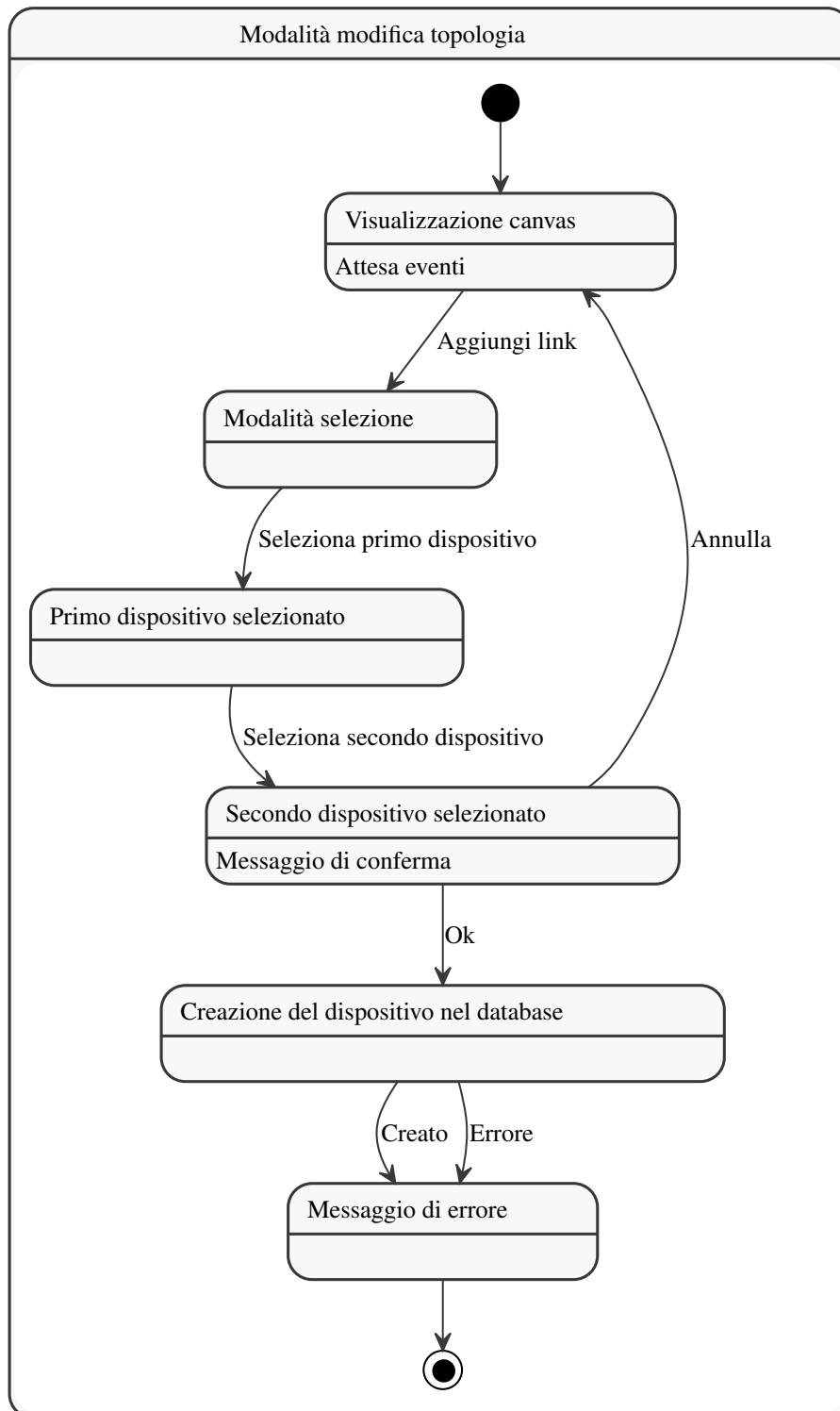
6.3.1 SD001 - Login alla piattaforma

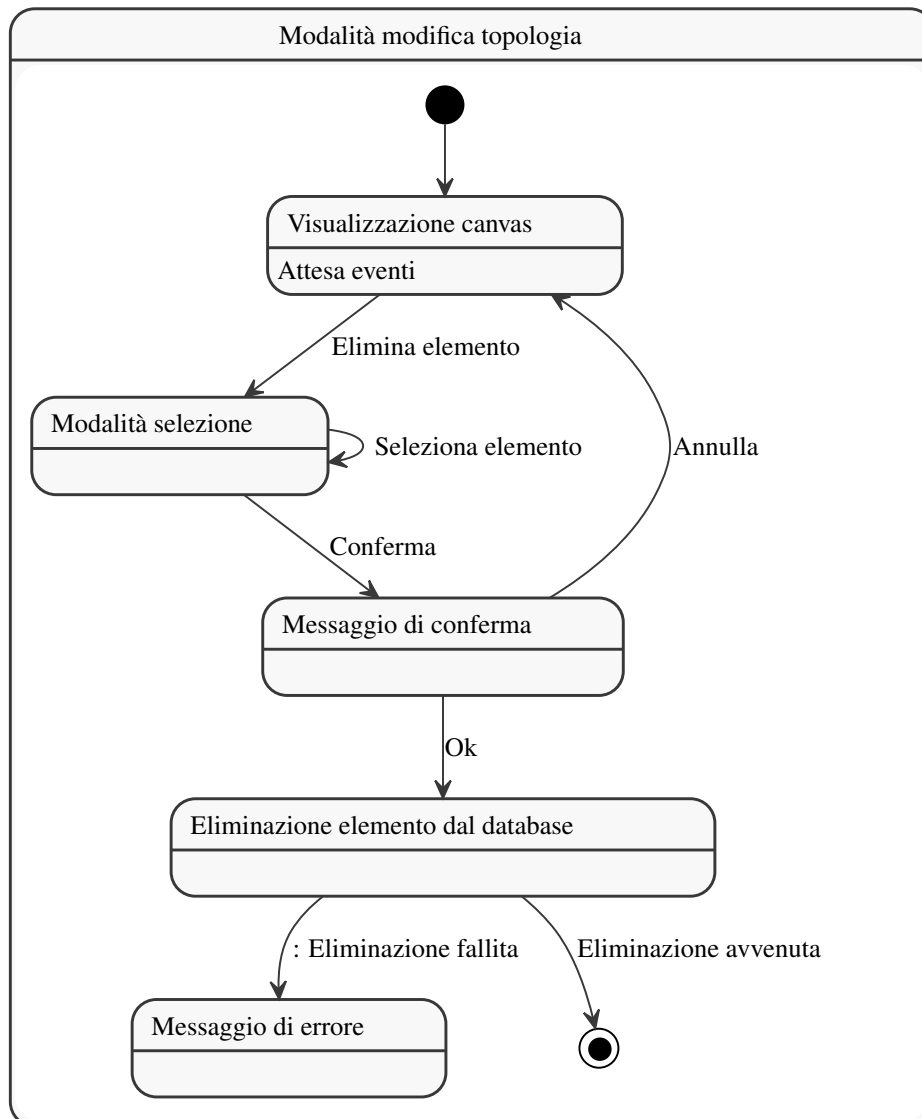


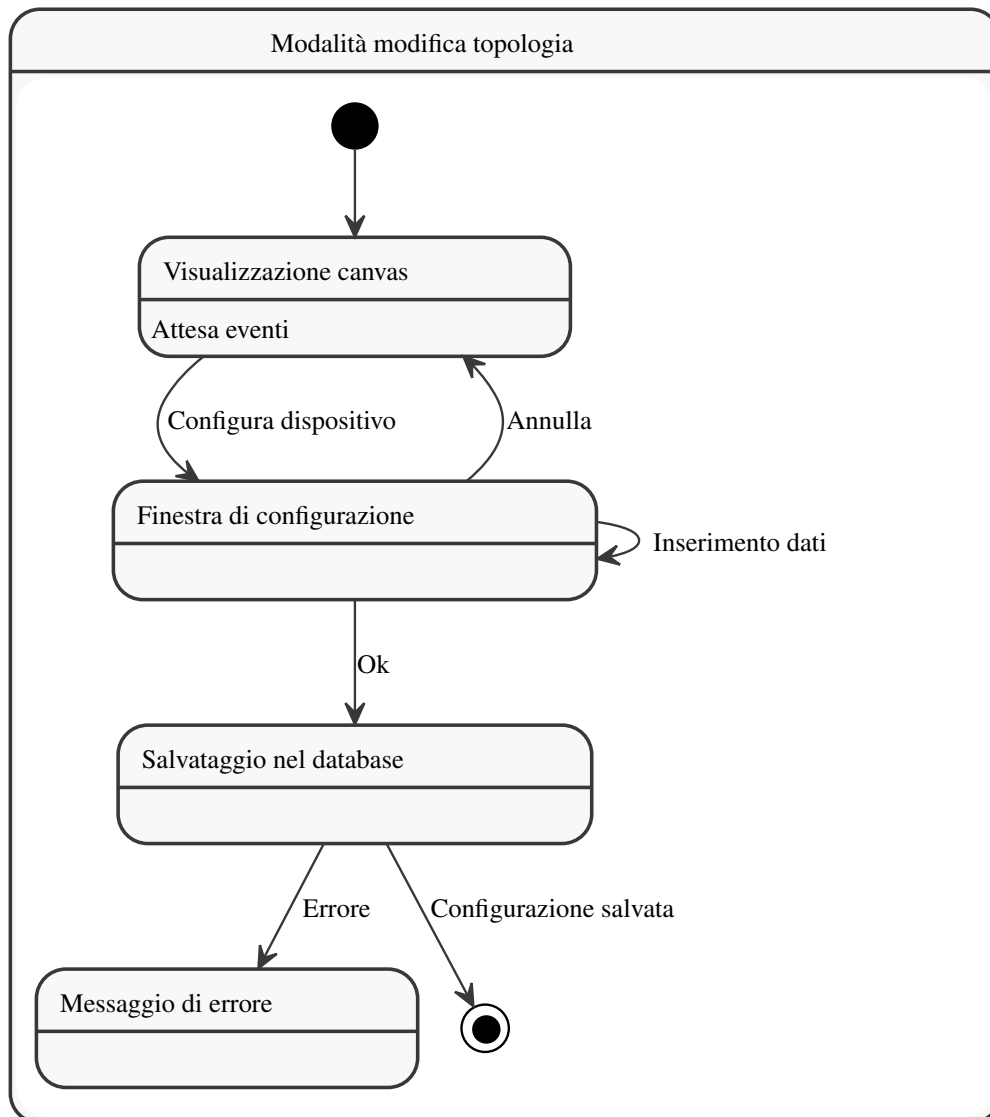
6.3.2 SD002 - Selezione dell'ambiente

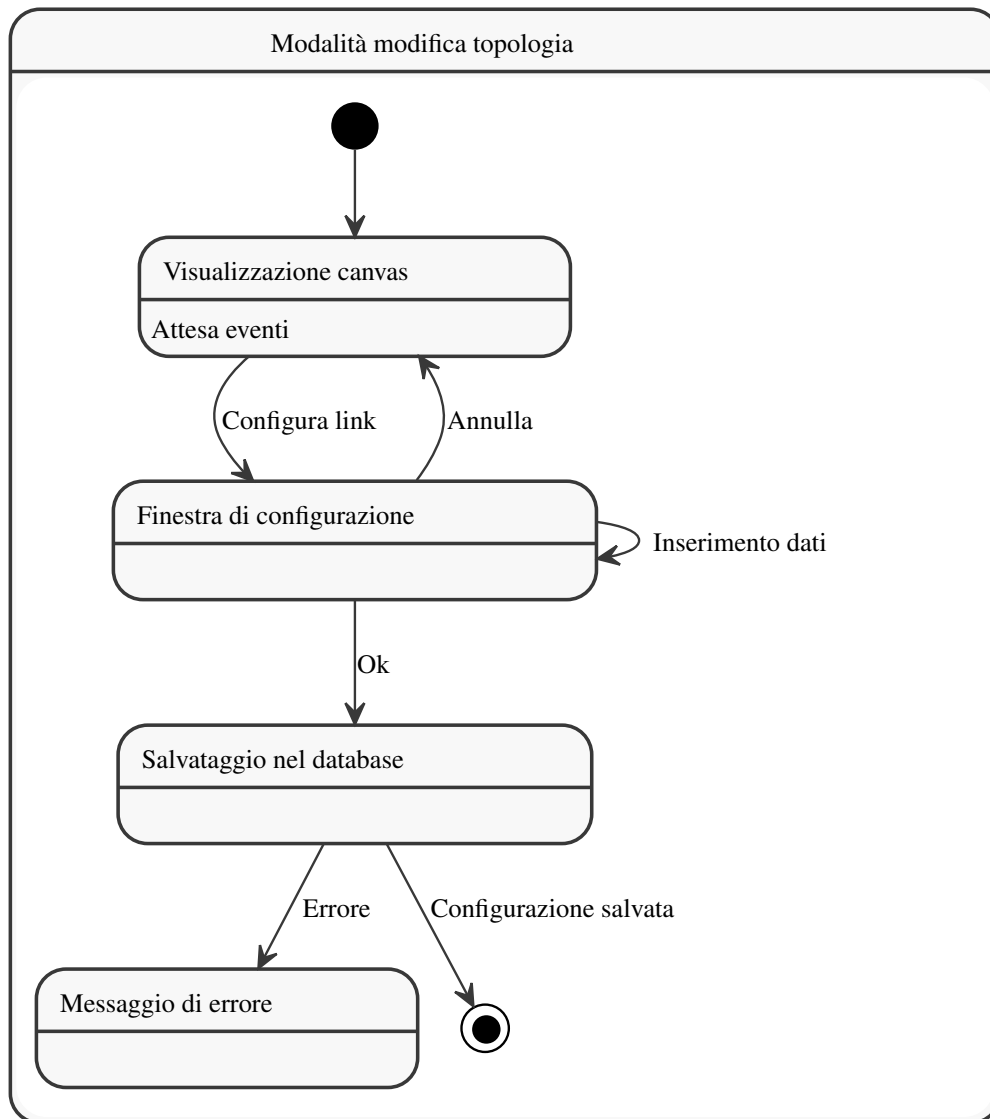
6.3.3 SD003 - Selezione della sessione di lavoro

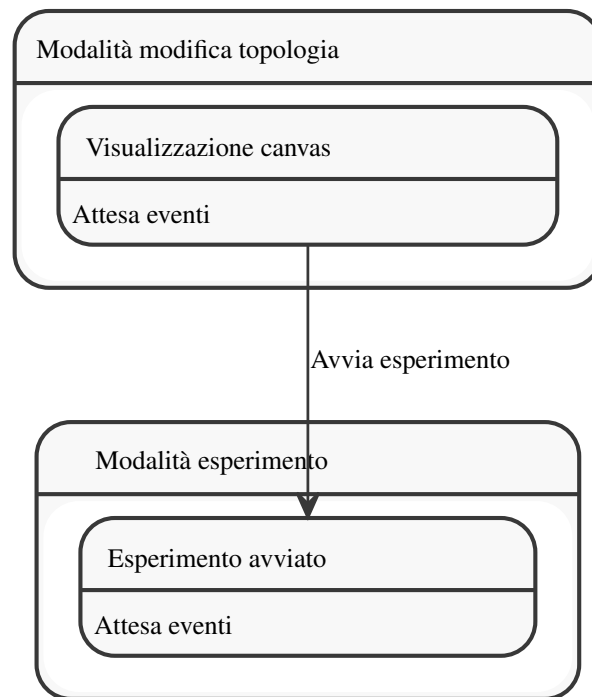
6.3.4 SD004 - Aggiunta di un dispositivo

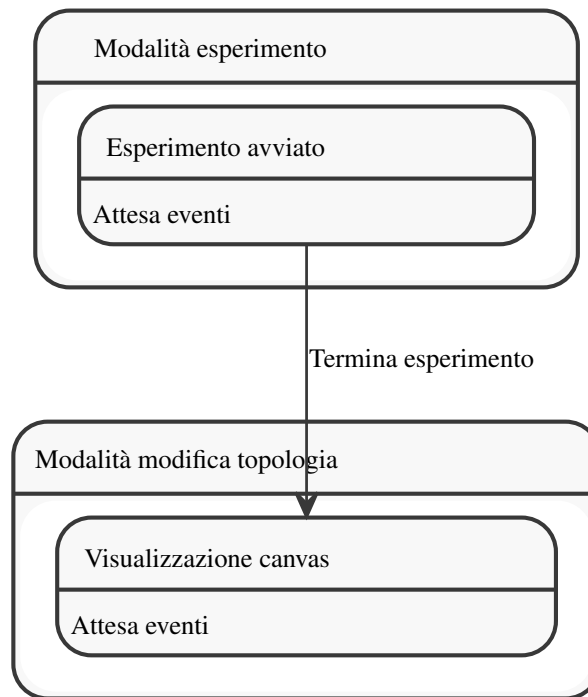
6.3.5 SD005 - Aggiunta di un link tra due dispositivi

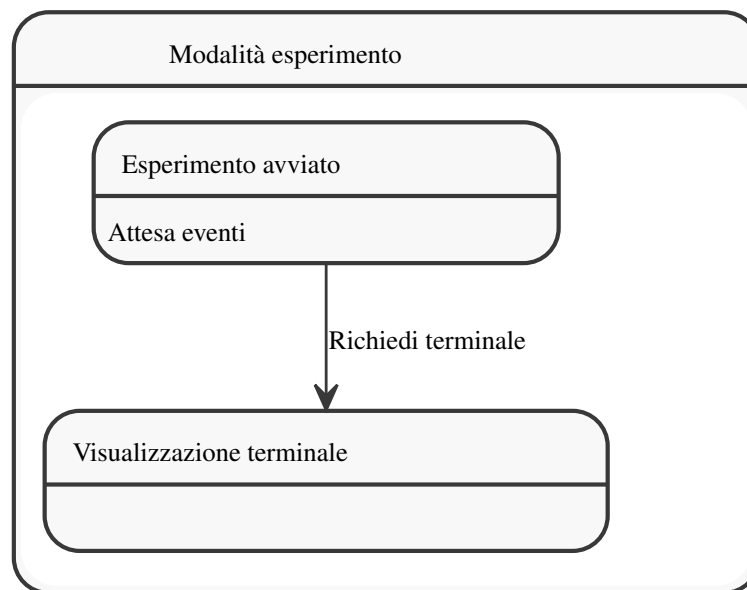
6.3.6 SD006 - Eliminazione di un elemento dal canvas

6.3.7 SD007 - Configurazione di un dispositivo

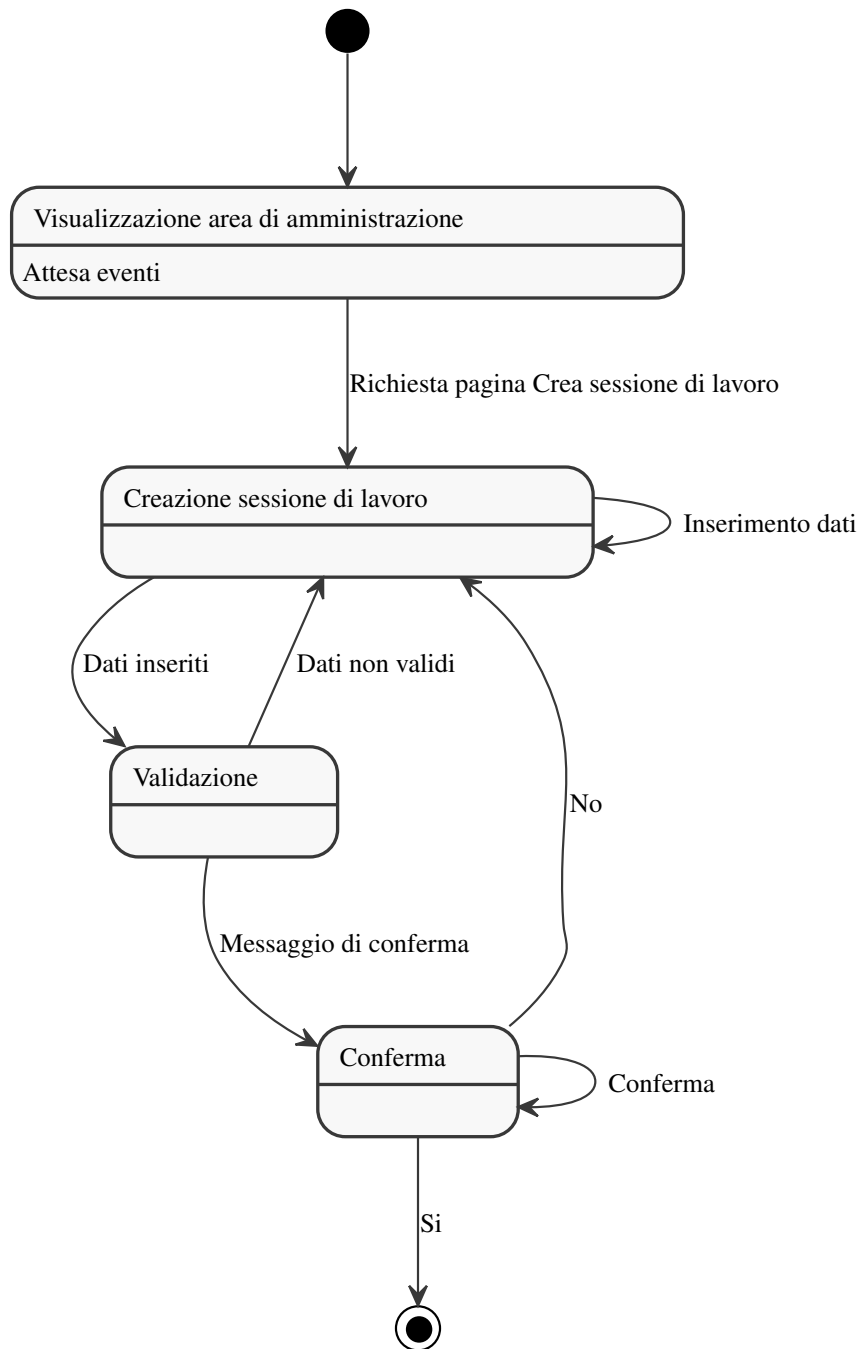
6.3.8 SD008 - Configurazione di un link

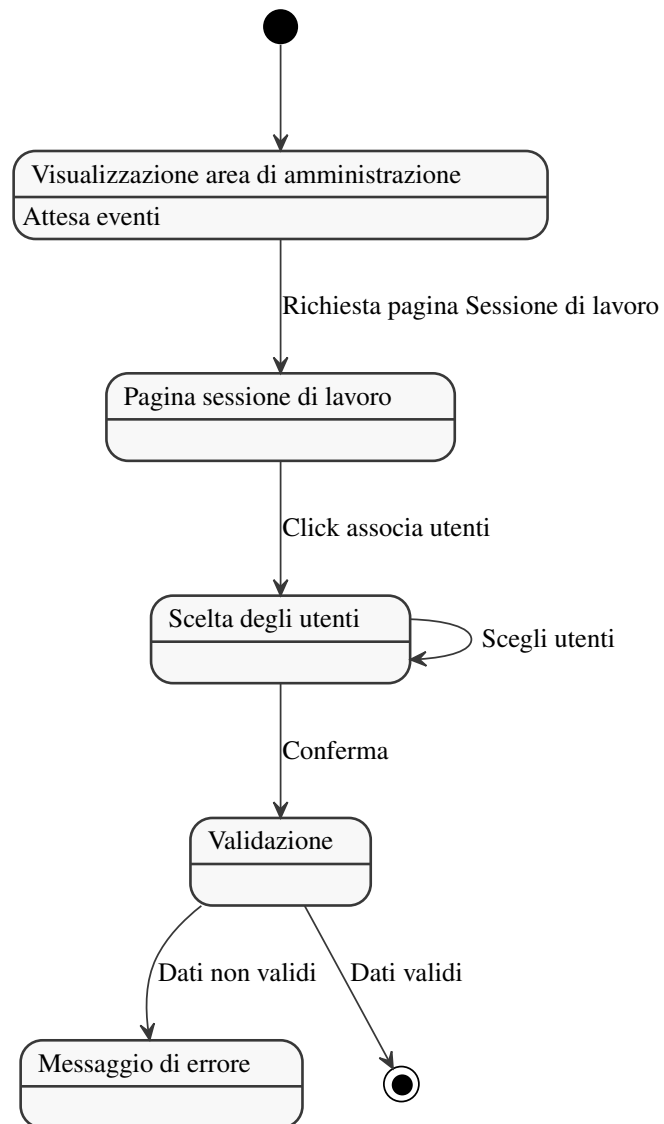
6.3.9 SD009 - Deploy della topologia di rete

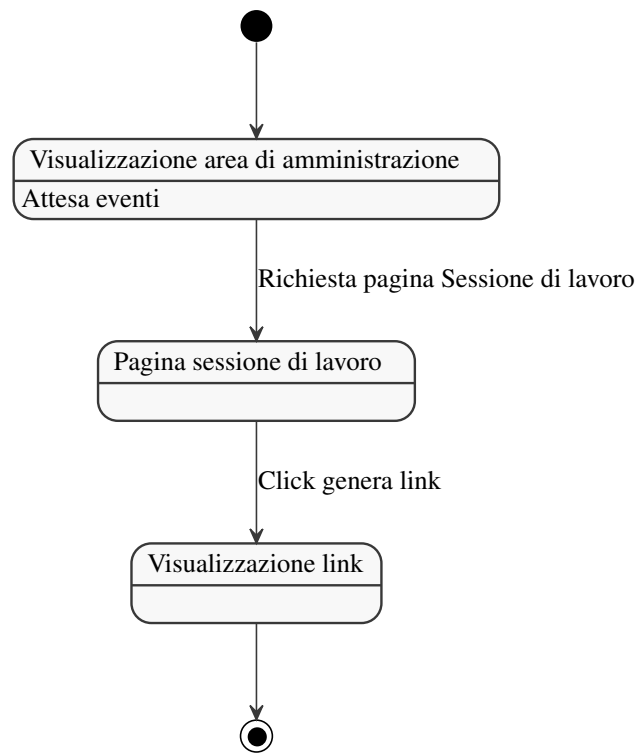
6.3.10 SD010 - Chiusura dell'esperimento

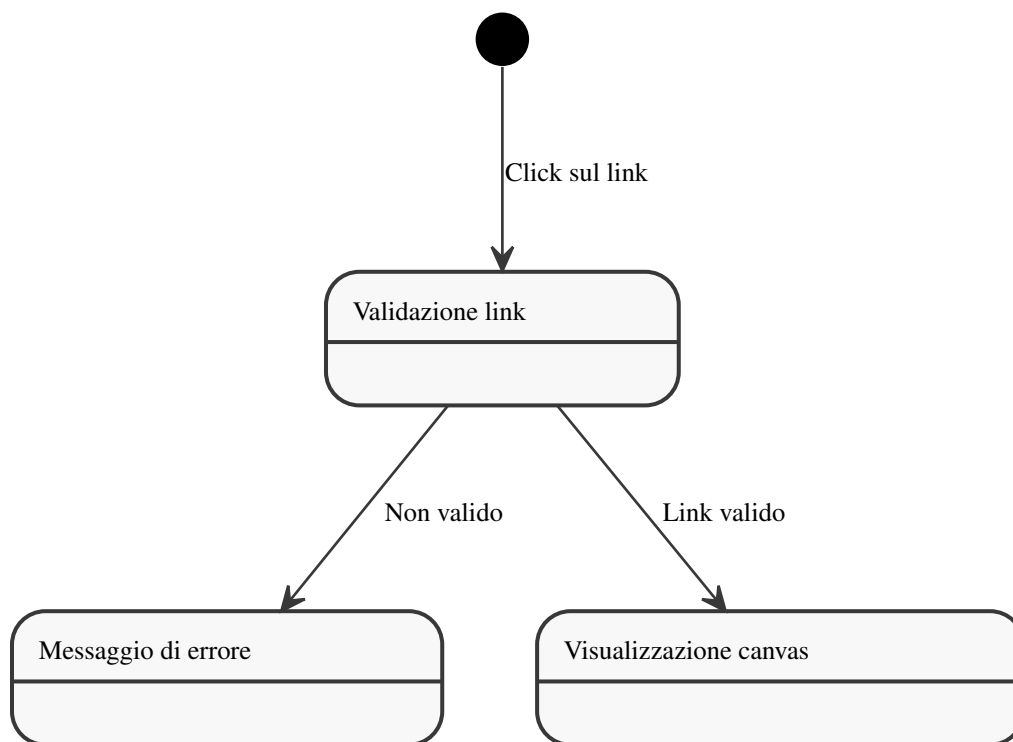
6.3.11 SD011 - Apertura del terminale di un dispositivo

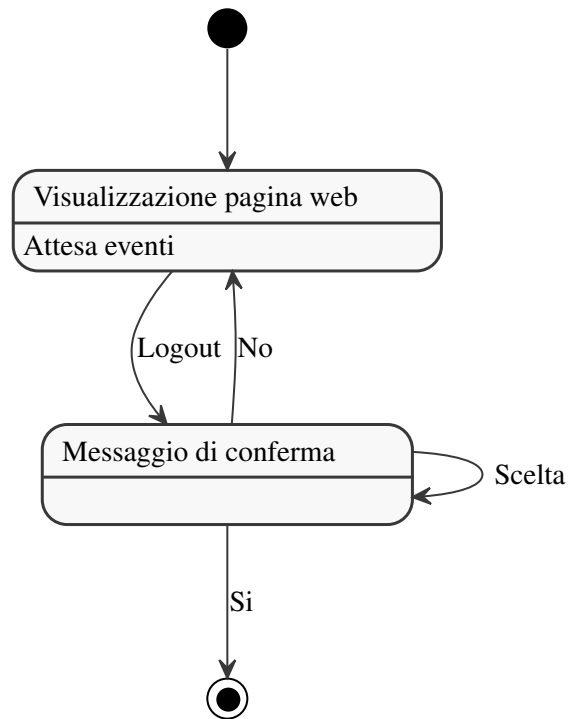
6.3.12 SD012 - Creazione di una sessione di lavoro



6.3.13 SD013 - Associazione di utenti a una sessione di lavoro

6.3.14 SD014 - Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti

6.3.15 SD015 - Join di una sessione di lavoro tramite invite link

6.3.16 SD016 - Logout di un utente



Testing

7	Casi di test di unità	87
8	Casi di test di integrazione e di sistema	91
9	Casi di test di accettazione	93

7. Casi di test di unità

Lo unit testing viene normalmente eseguito dagli sviluppatori, e può essere occasionalmente glass box, ovvero essere esplicitamente basato sulla conoscenza dell'architettura e del funzionamento interno di un componente oltre che sulle sue funzionalità esternamente esposte.

Come le altre forme di testing, lo unit testing può variare da completamente "manuale" ad automatico.

Specialmente nel caso dello unit testing automatico, lo sviluppo dei test case (cioè delle singole procedure di test) può essere considerato parte integrante dell'attività di sviluppo (per esempio, nel caso dello sviluppo guidato da test).

Codice	Classe	Metodo	Oracolo	Autom.
UT001	WebService	login	Errore se il login con credenziali valide fallisce	Si
UT002	WebService	login	Errore se il login con credenziali errate va a buon fine	Si
UT003	WebService	getEnvironments	Errore se non c'è alcun ambiente configurato	Si
UT005	WebService	createDevice	Errore se fallisce la creazione di un device	Si
UT006	WebService	createLink	Errore se fallisce la creazione di un link	Si
UT007	WebService	generateLink	Errore se il link di invito non viene generato	Si
UT008	WebService	deleteElements	Errore se dopo l'eliminazione gli elementi esistono ancora	Si
UT009	WebService	sendConfiguration	Errore se una configurazione valida non viene validata	Si
UT011	WebService	createSession	Errore se la sessione non viene creata	Si
UT012	WebService	getSession	Errore se i dati di sessione non vengono restituiti	Si
UT013	WebService	retrieveUsers	Errore se il sistema non riesce ad ottenere la lista degli utenti	Si
UT014	WebService	associate	Errore se dopo l'esecuzione del metodo gli utenti non risultano associati alla sessione di lavoro	Si
UT015	WebService	logout	Errore se la sessione utente non viene cancellata dopo il logout	Si
UT017	WebUI	do	Errore se la richiesta POST associata non viene eseguita	Si
UT018	WebUI	populate	Errore se la pagina non viene popolata con i dati ottenuti dalla GET	Si
UT019	WebUI	show	Errore se una pagina richiesta non esiste o non può essere caricata	Si

Codice	Classe	Metodo	Oracolo	Autom.
UT020	TerminalProxy	openTerminal	Errore se la sessione terminale per un host non viene aperta	Si
UT021	TerminalProxy	attachTTYToSocket	Errore se la socket TTY viene chiusa inaspettatamente	Si

8. Casi di test di integrazione e di sistema

Il prodotto descritto prevede l'integrazione con vari altri componenti. In particolare, come illustrato nei capitoli precedenti, le interazioni si svolgono con i seguenti moduli esterni

- Database LDAP
- Container Engine
- Kernel Linux

Codice	Classe	Metodo	Oracolo	Autom.
ST001	LDAPServer	checkCredentials	Errore se non è possibile consultare il database LDAP con credenziali di autenticazione e cifratura valide	Si
ST002	ContainerEngine	createContainer	Errore se viene restituito un errore nella creazione di un container	Si
ST003	ContainerEngine	removeContainer	Errore se viene restituito un errore nella rimozione di un container	Si
ST004	ContainerEngine	getContainerTTY	Errore se viene restituito un errore nell'attachment alla TTY di un container	Si
ST005	KernelLinux	createNetNS	Errore se il namespace non viene creato	Si
ST006	KernelLinux	removeNetNS	Errore se il namespace non viene rimosso	Si
ST007	KernelLinux	createFS	Errore se il filesystem non viene creato	Si
ST008	KernelLinux	removeFS	Errore se il filesystem non viene rimosso	Si

9. Casi di test di accettazione

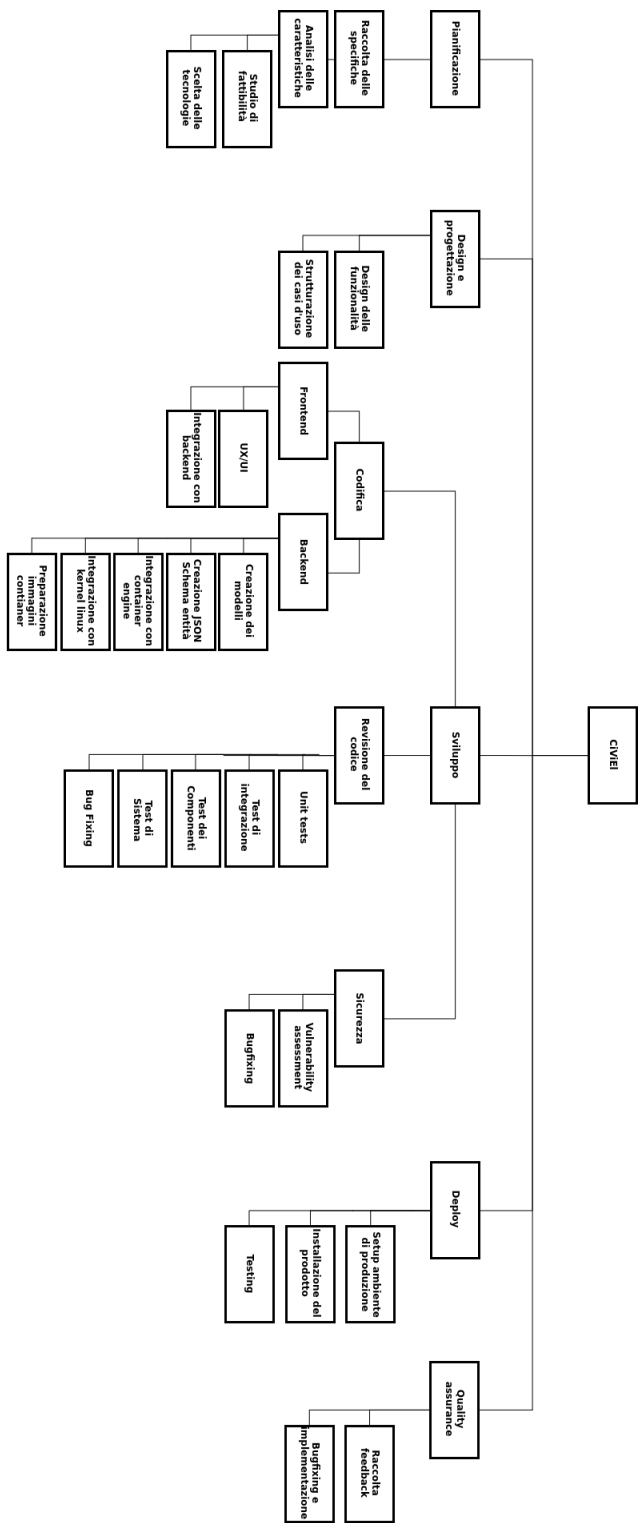
Codice	Caso d'uso	Descrizione	Autom.
AT001	UC001	Login va a buon fine	No
AT002	UC001	Se il login non va a buon fine viene mostrato un messaggio	No
AT003	UC002	L'accesso all'ambiente avviene con successo	No
AT004	UC002	Se l'ambiente ha problemi viene inviata una notifica all'amministratore di sistema	No
AT005	UC003	L'utente è in grado di accedere alla sessione di lavoro	No
AT006	UC004	Il dispositivo viene aggiunto sul canvas e può essere configurato	No
AT007	UC004	Il dispositivo non viene aggiunto sul canvas e viene restituito un errore	No
AT008	UC005	Il link tra i due dispositivi viene aggiunto sul canvas e può essere configurato	No
AT009	UC006	L'elemento selezionato viene rimosso dal canvas	No
AT010	UC007	Il dispositivo è configurato correttamente e in modo valido	No
AT011	UC007	Il dispositivo è configurato correttamente ma non in modo valido	No
AT012	UC008	Il link è configurato correttamente e in modo valido	No
AT013	UC009	La topologia di rete viene avviata e tutti i nodi sono accessibili	No
AT014	UC0010	L'esperimento viene fermato e il sistema torna alla modalità di modifica	No
AT015	UC0011	Il terminale viene aperto correttamente ed è possibile digitare comandi	No
AT016	UC0011	Il terminale non viene aperto ma viene mostrato un messaggio di errore	No
AT017	UC0012	La sessione di lavoro viene creata ed è disponibile	No
AT018	UC0013	Gli utenti vengono associati con successo	No
AT019	UC0014	L'invite link viene generato	No
AT020	UC0015	L'invite link è funzionante	No
AT021	UC0015	L'invite link scade dopo 1h	No
AT022	UC0016	Il logout avviene con successo	No

IV

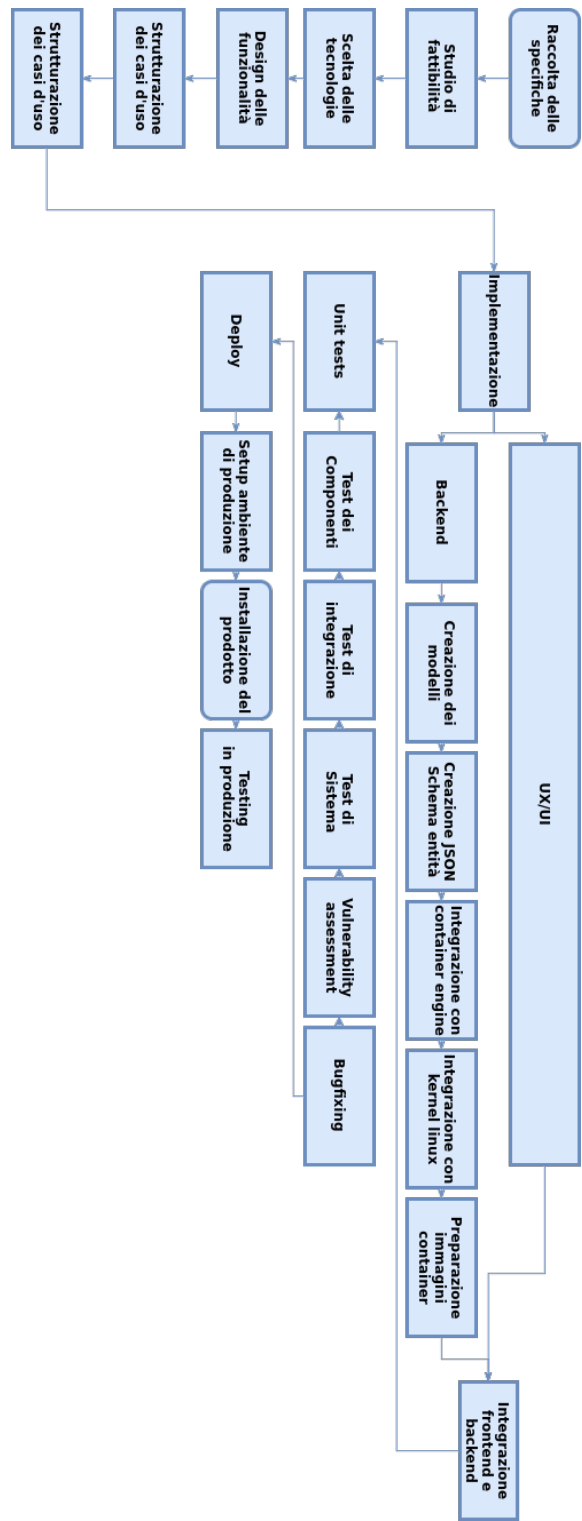
Pianificazione

- 9.1 WBS
- 9.2 Activity Network
- 9.3 GANTT

9.1 WBS



9.2 Activity Network



9.3 GANTT

