

Università degli Studi di Padova
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "TULLIO LEVI-CIVITA"
CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



**Analisi, progettazione e sviluppo di un
motore conversazionale per una
piattaforma di gestione della forza lavoro**

Tesi di laurea triennale

Relatore

Prof. Claudio Enrico Palazzi

Laureando

Federico Perin

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

Federico Perin: *Analisi, progettazione e sviluppo di un motore conversazionale per una piattaforma di gestione della forza lavoro*, Tesi di laurea triennale, © Settembre 2020.

SOMMARIO

Il presente documento descrive il lavoro svolto durante il periodo di stage, della durata di 320 ore, dal laureando Federico Perin presso l'azienda AzzurroDigitale Srl. Lo scopo dello stage era quello di essere introdotto all'interno del progetto aziendale "Azzura.flow". Tale progetto prevede lo sviluppo di un bot denominato Azzurra, da integrare all'interno di una applicazione mobile. Azzurra quindi, attraverso una chat con l'utilizzatore umano svolgerà il ruolo di assistente offrendo funzionalità di supporto, come ad'esempio informare il lavoratore sul suo piano di lavoro.

Era richiesto come primo obiettivo, acquisire le competenze tecniche richieste per poter contribuire allo sviluppo nel progetto attraverso lo studio e l'utilizzo di video lezioni offerte dalla piattaforma di e-learning Udeny.

In secondo luogo, veniva richiesto lo studio del funzionamento dell'architettura del sistema che permette l'esecuzione di Azzurra, in particolare il funzionamento dei metodi del motore conversazionale denominato Azzura.io. Una volta apprese le conoscenze necessarie, si richiedeva la progettazione e l'implementazione di alcuni flussi di conversazione per Azzurra.

Affiancato alle attività di implementazioni era richiesto, da buona prassi, effettuare attività di documentazioni sia riguardante il codice ma anche di scelte progettuali, e lo sviluppo di una test-suite per l'applicazione mobile che ne verificasse il corretto funzionamento.

“If something’s important enough, you should try. Even if the probable outcome is failure.”

— Elon Musk

RINGRAZIAMENTI

Innanzitutto, vorrei esprimere la mia gratitudine al Prof. Claudio Enrico Palazzi, relatore della mia tesi, per l’aiuto e il sostegno fornитоми durante la stesura del lavoro.

Desidero ringraziare con affetto i miei genitori per il sostegno, il grande aiuto e per essermi stati vicini in ogni momento durante gli anni di studio.

Ho desiderio di ringraziare poi i miei amici per tutti i bellissimi anni passati insieme e nell’avermi sempre sostenuto anche nei momenti difficili.

Infine, desidero ringraziare i miei ex compagni di gruppo per il progetto didattico del corso di Ingegneria del Software, per aver reso meno pesanti le intere giornate passate a svolgere il progetto.

Padova, Settembre 2020

Federico Perin

INDICE

1 Introduzione	1
1.1 Convenzioni tipografiche	1
1.2 L'azienda AzzurroDigitale S.r.l	1
1.3 L'idea	2
1.3.1 Il contesto applicativo	2
1.3.2 Il progetto Azzurra.flow	2
1.4 Organizzazione del testo	3
2 Lo stage	5
2.1 Descrizione dello stage	5
2.2 Obiettivi	6
2.2.1 Classificazione	6
2.2.2 Definizione degli obiettivi	6
2.3 Prodotti attesi	6
2.4 Modalità di svolgimento del lavoro	7
2.5 Pianificazione del lavoro	7
2.5.1 Pianificazione settimanale	7
2.6 Variazioni	9
2.7 Strumenti e tecnologie utilizzate	9
2.7.1 Tecnologie	9
2.7.2 Strumenti	11
2.8 Motivazioni personali	12
3 Archittettura del sistema AWMS	13
3.1 Descrizione	13
3.1.1 AWMS Dashboard	13
3.1.2 AWMS backend	14
3.1.3 Azzurra.io	15
3.1.4 Applicazione mobile	16
3.2 Operazioni	18
3.2.1 Creazione di una connessione attraverso WebSocket	18
3.2.2 Recupero di un flusso conversazionale	20
3.2.3 Richiesta e invio di dati	21
3.2.4 Gestione notifiche push	22
4 Azzurra Flow Engine	25
4.1 Cos'è	25
4.2 Flussi di conversazione	25
4.2.1 Shortcuts "shortcuts"	26
4.2.2 Configurazione "config"	27
4.2.3 Blocchi per la conversazione "blocks"	27
4.2.4 Oggetti ausiliari	31

4.3	Funzionamento di Azzurra Flow Engine	34
4.3.1	Messaggio del bot Azzurra	34
4.3.2	Messaggio dell'utente umano	39
5	Flussi conversazionali prodotti	41
5.1	Analisi dei requisiti	41
5.1.1	Descrizione del problema	41
5.1.2	Requisiti	41
5.2	Progettazione	43
5.2.1	Gestione delle prenotazioni dei posti	43
5.2.2	Visualizzazione della pianificazione	47
5.3	Codifica	48
5.4	Risultati	49
5.5	Considerazioni	51
6	Testing	53
6.1	Test End to End	53
6.2	Tecnologie per il testing	54
6.3	Convezione	57
6.4	Test eseguiti	58
7	Conclusioni	59
7.1	Consuntivo finale	59
7.2	Raggiungimento degli obiettivi	59
7.3	Conoscenze acquisite	59
7.4	Valutazione personale	59
	Acronimi e abbreviazioni	61
	Glossario	63
	Bibliografia	67

ELENCO DELLE FIGURE

1.1	Logo di AzzurroDigitale	1
1.2	Logo di AWMS	2
1.3	Logo del bot Azzurra	3
3.1	Architettura di sistema AWMS	13
3.2	Schermata di AWMS Dashboard	14
3.3	Sezione Questionario	16
3.4	Schede del questionario sulla salute	17
3.5	Schede dell'esito del questionario sulla salute	17
3.6	Sezione Profilo e Chat con Azzurra	18
3.7	Sequence diagram per la creazione di una connessione attraverso WebSocket	19
3.8	Sequence diagram per il recupero di un flusso conversazionale	20
3.9	Sequence diagram per il recupero dei dati sul lavoratore	21
3.10	Sequence diagram per l'invio di notifiche push	22
4.1	Menu contenente le shortcuts disponibili	26
4.2	Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo ASK	28
4.3	Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo SAY	29
4.4	Rappresentazione grafica dei buttons	31
4.5	Rappresentazione grafica degli items	32
4.6	Rappresentazione grafica del picker	32
4.7	Rappresentazione grafica del time picker	32
4.8	Rappresentazione grafica del date picker	33
4.9	Rappresentazione grafica del QR scanner	33
4.10	Rappresentazione grafica del BlockItem	34
4.11	Diagramma di sequenza del processo di generazione del messaggio del bot Azzurra	35
4.12	Diagramma di sequenza del processo di generazione del messaggio del bot Azzurra	39
5.1	Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking	44
5.2	Diagramma per la visualizzazione delle prenotazioni del flusso DeskBooking	46
5.3	Diagramma per lo scansionamento del QR code ^[g] del flusso DeskBooking	46
5.4	Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking	47
5.5	Richiesta di visualizzazione della pianificazione	50
5.6	Richiesta di visualizzazione delle prenotazioni e scannerizzazione di un QR code	50
5.7	Richiesta di inserimento di una nuova prenotazione	51
6.1	Piramide dei test	54

6.2	Report dei test prodotto da Cucumber	56
6.3	Schermata del server Appium	57

ELENCO DELLE TABELLE

2.1	Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi	9
5.1	Tabella del tracciamento dei requisiti	42
5.2	Tabella del tracciamento dei requisiti	43
6.1	Tabella del tracciamento dei test End to End (E2E)	58

1 | INTRODUZIONE

1.1 Convenzioni tipografiche

Nella stesura del presente documento, sono state adottate le seguenti convenzioni tipografiche:

- * gli acronimi, le abbreviazioni e i termini ambigui o di uso non comune menzionati vengono definiti nel glossario, situato alla fine del presente documento;
- * per i termini riportati nel glossario viene utilizzata la seguente nomenclatura: *parola^[g]*;
- * i termini in lingua straniera o facenti parti del gergo tecnico sono evidenziati con il carattere *corsivo*.

1.2 L'azienda AzzurroDigitale S.r.l

Lo stage è stato svolto nell'azienda AzzurroDigitale S.r.l. situata nella zona industriale di Padova. AzzurroDigitale nasce nel 2015 quando tre giovani padovani (Carlo Pasqualetto, Jacopo Pertile e Antonio Fornari) fondano la *startup*, puntando fortemente nelle nuove emergenti tecnologie che il mercato offriva. Come primo cliente, fu l'azienda Electrolux^[g]che grazie a una forte attività collaborazione, fu sviluppata una piattaforma per la gestione degli operai denominata Advanced Workforce Management System (AWMS)^[g], che tutt'ora continua a ricevere miglioramenti e a crescere. Dopo il successo ottenuto con la collaborazione con Electrolux^[g], l'azienda capisce che il mercato delle aziende manifatturiere è la nicchia sulla quale puntare soprattutto grazie al momento storico della *digital transformation*.



Figura 1.1: Logo di AzzurroDigitale

Oggi AzzurroDigitale offre servizi di *industrial digital transformation*, *workforce management* e *people empowerment*, con l'obiettivo comune di aiutare le aziende manifatturiere a migliorare e implementare i loro processi grazie alle tecnologie, non intese come sostitutive all'uomo, ma bensì come mezzi che abilitano le persone a lavorare nel miglior modo possibile, massimizzando lo sforzo lavorativo.

1.3 L'idea

1.3.1 Il contesto applicativo

L'azienda AzzurroDigitale offre come principale servizio, la piattaforma di gestione forza lavoro denominata AWMS^[g].

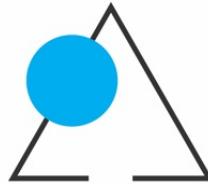


Figura 1.2: Logo di AWMS

AWMS^[g] è una soluzione software che utilizza algoritmi di Machine learning^[g], per risolvere uno dei problemi cardine di un Plant manager^[g] ovvero, la pianificazione ottimale della forza lavoro che ha disposizione. L'obiettivo principale della soluzione è quello di pianificare la persona giusta al posto giusto in base alle competenze tecniche possedute del lavoratore. Per permettere il funzionamento della pianificazione, la piattaforma estrae da dei database interni all'azienda che ha acquistato la soluzione, dati sui lavoratori che ne descrivono le competenze che possiedono. Viene perciò registrato uno storico per ogni lavoratore che se nel tempo acquisirà nuove competenze queste verranno indicate nei dati dei database, aggiornandoli. In base perciò, ai dati estratti dalla piattaforma viene scelto il miglior candidato per un determinato compito. AWMS^[g] offre la possibilità di pianificare il lavoro per il giorno successivo ma anche gestire situazioni impreviste, come ad esempio l'assenza di un lavoratore.

1.3.2 Il progetto Azzurra.flow

Il progetto Azzurra.flow nasce dalla esigenza, da parte dell'azienda AzzurroDigitale, di offrire un prodotto completo per tutti i soggetti coinvolti nelle attività lavorative. Con AWMS^[g] si ha uno strumento che supporta i *team leader* o i *Plant manager*^[g] nella loro pianificazione del lavoro ma non si ha nessun strumento che supporti il lavoratore. Da questa mancanza nasce perciò il progetto "Azzurra.flow". Esso consiste nel creare un bot^[g] denominato Azzurra, inserito in un'applicazione mobile, che permette di offrire delle funzionalità utili all'utente, che sono:

- * Visualizzare il proprio turno di lavoro;
- * Visualizzare i propri permessi lavorativi o richiederne di nuovi;
- * Visualizzare avvisi da parte dell'azienda;
- * Sapere informazione sul menu del giorno della mensa aziendale;
- * Poder effettuare prenotazioni di un posto in una sala riunioni e visualizzare le proprie prenotazioni, inoltre utilizzare un scannerizzatore QR code^[g] per riscattare il posto prenotato.



Figura 1.3: Logo del bot Azzurra

Il progetto include non solo lo sviluppo dell'applicazione mobile con Azzurra ma, un motore conversazionale in grado di poter generare una conversazione con il lavoratore, attraverso dei flussi di conversazione, anche essi da sviluppare, che indicano che cosa deve fare Azzurra, dopo essere stati interpretati dal motore conversazionale. Inoltre questi flussi devono essere memorizzati in un preciso posto perciò, è stato progettato che sia un database contenuto nella nuova componente Azzurra.io, la quale ha il compito di non solo di tenere memorizzati i flussi conversazionali esistenti e di inviarli a Azzurra quando li richiede, per sapere che messaggi generare, ma di fare da tramite tra l'applicazione con all'interno Azzurra e AWMS^[g] tutto attraverso una comunicazione tramite WebSocket^[g].

1.4 Organizzazione del testo

Il capitolo trattato attualmente è l'introduzione del documento, dove si è spiegato brevemente l'ambito di lavoro e il progetto sul quale si è svolto lo stage.

Di seguito il documento sarà organizzato nella seguente struttura:

Il secondo capitolo descrive in modo dettagliato lo stage svolto, indicandone obiettivi, pianificazione, strumenti e tecnologie utilizzate. Infine, verranno esposte le motivazioni per cui ho scelto di svolgere questo stage.

Il terzo capitolo descrive l'architettura del sistema AWMS^[g] che permette il funzionamento di Azzurra.

Il quarto capitolo approfondisce il funzionamento del motore conversazionale di Azzurra, indicando perciò come avviene una conversazione.

Il quinto capitolo descrive il lavoro di analisi, progettazione e implementazione dei flussi di conversazione per Azzurra.

Il sesto capitolo descrive le tecnologie utilizzate per costruire una test-suite per Azzurra, espone il piano di test stabilito inserendo i risultati ottenuti.

Il settimo capitolo rappresenta la conclusione del documento, viene perciò riepilogato il lavoro svolto durante lo stage, gli obiettivi raggiunti e infine, una valutazione personale sull'esperienza di stage.

2 | LO STAGE

Nel seguente capitolo verrà descritto in dettaglio la proposta di stage accettata, indicandone gli obiettivi, la pianificazione, i prodotti attesi e gli strumenti e tecnologie utilizzate durante lo stage, e infine, verranno esposte le motivazioni per cui ho scelto questo stage.

2.1 Descrizione dello stage

Lo stage era legato al progetto interno dell'azienda denominato "Azzurra.flow". Tale progetto nasceva dall'esigenza dell'azienda AzzurroDigitale di offrire un prodotto più completo ai propri clienti da affiancare alla soluzione AWMS^[g]. Perciò era previsto di implementare un'applicazione mobile che potesse comunicare con la piattaforma AWMS^[g], dando un mezzo di supporto al lavoratore di una azienda manifatturiera. All'interno di essa doveva essere implementato una *chat bot* con un bot^[g] denominato "Azzurra" che offre funzionalità di supporto al lavoratore. All'interno del progetto era anche previsto le implementazioni necessarie per la comunicazione tra AWMS^[g] e l'applicazione mobile, quindi la gestione di una connessione WebSocket^[g] e la creazione della componente Azzurra.io, la quale ha il compito di tenere memorizzati i flussi conversazionali esistenti e di inviarli a Azzurra quando li richiede, per sapere che messaggi devono essere generati, e di fare da tramite tra l'applicazione mobile e AWMS^[g].

Partendo dal progetto "Azzurra.flow" è stato creato lo stage da me sostenuto, composto da attività che andassero a contribuire allo sviluppo del progetto.

Lo stage è stato costruito inserendo le seguenti parti:

- * Nella prima parte era stato pianificato lo studio delle tecnologie che sarebbero state utilizzate durante lo stage e nella contribuzione dello sviluppo del progetto "Azzurra.flow". Lo studio autonomo delle tecnologie era supportato da video lezioni della piattaforma di *e-learning* Udeny, offerte dall'azienda;
- * La seconda parte era dedicata allo studio del funzionamento dell'Android^[g] del sistema che permette l'esecuzione di Azzurra, in particolare il funzionamento dei metodi del motore conversazionale denominato Azzurra.io e in più come esercitazione, era richiesto la creazione di alcuni E2E^[g] per la parte frontend del sistema quindi l'implementare di *test* per la *dashboard* di AWMS^[g];
- * La terza parte era dedicata all'analisi, progettazione e implementazione dei flussi di conversazione per il bot^[g] Azzurra;
- * La quarta parte era dedicata alla stesura della documentazione per la Solution Design di Azzurra;
- * La quinta parte sulle basi che si era imparato nella seconda parte, era previsto lo sviluppo di una test-suite di E2E^[g], con l'obiettivo di testare in modo au-

tomatizzato, se le funzionalità dell'applicazione mobile funzionassero in modo corretto;

- * Infine, nella sesta parte era dedicata allo studio di alcuni aspetti dell'applicazione mobile che sono:
 - La gestione delle notifiche push;
 - Il template engine multi-lingua;
 - La gestione comportamenti mobile app in condizioni di mancanza di connettività.

2.2 Obiettivi

2.2.1 Classificazione

Piano di lavoro per il progetto di stage dell'anno accademico 2019/2020 svolto presso AzzurroDigitale, dove si farà riferimento ai requisiti secondo le seguenti notazioni:

- * *OB-x* per i requisiti obbligatori, vincolanti in quanto obiettivo primario richiesto dal committente;
- * *OD-x* per i requisiti desiderabili, non vincolanti o strettamente necessari, ma dal riconoscibile valore aggiunto;
- * *OF-x* per i requisiti facoltativi, rappresentanti valore aggiunto non strettamente competitivo.

Dove x è un numero progressivo intero maggiore di zero.

2.2.2 Definizione degli obiettivi

Si prevede lo svolgimento dei seguenti obiettivi:

Obbligatori

- * **OB-1:** competenza nello sviluppo delle singole attività identificate con i linguaggi PHP e Typescript.

Desiderabili

- * **OD-1:** capacità autonoma di analisi delle singole attività delle soluzioni tecniche viste durante il progetto;
- * **OD-2:** capacità autonoma di progettazione delle singole attività delle soluzioni tecniche viste durante il progetto.

2.3 Prodotti attesi

Durante lo stage era atteso lo sviluppo deiii seguenti deliverable:

- * **Analisi tecnica:** Descrizione dell'analisi svolta e soluzione identificata, sarà redatta sulla piattaforma documentale aziendale Confluence;

- * **Software:** Implementazione software della soluzione identificata, redatta con l'IDE di sviluppo identificato per il progetto e depositata sul repository GitLab di riferimento.

2.4 Modalità di svolgimento del lavoro

Lo stage è stato svolto in presenza negli uffici di AzzurroDigitale rispettando tutte le norme sul distanziamento sociale. L'orario di lavoro è stato dalle 9:00 fino alle 13:00 e dalle 14:00 fino alle 18:00. Durante lo stage sono stato inserito in un gruppo di sviluppatori, i quali fornivano una azione di supporto e guida nel caso in cui sorgevano difficoltà nel proseguimento delle attività di stage. Nonostante ciò ero comunque seguito anche dal mio tutor aziendale non che team leader del gruppo di sviluppatori, il quale esplicitava i task che dovevo realizzare e gli obiettivi attesi nello svolgimento di ogni task.

Durante lo stage per gestire le attività di progetto è stato utilizzato il modello agile SCRUM^[g], modello adottato dall'azienda per gestire i propri progetti. Vi erano quindi le seguenti attività:

- * *Daily meeting* mattutino, della durata di circa 15 minuti, dove vengono discussi i task della giornata, ed eventuali problemi bloccanti;
- * *Weekly review* dove vengono analizzate e discusse le attività che dovevo svolgere nella settimana successiva.

Infine, durante lo stage era mio compito redirige un registro su cui, quotidianamente, segnare le attività svolte.

2.5 Pianificazione del lavoro

Di seguito viene mostrato in dettaglio la pianificazione delle attività per i mesi di Luglio, Agosto e Settembre 2020. Per ognuna delle seguenti attività si dovrà:

- * Leggere e comprendere l'analisi funzionale;
- * Analizzare, progettare e documentare la soluzione tecnica identificata;
- * Contribuire all'implementazione della soluzione tecnica;
- * Contribuire all'implementazione ed all'esecuzione *test* e *bugfix*.

2.5.1 Pianificazione settimanale

Di seguito viene riportata la pianificazione completa, basata su 320 ore, delle attività svolte durante lo stage:

Prima Settimana 01/07-03/07 (24 ore)

- * **Formazione Angular:** corso Udemy + review di alcuni componenti di AWMS^[g];
- * **Formazione Ionic:** corso Udemy + review di alcuni componenti di AWMS^[g] Azzurra (mobile app).

Seconda Settimana 06/07-10/07 (40 ore)

- * **Formazione NestJS:** corso Udemy + review di alcuni componenti di “Azzurra” già sviluppati;
- * **End-to-end testing:** (Selenium + Protractor + Cucumber) lato frontend;
- * **End-to-end testing:** (Appium + Protractor + Cucumber) lato mobile app.

Terza Settimana 13/07-17/07 (40 ore)

- * Approfondimenti architetture a micro-services e loro implementazione in AWMS^[g] Platform;
- * Analisi implementazione di un conversational flow visuale;
- * Software selection (con test/poc) per lo sviluppo di un conversational flow visuale.

Quarta Settimana 20/07-24/07 (40 ore)

- * Contributi alla redazione della Solution Design di “Azzurra”;
- * Contributi alla documentazione sorgenti di “Azzurra” (frontend/backend).

Quinta Settimana 27/07-31/07 (40 ore)

- * Review di alcuni componenti di AWMS^[g];
- * Aspetti di scalabilità di un flow-engine (concorrenzialità, HA, persistenza/storizziazione messaggi)

Sesta Settimana 03/08-07/08 (40 ore)

- * Contributi alla redazione della Solution Design di “Azzurra”;
- * Implementazione Push Notifications (lato mobile App);
- * Implementazione Push Notifications (lato backend).

Settima Settimana 17/08-21/08 (40 ore)

- * Progettazione e documentazione template engine multi-lingua;
- * Implementazione template engine multi-lingua (l’assistente virtuale dovrà avere il supporto multi-lingua) basato su sintassi “mustache”.

Ottava Settimana 24/08-28/08 (40 ore)

- * Gestione comportamenti mobile app in condizioni di mancanza di connettività (corner cases, messaggi di feedback, landing pages).

Nona Settimana 31/08-01/09 (16 ore)

- * Continuazione ottava settimana.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva della pianificazione:

Durata in ore	Data inizio - fine	Attività
24	01/07/2020 - 03/07/2020	Studio delle tecnologie, Angular 2+ e Ionic, da utilizzare durante lo stage.
40	06/07/2020 - 10/07/2020	Studio di componenti del dell'architettura di sistema di Azzurra, creazione di <i>test</i> per la <i>dashboard</i> di AWMS ^[g] e per l'applicazione mobile.
40	13/07/2020 - 17/07/2020	Continuazione studio delle componenti del sistema di Azzurra e analisi, progettazione e implementazione di flussi conversazionali.
40	20/07/2020 - 24/07/2020	Scritture di documentazione per le componenti di Azzurra.
40	27/07/2020 - 31/07/2020	Continuazione di altre componenti di AWMS ^[s] .
40	03/08/2020 - 07/08/2020	Documentazione delle componenti AWMS ^[g] e implementazione notifiche push.
40	17/08/2020 - 21/08/2020	Progettazione, implementazione e documentazione di template engine multi-lingua.
40	24/08/2020 - 28/08/2020	Gestione comportamenti mobile app in condizioni di mancanza di connettività.
16	31/08/2020 - 01/09/2020	Continuazione ottava settimana.

Tabella 2.1: Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi

2.6 Variazioni

Nella seconda settimana è stato deciso di svolgere al posto di test d'unità nella parte front-end, E2E^[g] con lo scopo di esercitazione. La creazione di E2E^[g] per l'applicazione mobile è stata sposta alla quinta settimana per poter testare anche i flussi di conversazione implementati per la chat con Azzurra.

2.7 Strumenti e tecnologie utilizzate

2.7.1 Tecnologie

HTML

L'HTML è un linguaggio di markup^[g] per la strutturazione delle pagine web. Nato per la formattazione e impaginazione di documenti ipertestuali disponibili nel web 1.0, oggi è utilizzato principalmente per il disaccoppiamento della struttura logica di una pagina web. Attualmente HTML5 è l'ultima versione di HTML la quale porta una sintassi più semplice e un pieno supporto anche a browser più datati.

CSS

È un linguaggio usato per definire la formattazione di documenti HTML, XHTML e XML ad esempio i siti web e relative pagine web. Permette una programmazione più chiara e facile da utilizzare, sia per gli autori delle pagine stesse sia per gli utenti, garantendo anche il riutilizzo di codice e facilita la manutenzione. Le specifiche CSS3 sono costituite da sezioni separate dette "moduli" e hanno differenti stati di avanzamento e stabilità.

TypeScript

È un linguaggio di programmazione open source che estende la sintassi di JavaScript in modo che qualunque programma scritto in JavaScript sia anche in grado di funzionare con TypeScript senza nessuna modifica. Come JavaScript è un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti e agli eventi, comunemente utilizzato nella programmazione Web lato client per la creazione, in siti web e applicazioni web, di effetti dinamici interattivi tramite funzioni di script invocate da eventi innescati a loro volta in vari modi dall'utente sulla pagina web in uso.

Angular 2+

Angular è un framework open source per lo sviluppo di applicazioni web con licenza MIT^[g], sviluppato principalmente da Google. Angular è l'evoluzione di AngularJS infatti , è stato completamente riscritto rispetto a AngularJS e le due versioni non sono compatibili. Il linguaggio di programmazione usato per AngularJS è JavaScript mentre quello di Angular è TypeScript. Angular è stato progettato per fornire uno strumento facile e veloce per sviluppare applicazioni che girano su qualunque piattaforma inclusi *smartphone* e *tablet*. Inoltre le applicazioni sviluppate in Angular vengono eseguite interamente dal browser web^[g] dopo essere state scaricate dal web server. Questo comporta il risparmio di dover spedire indietro la pagina web al web-server ogni volta che c'è una richiesta di azione da parte dell'utente.

Ionic

Ionic è un SDK open source completo per lo sviluppo di app mobili ibride e permette di essere utilizzato con qualsiasi framework per lo sviluppo di applicazioni web. Ionic fornisce strumenti e servizi per lo sviluppo di applicazioni web ibride mobili, desktop e progressive basate su moderne tecnologie e pratiche di sviluppo web, utilizzando tecnologie web come CSS, HTML5 e Sass. In particolare, le app mobili possono essere costruite con queste tecnologie Web e quindi distribuite tramite app store nativi per essere installate sui dispositivi mobili, utilizzando Cordova o Capacitor.

Protractor

Protractor è un framework^[g] di *test* E2E^[g] per applicazioni Angular e AngularJS. Protractor esegue *test* sulla applicazione in esecuzione in un browser reale, interagendo con essa come farebbe un utente.

Appium

Appium è un framework^[g] open source che permette di eseguire in modo automatizzato script per testare un'applicazione nativa^[g] o un'applicazione web mobile^[g] o

un'applicazione ibrida^[g] su Android^[g] o iOS^[g] utilizzando un Application Program Interface (API)^[g] detto *WebDriver*.

Cucumber

Cucumber è un strumento che permette di creare *test* automatizzati con una specifica non ambigua scritta nel linguaggio Gherkin e documenta come si comporta effettivamente il sistema.

Selenium

Selenium è un framework open-source che viene utilizzato per automatizzare i test effettuati sui browser web cioè le applicazioni web vengono testate utilizzando un qualsiasi browser web. Selenium permette di eseguire *test* scritti in vari linguaggi di programmazione, come C# , Groovy , Java , Perl , PHP , Python , Ruby e Scala, JavaScript ecc. Grazie all'utilizzo di un set di API^[g] detto *WebDriver*, i *test* possono essere eseguiti sulla maggior parte dei browser Web moderni.

Npm

Npm è un gestore di pacchetti per il linguaggio di programmazione JavaScript. È il gestore di pacchetti predefinito per l'ambiente di runtime JavaScript Node.js. Consiste in un client da linea di comando, chiamato anch'esso npm, e un database online di pacchetti pubblici e privati.

2.7.2 Strumenti

WebStorm

WebStorm è un ambiente di sviluppo integrato progettato per lo sviluppo web, principalmente in JavaScript e TypeScript. Supporta comunque, altri linguaggi per lo sviluppo di applicazioni web come ad esempio HTML, CSS, e PHP.

Jira Software

È un software proprietario che consente il bug tracking e la gestione dei progetti agile sviluppato da Atlassian.

Jira Confluence

È una piattaforma collaborativa sviluppata da Atlassian e scritta in Java, dove vengono forniti i strumenti per la scrittura e gestione della documentazione.

GitLab

È una piattaforma web open source che permette la gestione di repository Git e di funzioni trouble ticket.

2.8 Motivazioni personali

Attraverso la partecipazione all'iniziativa di StageIT, organizzata dall'Università di Padova e da Assindustria venetocentro, ho potuto entrare in contatto con molte aziende del territorio. Durante la partecipazione telematica all'evento ero alla ricerca di un'azienda che proponesse un progetto di stage con le seguenti caratteristiche:

- * permettermi di ampliare e migliorare le mie conoscenze in Angular ma più in generale a imparare a utilizzare nuove tecnologie per lo sviluppo front-end;
- * che trattasse tematiche legate allo sviluppo di applicazioni mobile;
- * permettermi di lavorare in un ambiente giovane e dinamico.

Confrontando con le varie aziende con cui ero entrato in contatto ho scelto di accettare lo stage proposto da AzzurroDigitale.

Questo perché nella loro proposta di stage c'è tutti i tre punti elencati prima, infatti grazie a questo progetto di stage ho avuto modo di migliorarmi nell'utilizzo di Angular imparando a utilizzare i metodi offerti da lui, in modo più efficiente. Inoltre, ho avuto la possibilità di sviluppare un'applicazione mobile grazie all'utilizzo di Ionic e Cordova. Altro aspetto importante fu che quest'azienda si distingue dal fatto che per gestire i propri progetti utilizza la metodologia agile SCRUM, una tematica mi interessava scoprire come valida alternativa al modello incrementale appresso durante il progetto del corso di Ingegneria del Software. Infine, l'azienda è una realtà giovane nata da meno di 5 anni fatta da persone giovani in cui potevo inserirmi facilmente.

3 | ARCHITETTURA DEL SISTEMA AWMS

In questo capitolo verranno descritti tutte le componenti dell'architettura AWMS^[e] e le varie operazioni di comunicazione tra le varie componenti.

3.1 Descrizione

Come scritto precedentemente, dietro all'applicazione mobile c'è tutta un'architettura di sistema che permette la comunicazione tra la piattaforma AWMS^[g] e l'applicazione mobile con Azzurra.

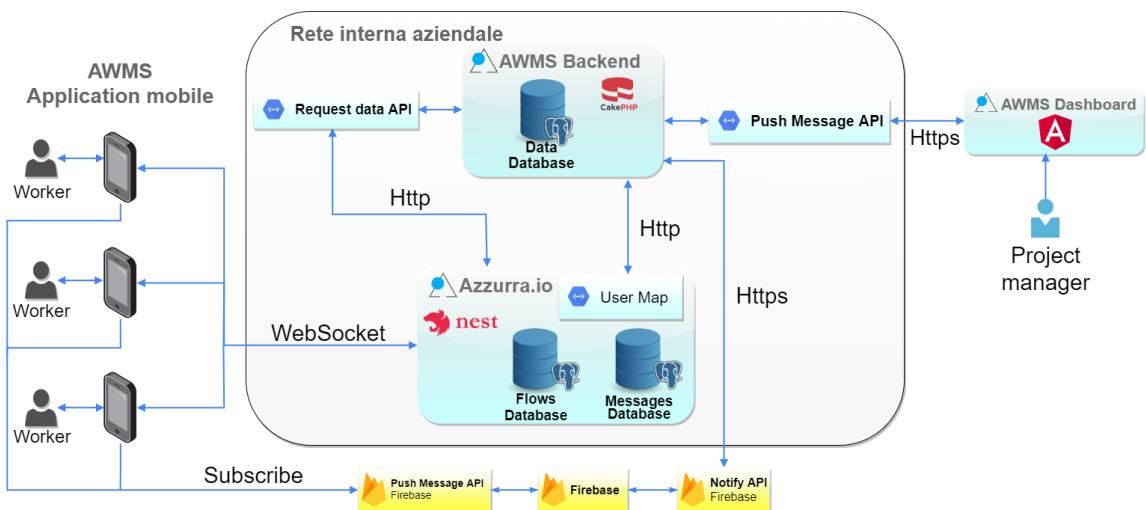


Figura 3.1: Architettura di sistema AWMS

La figura precedente illustra come è composta l'architettura, dove ogni componente verrà descritta nelle successive sotto sezioni.

3.1.1 AWMS Dashboard

È il pannello di controllo attraverso il quale un project manager può interagire con la piattaforma AWMS^[g] per poter pianificare il lavoro da svolgere, cioè assegnare un compito alla persona più idonea. Il pannello di controllo è una applicazione web che è stata sviluppata in Angular. La dashboard per comunicare con il back-end, utilizza delle API^[g] che il back-end espone, quindi per una ragione di sicurezza, back-end e l'applicazione web cioè il front-end, comunicano attraverso API^[g] con in più l'utilizzo del protocollo di comunicazione HTTPS che critta la comunicazione. Nella Figura 3.1

Nome	Cid	C.D.C.	Tags	Tasks	Orario	Turno dello staff
FB Bellini Francesco	31					
AC Cico Abo	999					
AZ Da Rin Zanco Anna	2	AZZURRODIGI... HR	HR	AZZURRO DIGITALE/HR	09:00 18:00	09:00-18:00 Standard: 9-18
CD Davanzo Carlo	29	I4OSAAS	DEV	I4OSAAS/CONSULTANT	09:00 18:00	09:00-18:00 Standard: 9-18
CD Davanzo2 Carlo		test1				
NG De Giovanni Nadia	24	AZZURRODIGI... DESIGNER	DESIGNER	AZZURRO DIGITALE/DESIGNER	09:00 18:00	09:00-18:00 Standard: 9-18
AF Fornari Antonio	3	ADMINISTRA...	ADMINISTRATION	AMMINISTRAZIONE/ADMIN	09:00 18:00	09:00-18:00 Standard: 9-18
CP Pasqualeto Carlo	5	ADMINISTRA...	ADMINISTRATION	AMMINISTRAZIONE/ADMIN	09:00 18:00	09:00-18:00 Standard: 9-18
FP Perin Federico	FEDE	I4OSAAS				
ID Pertile Iannone	15	AMMINISTRA...	ADMINISTRATION	AMMINISTRAZIONE/ADMIN	09:00 18:00	09:00-18:00 Standard: 9-18

Figura 3.2: Schermata di AWMS Dashboard

viene mostrato il caso in cui il front-end utilizza API^[g] per l'invio di notifiche push, questo perché è previsto che una volta il team leader sceglie il lavoratore più idoneo per un certo lavoro, il lavoratore deve essere avvisato, così sarà compito del front-end avvisare il back-end che c'è stata una nuova assegnazione e che questa assegnazione deve essere comunicata al diretto interessato attraverso un notifica sull'applicazione mobile con all'interno Azzurra.

3.1.2 AWMS backend

Come dice il suo nome, AWMS Backend rappresenta il backend del sistema. AWMS Backend è sviluppato usando lo strumento CakePHP, un framework per lo sviluppo di applicazioni web scritto in PHP. Al suo interno risiede il database che contiene tutte le informazioni sui lavoratori e tra questi quindi, i dati da mostrare nei messaggi di Azzurracome ad esempio il piano di lavoro che ha il lavoratore in uno specifico giorno, qualora ne venga fatta richiesta. Il database utilizza come DBMS PostgreSQL.

Come detto al punto precedente, per comunicare con il backend, esso espone delle API^[g] per la comunicazione infatti, esiste un API^[g] per l'invio di notifiche push ma esiste anche un API^[g], utilizzata da Azzurra.io, per la richiesta di informazioni sul lavoratore necessarie per completare il flusso di conversazione. Quindi questa API^[g] permetterà di richiedere dati al backend che li andrà a cercare nel suo database interno che se l'interrogazione al database da esito positivo, ritornerà le informazioni richieste a Azzurra.io. Il backend si trova all'interno della rete interna dell'azienda che ha acquistato la soluzione di AzzurroDigitale, anche Azzurra.io è all'interno della rete, perciò tra queste due componenti avviene attraverso il protocollo di comunicazione HTTP. Il backend ha la possibilità di comunicare direttamente con Azzurra.io quando deve inviare una notifica push e ha necessità di sapere quali utenti sono attivi, cioè hanno una connessione aperta con Azzurra.io. Per gli utenti invece che non hanno

una connessione aperte con Azzurra.io e quindi non sono attivi l'invio della notifica verrà fatto utilizzando i servizi offerti da Firebase, la cui comunicazione tra backend e Firebase avviene tramite HTTPS perché Firebase è un servizio esterno.

La gestione l'invio delle notifiche push verrà comunque tratta in modo più dettagliato più avanti nel seguente capitolo.

3.1.3 Azzurra.io

Azzurra.io è una componente strategica per il funzionamento del bot^[g] Azzurra. Azzurra.io è sviluppata attraverso il framework NestJS. Al suo interno ha due database con DBMS PostgreSQL. Il primo database contiene i flussi di conversazione che indicano al bot^[g] la sequenza di passi che deve seguire durante la conversazione con l'utente umano, la struttura dei flussi conversazionali verrà spiegata in modo dettagliato al capitolo successivo. Il secondo database permette di memorizzare i messaggi fatti tra il bot^[g] Azzurra e l'utente umano. La scelta di adottare quest'ultimo database è dettata dalle seguenti motivazioni:

- * Per mantenere lo stato della conversazione cioè, se l'utente decide di non andare avanti con la conversazione e di continuare in un secondo momento, grazie a questo database, in cui viene salvato lo stato della conversazione, l'utente potrà continuare la conversazione da dove l'aveva lasciata. Il mantenimento dello stato della conversazione non avviene per un tempo illimitato ma dura al massimo un'ora dopo di che lo stato verrà cancellato;
- * Per una migliore *user experience* si è scelto, nel caso in cui ci siano state delle conversazioni in precedenza, di mostrare i messaggi delle conversazioni precedenti, così che se l'utente ha bisogno di un'informazione che ha già chiesto precedentemente ma che si è dimenticato, basta che controlli i messaggi presenti nella *chat* senza dover richiedere ad Azzurra l'informazione dimenticata.

La connessione tra l'applicazione mobile e Azzurra.io è possibile grazie ai WebSocket^[g] che permettono di aprire una connessione tra i due e di mantenere sempre aggiornati i dati ad esempio la struttura dei flussi di conversazione, qualora venissero aggiornati. Per tenere traccia degli utenti connessi con Azzurra.io tramite l'applicazione mobile, viene utilizzata la mappa chiave-valore, interna ad Azzurra.io, denominata User Map. Grazie a essa permetterà di rispondere alle richieste del backend quando avrà bisogno della lista di utenti attivi per l'invio della notifica push. Come detto all'inizio del punto Azzurro.io è un componente strategico per principalmente due motivi.

- * Quando si vuole aggiungere un nuovo flusso conversazionale o modificare un flusso già esistente, se non esistesse Azzurra.io, questi sarebbero salvati nell'applicazione che ne comporterebbe l'aggiornamento dell'applicazione mobile e quindi effettuare una nuova pubblicazione nell'Play Store per i dispositivi Android e nel Apple Store per i dispositivi iOS ad ogni aggiunta o modifica dei flussi. Grazie all'esistenza di Azzurra.io ciò viene evitato perché esiste il database dedicato per la memorizzazione dei flussi conversazionali che permette di aggiungere un nuovo flusso, semplicemente inserendolo all'interno del database, analogamente per la modifica di un flusso. Inoltre, grazie alla connessione tramite WebSocket^[g] qualunque modifica o aggiunta viene subito recepita dell'applicazione mobile;
- * Per evitare che vengano fatte un numero elevato di richieste al backend si è deciso di distribuire le informazioni in diverse componenti della rete, infatti il

bot^[g] per sapere che flusso conversazionale deve seguire per generare i messaggi per la conversazione con l'utente umano, chiede a Azzurra.io e non al backend. Il backend però verrà contattato quando il bot^[g] Azzurra ha bisogno di dati sul lavoratore da mostrare, questa richiesta però sarà fatta inizialmente a Azzurra.io che si prenderà carico di richiedere le informazioni al backend e di ritornarle all'applicazione. Quindi il backend sarà contattato solo dalla dashboard e da Azzurra.io per il caso descritto precedentemente o per il processo di autenticazione dell'utente, diminuendo il carico sul backend.

3.1.4 Applicazione mobile

L'ultimo componente dell'architettura è l'applicazione mobile. Essa è sviluppata attraverso il framework Angular2+ e Ionic e al suo interno risiede il bot^[g] Azzurra. Oltre al bot^[g] Azzurra esistono altre due sezioni, la sezione questionario e la sezione profilo.

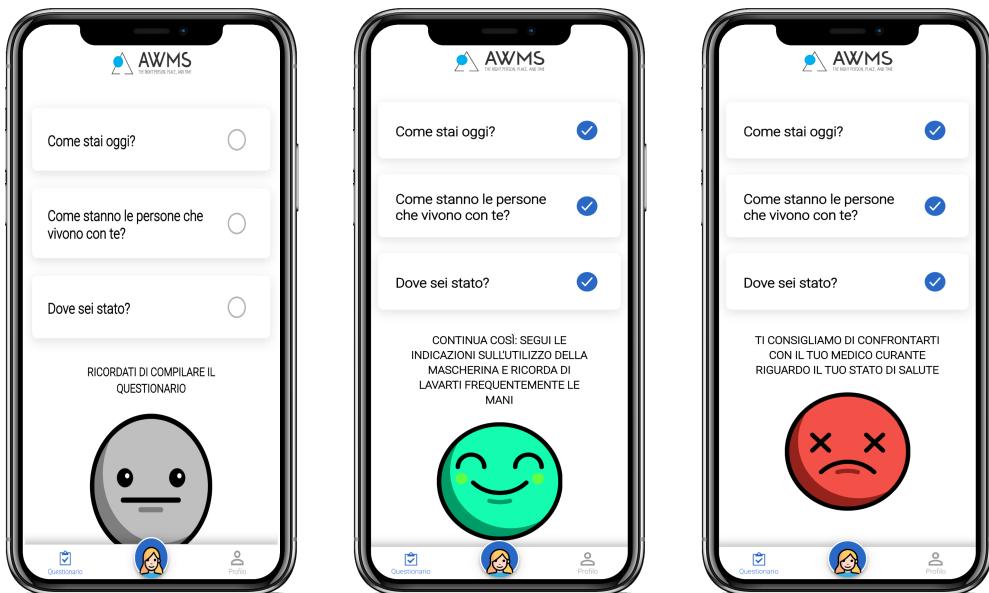


Figura 3.3: Sezione Questionario

La Figura 3.3 mostra la sezione Questionario nei suoi 3 possibili stati. In questa sezione viene richiesto di compilare quotidianamente un questionario in cui vengono poste domande sulla propria salute che, dai dati raccolti per ogni lavoratore l'applicazione cerca di capire se all'interno dell'azienda ci sia pericolo di contagio del virus COVID-19. Nel caso in cui non si è ancora compilato il questionario, viene mostrata una faccina grigia come si può vedere nella prima immagine della Figura 3.3. Se si è compilato il questionario e secondo le risposte date si risulta essere in buona salute, allora l'applicazione mostrerà una faccina verde come si può vedere nella seconda immagine della Figura 3.3. Se si è compilato il questionario e secondo le risposte date si risulta essere a rischio con la propria salute, allora l'applicazione mostrerà una faccina rossa come si può vedere dalla terza immagine della Figura 3.3.

In questa sezione viene richiesto di compilare un questionario dove vengono richiesti se si hanno avuto dei sintomi di malattie come mostra la prima immagine della Figura 3.4. Successivamente viene richiesto se le persone vicino a noi hanno avuto qualche sintomo di malattie come mostrato nella seconda immagine della Figura 3.4. Viene poi richiesto in quelli luoghi si è stati come mostrato nella terza immagine della Figura 3.4.

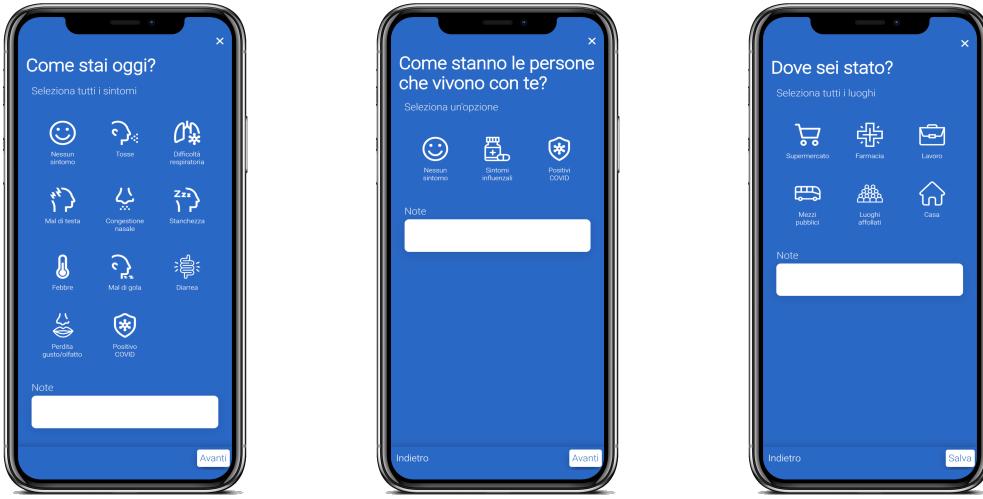


Figura 3.4: Schede del questionario sulla salute

Una volta terminato il questionario, l'applicazione elaborerà le risposte date e mostrerà l'esito sulla nostra salute. Nel caso in cui l'esito sia positivo verrà mostrata la prima immagine della Figura 3.5 invece in caso di esito negativo verrà mostrata la seconda immagine della Figura 3.5.



Figura 3.5: Schede dell'esito del questionario sulla salute

Il risultato viene poi riportato anche nella schermata della sezione Questionario.

Nella sezione Profilo invece, vengono mostrati i Karma points che sono stati raccolti durante la compilazione del questionario, punti che al momento non danno nessun particolare beneficio ma, in futuro è previsto l'implementazione di una qualche ricompensa. Vengono mostrate le proprie informazioni personali cliccando il tasto Informazioni personali come mostrato in Figura 3.6, e possibile cambiare la password d'accesso cliccando il bottone Gestione password. Cliccando il bottone Istruzione di utilizzo mostrato sempre nella Figura 3.6 è possibile accedere a una breve guida su come utilizzare l'applicazione. Nel bottone Normativa privacy è possibile visionare la normativa sulla tutela della privacy GDPR mentre nel bottone Titolare trattamento viene indicato da chi vengono trattati i dati inseriti.

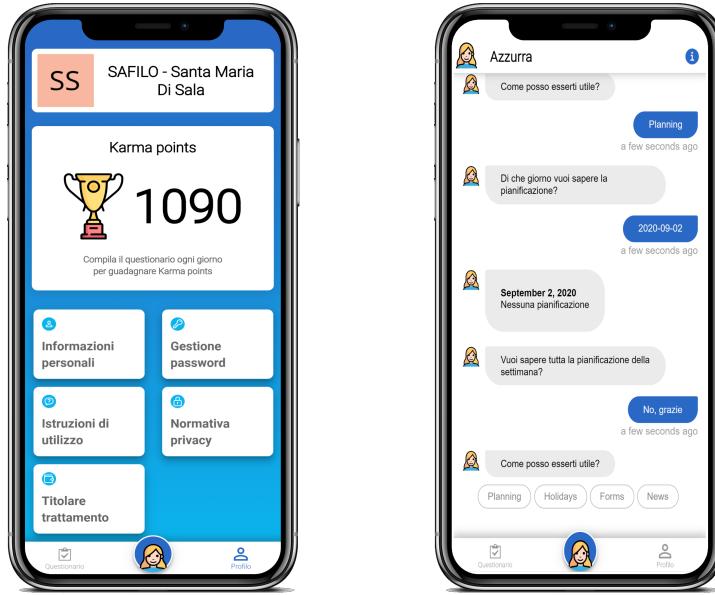


Figura 3.6: Sezione Profilo e Chat con Azzurra

Nella sezione Azzurra, è presente la chat bot^[g] con Azzurra che attraverso il proprio flow engine, riesce a comprendere i flussi conversazionali ricevuti in input da Azzurra. Grazie a ciò il bot^[g] Azzurra sa quali risposte e domande fare all'utente umano. Nel capitolo successivo verrà spiegato in modo dettagliato il funzionamento del Flow engine di Azzurra. Come detto precedentemente la comunicazione con Azzurra avviene attraverso WebSocket^[g] che permette di tenere aggiornati i flussi conversazionali ricevuti da Azzurra nel caso in cui subiscano modifiche.

3.2 Operazioni

Nella seguente sezione verranno descritte le principali operazioni tra le varie componenti dell'architettura.

3.2.1 Creazione di una connessione attraverso WebSocket

Come spiegato in precedenza, la comunicazione tra l'applicazione mobile e Azzurra.io avviene attraverso l'utilizzo di WebSocket^[g]. Grazie a ciò si ha un canale di comunica-

zione a due vie cioè, sia l'applicazione mobile e sia Azzurra.io possono inviare dati o richieste, le modifiche ai flussi conversazionali già esistenti o l'aggiunta di nuovi flussi, verranno comunicate all'applicazione mobile in tempo reale, aggiornando perciò i dati posseduti dell'applicazione. Infine, utilizzando una connessione tramite WebSocket^[g], risulta essere più efficiente e performante rispetto al pooling perché il server non viene continuamente contatto da inutili richieste.

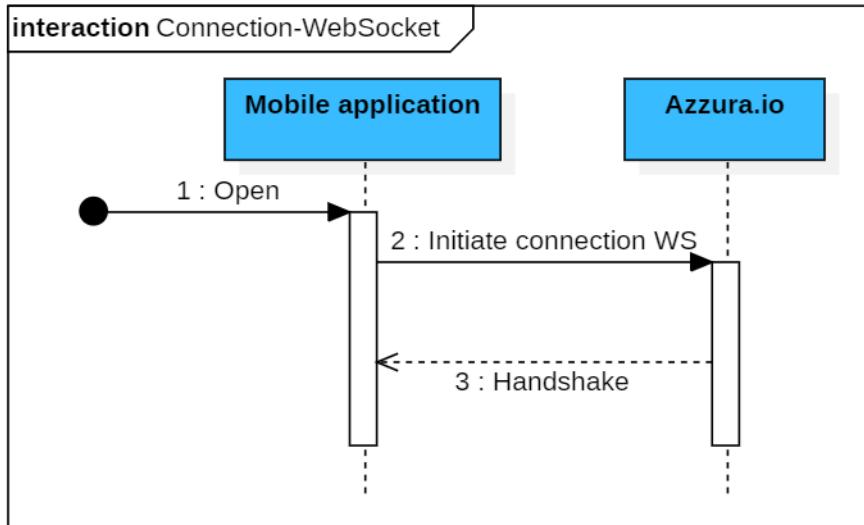


Figura 3.7: Sequence diagram per la creazione di una connessione attraverso WebSocket

Nella Figura 3.7 viene mostrato come avviene la creazione di una connessione tra l'applicazione mobile e Azzurra, i passi perciò sono:

1. All'inizio, l'applicazione mobile viene aperta dall'utente, essa cercherà da subito di mettersi in contatto con Azzurra.io creando una connessione;
2. Per avviare una connessione WebSocket^[g], viene inviata una richiesta HTTP a Azzurra.io(server). Tale richiesta HTTP ha la particolarità che negli *headers* dell'intestazione viene specificata un'operazione di tipo Upgrade che indica che l'applicazione mobile (client) vuole aggiornare la connessione ad un protocollo diverso, in questo caso a WebSocket^[g]. Questo tipo di operazione prende il nome di *WebSocket handshake request*.

```

GET /mychat HTTP/1.1
Host: server.AzzurraIo.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: 32ndfsMjnQizXBijAf0iPni==
Sec-WebSocket-Protocol: chat
Sec-WebSocket-Version: 13
Origin: http://AzzurraIo.com
  
```

Il codice soprastrante rappresenta un esempio di *WebSocket handshake request* inviata dal client al server. Il client inserisce

una stringa casuale codifica in base64 nel campo *Sec-WebSocket-Key* alla quale viene poi aggiunta una stringa fissa.

3. Se il server, in questo caso Azzurra.io supporta la connessione tramite WebSocket^[g] allora rispondere mettendo nel campo *Sec-WebSocket-Accept* la risposta cioè, l'hash della stringa contenuta in *Sec-WebSocket-Key* utilizzando la funzione di hashing SHA-1. Infine, viene tutto codificato in base64. Una volta arrivata la risposta al client, esso controllerà se la risposta contiene la stringa corretta. Tutte queste operazioni hanno lo scopo di evitare di aprire più connessioni multiple ma non da nessuna garanzia di autenticazione. Nel seguente codice viene riportato un esempio di risposta da parte del server.

```
HTTP /1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: fPmrc0s1UIUYIuyY2HaGwk=
Sec-WebSocket-Protocol: chat
```

Per garantire una comunicazione sicura contro ascoltatori terzi viene usata una variante del WebSocket^[g] detta Secure WebSocket (WSS) che utilizza il protocollo HTTPS al posto del protocollo HTTP

3.2.2 Recupero di un flusso conversazionale

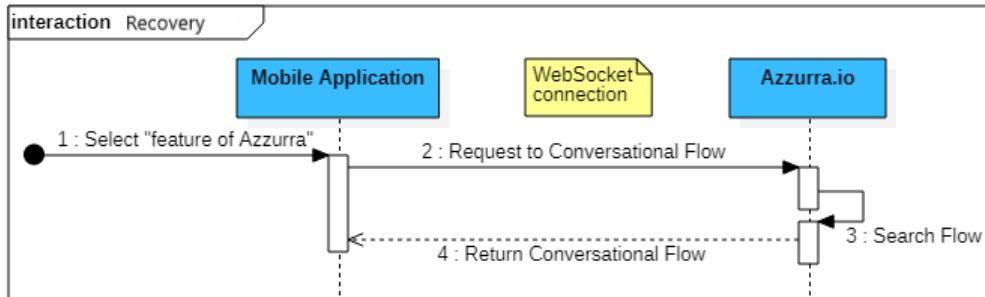


Figura 3.8: Sequence diagram per il recupero di un flusso conversazionale

Il bot^[g] Azzurra per poter funzionare ha bisogno di almeno un flusso conversazionale che grazie alla propria struttura, permette al flow engine di Azzurra di comprendere il flusso e capire quali messaggi deve far visualizzare ad Azzurra nella *chat* con l'utente umano. I flussi si trovano nel database dedicato di Azzurra.io. Quando viene richiesto di fare un'operazione o si inizia per la prima volta un'interazione con Azzurra, essa per sapere cosa fare ha bisogno di uno specifico flusso di conversazione, nel caso in cui sia la prima interazione con l'utente, richiedere il cosiddetto *MainFlow* dove vengono riportate quali funzionalità Azzurra può offrire. Se invece si è nel caso in cui l'utente richiede una specifica funzionalità ad esempio richiedere la visualizzazione del piano di lavoro, Azzurra dovrà richiedere il *flow* dedicato alla specifica funzionalità. Come mostrato nella Figura 3.8 si hanno i seguenti passi:

1. L'utente interagisce con il bot^[g] Azzurra e richiede una funzionalità oppure l'utente interagisce con Azzurra per la prima volta;
2. Il bot^[g] Azzurra tramite una connessione aperta precedentemente chiede a Azzurra.io il corretto *flow* per poter soddisfare le richieste dell'utente. Si sottolinea che ogni *flow* ha un codice identificativo che lo identifica e Azzurra sa sempre qual'è il codice identificativo del flusso di cui ha bisogno;
3. Azzurra.io cerca nel proprio database se contiene il *flow* richiesto;
4. Se la ricerca da esito positivo allora Azzurra.io ritornerà il flusso che verrà eseguito dal flow engine di Azzurra la quale proseguirà con la conversazione. Se invece non lo trova la conversazione si interrompe mostrando nella *chat* un messaggio di errore.

3.2.3 Richiesta e invio di dati

Durante l'esecuzione di una conversazione è molto probabile che Azzurra abbia bisogno di far visualizzare delle informazioni richieste dall'utente ad esempio il suo orario di lavoro, queste informazioni però non sono salvate ne nell'applicazione mobile né in Azzurra.io ma nel backend. La Figura 3.9 mostra come Azzurra ottiene i dati richiesti:

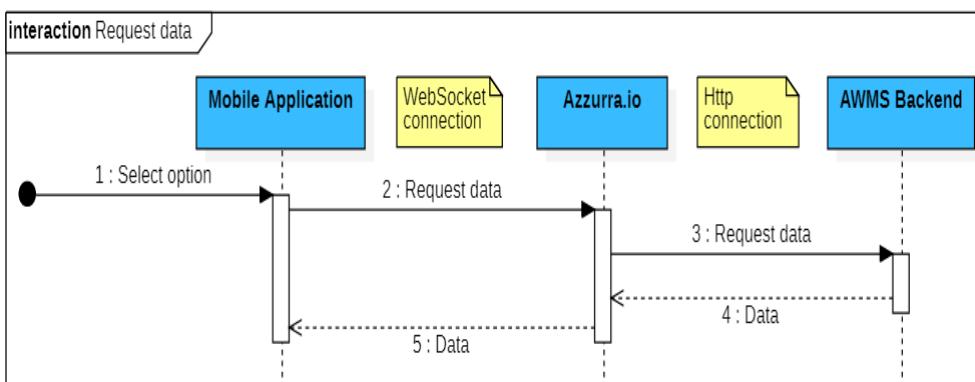


Figura 3.9: Sequence diagram per il recupero dei dati sul lavoratore

1. L'utente chiede una qualche operazione ad Azzurra che necessita contattare il backend per ottenere i dati che l'utente vuole;
2. L'applicazione chiede quindi i dati necessari a Azzurra.io che si prende carico della richiesta;
3. Azzurra.io contatta attraverso una richiesta HTTP, per richiedere i dati richiesti da Azzurra;
4. Se la richiesta va a buon fine il backend ritornerà i dati ad Azzurra.io che li ritornerà a sua volta ad Azzurra.

Per l'invio dei dati invece, cioè l'utente inserisce dei dati che devono essere salvati sul database del backend, ad esempio l'utente inserisce una nuova assenza, il procedimento sarà analogo alla richiesta di dati solo alla fine non verranno ritornati i dati ma l'esito dell'operazione effettuata.

3.2.4 Gestione notifiche push

Nel caso in cui il Plant manager^[g] abbia bisogno di mandare una comunicazione a uno o più lavoratori, è stata implementata la possibilità di inviare delle notifiche contenuti la comunicazione.

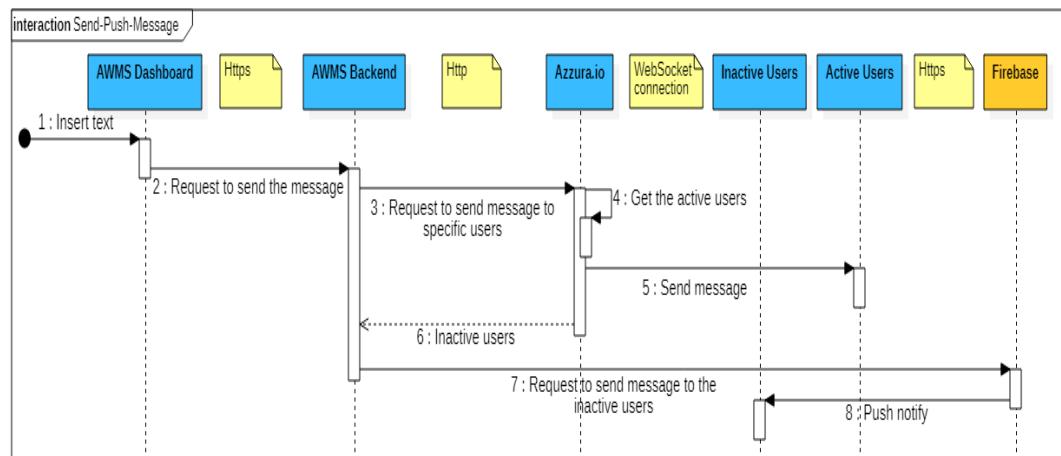


Figura 3.10: Sequence diagram per l'invio di notifiche push

Nella Figura 3.10 viene mostrato come avviene l'invio delle notifiche, di seguito ne vengono descritti i passi:

1. Il Plant manager^[g] crea il messaggio da inviare attraverso l'interazione con la dashboard di AWMS^[g];
2. La dashboard invia al backend il messaggio da inviare e a quali utenti registrati nel sistema, mandare il messaggio, viene perciò mandato oltre al messaggio anche i codici identificativi dei destinatari;
3. Il backend si connette ad Azzurra.io e gli invia il messaggio e la lista degli utenti a cui deve mandare la notifica. Quindi l'invio della notifica viene delegato a Azzurra.io;
4. Azzurra.io controlla sulla sua tabella User Map, quali utenti che devo ricevere il messaggio sono attualmente connessi al socket, oppure invece non lo sono. Si specifica inoltre che vengono considerati utenti connessi o attivi tutti gli utenti che sono connessi e che hanno l'applicazione in foreground. Gli utenti che sono connessi al socket, ma hanno l'applicazione in background vengono trattati come utenti non connessi;
5. Per gli utenti connessi al socket, Azzurra.io invierà la notifica ai dispositivi connessi in cui verrà visualizzata sotto forma di messaggio da parte di Azzurra;
6. Nel caso in cui ci siano alcuni utenti non connessi a Azzurra.io tra i destinatari del messaggio, Azzurra.io effettua una richiesta HTTP ad AWMS Backend, specificando gli utenti che non è riuscita a contattare, e il messaggio che avrebbe dovuto recapitare;

7. Il backend una volta ricevuta la lista degli utenti a cui non è stato possibile mandare la notifica, contatterà attraverso un API^[g] di Firebase, quest'ultimo per richiedere l'invio della notifica agli utenti della lista appena ricevuta. Si specifica che Firebase sarà in grado di farlo solo se i dispositivi dei destinatari si sono sottoscritti al servizio di Firebase per la ricezione di notifiche push;
8. Firebase ricevuta la lista d'utenti a cui inviare la notifica e il testo del messaggio, invierà la notifica push ai destinatari.

4 | AZZURRA FLOW ENGINE

Nel seguente capitolo verrà illustrato prima di tutto la struttura di un flusso conversazionale e successivamente il funzionamento del Azzurra Flow Engine la conseguente generazione dei messaggi da parte del bot^[g] Azzurre e dell'utente umano

4.1 Cos'è

Un elemento cardine dell'architettura di Azzurra è Azzurra Flow Engine. Esso è un motore conversazionale in grado di ricevere in input flussi conversazionali, implementati attraverso configurazioni JSON, che risiedono nel database di Azzurra.io. Essi vengono mandati in input a Azzurra Flow Engine quando il bot^[g] Azzurra ne fa richiesta. Questi file sono codificati secondo una certa struttura fatta dai cosiddetti blocchi conversazionali e da altri campi che verranno illustrati in seguito. Tornando su Azzurra Flow Engine come scritto, riceve in input la configurazione JSON e grazie ai metodi che ha disposizione è in grado di interpretare i file JSON ricevuti e generare i messaggi che il bot^[g] Azzurra deve fare visualizzare all'utente nella *chat*.

4.2 Flussi di conversazione

I flussi di conversazione o conversazionali sono degli elementi fondamentali per la conversazione tra il bot^[g] e l'utente umano. Essi sono delle configurazioni in JSON, dove ogni configurazione contiene un flusso di conversazione, e ogni flusso è un possibile ramo di conversazione che può essere fatto tra il bot^[g] Azzurra e l'utente umano. Ogni configurazione contiene perciò dei particolari comandi che permettono al bot^[g] di sapere quali messaggi deve mostrare all'utente umano e come comportarsi in base alle sue scelte. Ogni configurazione ha un id che contiene un codice univoco in modo tale da poter identificare ogni flusso di conversazione. Inoltre, l'esecuzione dei flussi di conversazione prevede che all'inizio ci sia l'esecuzione di un cosiddetto *main flow*, in modo simile a come avviene per i programmi software, cioè c'è una funzione detta *main* che viene eseguita per prima all'avvio del programma. Per indicare quale tra l'insieme dei flussi sia il *main* si utilizza il campo *isMainFlow* dandogli il valore *true*. Oltre a questi campi esistono altri campi che sono:

- * **Shortcuts "shortcuts";**
- * **Configurazione "config";**
- * **Blocchi per la conversazione "blocks".**

Tutti e tre verranno illustrati nelle seguenti sottosezioni.

4.2.1 Shortcuts “shortcuts”

Il campo shortcuts è il campo dedicato per le cosiddette "scorciatoie" cioè, tra le funzionalità che il bot^[g] offre all'utente c'è anche la possibilità di visualizzare un menu dove vengono mostrate tutte le funzionalità offerte dal bot^[g] e scegliere direttamente quelle eseguire in ogni momento.



Figura 4.1: Menu contenente le shortcuts disponibili

Il campo shortcuts viene indicato nel file con la keyword *shortcuts* e al suo interno contiene i seguenti campi:

- * text: È un campo che può essere di tipo *string* e quindi contiene il testo da far visualizzare nel bottone della scorciatoia all'utente, oppure un oggetto che contiene un attributo per ogni lingua disponibile, dove ogni attributo ha il testo nella lingua straniera che l'attributo rappresenta. Il testo nella lingua di default (italiano) è contenuto nell'attributo “default” ;
- * flowId: Contiene l'identificativo del flusso che la scorciatoia permette di far eseguire;
- * icon: Per rendere la UI più accattivante è possibile aggiungere al bottone dedicato alla scorciatoia, delle icone per ogni scorciatoia.

4.2.2 Configurazione "config"

Il campo config permette di indicare attraverso il campo startBlockId quale blocco di conversazione del flusso deve essere eseguito per primo, per tale campo ci sarà il codice identificativo del primo blocco da eseguire. Il campo configurazione viene indicato nel file con la *keyword* config.

4.2.3 Blocchi per la conversazione "blocks"

Il campo Blocchi indicato nel file con la *keyword* blocks contiene tutti i blocchi per la conversazione i quali indicano i messaggi che devono essere mostrati e i passi da eseguire a seconda delle scelte inserite dell'utente umano. I blocchi utilizzati per la conversazione si differenziano tra lo loro dal tipo di blocco a cui appartengono. Ogni tipo ha proprie caratteristiche uniche ma anche delle caratteristiche comuni, questo perché tutti i tipi di blocchi per la conversazione ereditano da un tipo padre detto BLOCK. I tipi figli di Block sono i seguenti:

- * **ASK**;
- * **SAY**;
- * **IF**;
- * **PROC**;
- * **JUMP**;
- * **CALLFUNC**.

Di seguito verrà illustrata la struttura e il ruolo di BLOCK e dei suoi figli.

BLOCK

BLOCK è il blocco di conversazione attraverso il quale tutti blocchi ereditano delle caratteristiche comuni della sua struttura, di fatto BLOCK non può essere utilizzato e, quindi, può essere paragonato a una classe astratta nell'ambito della programmazione ad oggetti, dove vengono definite delle caratteristiche della classe ma non può essere istanziata, perciò può essere solo ereditata dai suoi figli, che diventano classi concrete istanziabili.

Ha la seguente struttura:

- * **id**: È un campo di tipo *string* che identifica univocamente il blocco tra un insieme di blocchi di conversazione;
- * **type**: Questo campo indica il tipo di blocco che come scritto può essere di tipo ASK o SAY o IF o PROC o JUMP oppure CALLFUNC;
- * **text**: È un campo che può essere di tipo *string* contenente il testo da far visualizzare all'utente, oppure un oggetto che contiene un attributo per ogni lingua disponibile contenente del testo nella corrispondente lingua, e un attributo default che contiene il testo di default;
- * **variations**: Anch'esso è un tipo *string* che contiene uno o più testi alternati al principale rappresentato dal campo text. Il funzionamento prevede che randomicamente il testo da mostrare all'utente non sarà quello principale ma uno

delle alternative contenuto all'interno di variations, verrà perciò scelto in modo casuale, uno dei testi a disposizione;

- * **target:** Questo campo contiene l'id del prossimo blocco di conversazione da eseguire;
- * **variable:** Questo campo indica il nome della variabile “conversazionale” su cui salvare eventuali valori di input inseriti dall'utente: il flow engine quindi, attraverso dei metodi specifici, ha la capacità di salvare tutte le scelte fatte dell'utente, memorizzandole nelle variabili indicate nel campo variabile.
- * **widget:** Indica il tipo di oggetto grafico detto Widget che deve essere utilizzato a supporto del blocco, esistono i seguenti tipi di Widget che verranno descritti successivamente:
 - **BUTTONS;**
 - **ITEMS;**
 - **PICKER;**
 - **TIMEPICKER;**
 - **DATEPICKER;**
 - **CALENDAR;**
 - **QRSCANNER.**
- * **widgetOptions:** Permette di aggiungere delle opzioni in più al Widget, per esempio permette di indicare del testo all'interno dei Widget oppure indicare il valore minimo accettabile.

ASK

Il blocco di conversazione ASK ha la funzione di mostrare all'utente una serie di opzioni disponibili e chiedere quali tra queste vuole eseguire. Quindi mostra le possibili scelte rimanendo in attesa di una risposta dell'utente. Infine esegue il comando collegato alla scelta effettuata dall'utente dirottando la conversazione al blocco successivo.

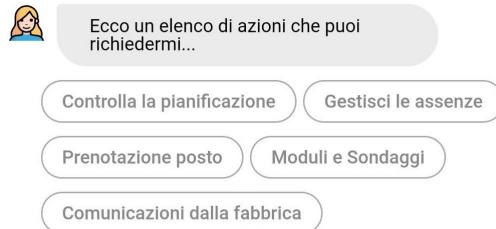


Figura 4.2: Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo ASK

Oltre a campi del tipo BLOCK ha i seguenti campi in più:

- * **category:** Il blocco ASK è ulteriormente distinguibile in ASK o in MENU che si differenziano nel seguente aspetto:
nel caso sia di categoria ASK tutte le opzioni disponibili portano a un blocco di conversazione successivo diverso mentre per MENU tutte le opzioni portano tutte allo stesso blocco;

- * **source:** Parametro che contiene il nome di una variabile a cui fare riferimento per prendere i dati da utilizzare. Se non si fa riferimento a nessuna variabile allora va settato a *NULL*;
- * **items:** Questo campo contiene un array d'oggetti di tipo BlockItem che rappresentano le possibili scelte che può fare l'utente, essi graficamente vengono rappresentati come dei pulsanti;
- * **sourceType:** Parametro che indica la modalità di utilizzo della variabile contenuta nel campo source; Sono previste due modalità:
 - **LIST:** In questo caso la variabile contenuta in source viene ignorata e vengono presi tutti gli oggetti di tipo BlockItem contenuti nel campo items che vengono trasformati in bottoni da far visualizzare a video;
 - **VARIABLE:** In questo caso tutto ciò che è contenuto nella variabile del campo source viene trasformato in bottoni da far visualizzare a video, per poterlo fare devono essere formattati in una struttura del tipo chiave valore.

SAY

Il blocco di conversazione SAY ha la funzione di mostrare all'utente un messaggio a video attraverso il quale si comunica l'esito della operazione precedente e il risultato da essa ricavata. Perciò l'utente richiede l'esecuzione di una qualche operazione, viene eseguita e una volta conclusa il bot^[g] risponderà all'utente con il risultato ricavato precedentemente.



Figura 4.3: Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo SAY

Oltre a campi del tipo BLOCK ha il seguente campo in più:

- * **attachments:** Campo che contiene un array d'oggetti di tipo BlockAttachment che permettono di allegare immagini o file PDF.

Inoltre sono presenti i campi items, source e sourceType, con analogo funzionamento del blocco ASK per inserire eventuali bottoni che aprono schede o link contenenti il risultato richiesto.

IF

Il blocco di conversazione IF ha la funzione di verificare se una o più condizioni sono rispettate. Perciò verifica se le condizioni sono soddisfatte, e in base all'esito verrà scelto il prossimo blocco da eseguire.

Oltre a campi del tipo BLOCK ha i seguenti campi in più:

- * **conditions:** Contiene una o più condizioni che devono essere verificate;

- * **trueBlockTarget**: Indica il blocco successivo da eseguire se le condizioni sono soddisfatte;
- * **falseBlockTarget**: Indica il blocco successivo da eseguire se le condizioni non sono soddisfatte.

PROC

Il blocco di conversazione PROC permette di eseguire delle operazioni sulle variabili conversazionali cioè, assegnazione o trasformazione dei dati. Ad esempio, permette di riordinare i dati ricevuti dal server in modo da poter essere utilizzati dai source con sourceType uguale a VARIABLE.

Oltre a campi del tipo BLOCK ha il seguente campo in più:

- * **expressions**: Contiene le espressioni da eseguire, ad esempio, per la formattazione dei dati. Ha i seguenti campi:
 - **var**: Contiene il nome della variabile dove viene salvato il risultato della formattazione;
 - **type**: Indica il tipo di formattazione che si vuole applicare, al momento c'è solo una formattazione disponibile:
 - * **reduce to textvalue**: Permette di riordinare i vari valori che si hanno in una struttura chiave valore.
 - **args**: Contiene un'espressione in Handlebars, un linguaggio di *templating* utilizzato per costruire *template* in HTML con dei cosiddetti segnaposto che verranno poi valorizzati con dei valori, utilizzando delle *keyword* del linguaggio, in modo da ottenere delle componenti in HTML da mostrare come messaggio.

JUMP

Il blocco di conversazione JUMP permette di cambiare il flusso conversazionale ed eseguirne uno altro. In termini tecnici si passa da un JSON di configurazione ad un altro dove ogni configurazione in JSON contiene un specifico flusso di conversazione. Perciò, grazie a JUMP si può "saltare" da un flusso di conversazione a un altro. Il blocco di conversazione JUMP permette di cambiare il flusso conversazionale ed eseguirne uno altro. In termini tecnici si passa da un JSON di configurazione ad un altro dove ogni configurazione in JSON contiene un specifico flusso di conversazione. Perciò, grazie a JUMP, si può "saltare" da un flusso di conversazione ad un altro. Nel campo target in questo caso non viene indicato l'id del blocco successivo ma, l'id del *flow* che si vuole eseguire.

CALLFUNC

Il blocco di conversazione CALLFUNC è il blocco attraverso il quale, il bot^[g] (l'applicazione mobile) può richiedere l'esecuzione di chiamate ad API^[g] (interne o esterne). Attraverso un WebSocket^[g], che mantiene una connessione tra il bot^[g] e Azzurra.io, quest'ultima richiama, a sua volta, delle API^[g] di AWMS^[g] (o esterne ad AWMS^[g]) per ottenere i dati richiesti dell'utente o per salvare dati.

Oltre a campi del tipo BLOCK ha il seguente campo in più:

- * **payload:** Campo che contiene l'intestazione e il corpo della richiesta verso Azzurra.io; Contiene i seguenti campi:
 - **type:** Indica se la chiamata è verso Azzurra.io attraverso il valore int oppure verso un servizio esterno con il valore ext.

Se la chiamata è di tipo int ha la seguente struttura:

- **route:** Indica il metodo di Azzurra.io da richiamare;
- **body:** Contiene il corpo della richiesta, nello specifico un *template* costruito da Handlebars che verrà idratato da Azzurra.io nel caso sia una richiesta di dati o dal bot^[g] nel caso in cui debba inviare dei dati da salvare.

Se la chiamata è di tipo ext ha la seguente struttura:

- **config:** Contiene la struttura di una chiamata HTTP.
Ha i seguenti campi:
 - * **url:** Contiene l'indirizzo URL del servizio esterno a cui fare richiesta;
 - * **method:** Se la richiesta è di tipo GET o POST;
 - * **headers:** Contiene l'intestazione per la richiesta HTTP;
 - * **params:** Contiene le variabili necessarie per la chiamata, questo campo viene usato solo se la richiesta è di tipo GET;
 - * **data:** Analogo al campo params solo se viene usato dai metodi POST.
- * **var:** Indica il nome della variabile dove salvare il risultato della richiesta;
- * **failureBlockTarget:** Indica il blocco successivo da eseguire se la richiesta non va a buon fine;
- * **successBlockTarget:** Indica il blocco successivo da eseguire se la richiesta va a buon fine.

4.2.4 Oggetti ausiliari

Come scritto nella sezione precedente questi oggetti vengono definiti per essere utilizzati all'interno dei blocchi per svolgere un'azione di supporto, affinché si possa raggiungere ciò per cui sono stati realizzati i blocchi di conversazione stessi.

Di seguito vengono indicate tutte le classi degli oggetti ausiliari disponibili.

Widget

È un oggetto che a seconda del tipo permette di realizzare delle componenti grafiche, esso viene utilizzato per richiedere delle azioni da parte dell'utente umano. Ha i seguenti tipi:

- * **BUTTONS:** Genera dei button arrotondati;

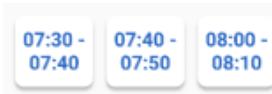


Figura 4.4: Rappresentazione grafica dei buttons

- * **ITEMS:** Genera dei bottoni quadrati;



Figura 4.5: Rappresentazione grafica degli items

- * **PICKER:** Genera, attraverso il componente “ion-picker” di Ionic una finestra di dialogo dove si può selezionare una opzione tra quelle proposte;

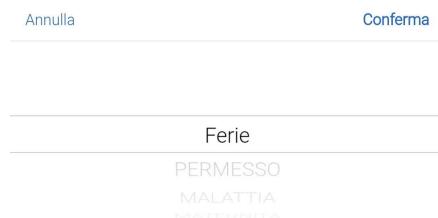


Figura 4.6: Rappresentazione grafica del picker

- * **TIMEPICKER:** Analogico al PICKER solo che le opzioni da scegliere è l’orario che si vuole selezionare;

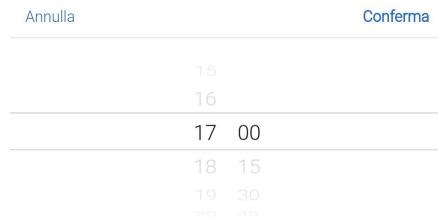


Figura 4.7: Rappresentazione grafica del time picker

- * **DATEPICKER:** Analogo al PICKER solo che le opzioni da scegliere è la data che si vuole selezionare;



Figura 4.8: Rappresentazione grafica del date picker

- * **CALENDAR:** Fa comparire un calendario grazie all'utilizzo del plugin Calendar per Ionic;
- * **QRSCANNER:** Permette di accedere alla fotocamera (solo se si hanno i permessi) e di decodificare i codici QR-code tutto ciò grazie al plugin QR Scanner di Cordova.

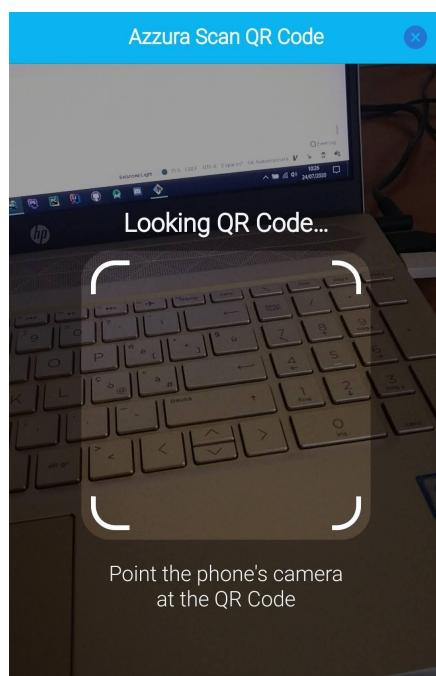


Figura 4.9: Rappresentazione grafica del QR scanner

BlockItem

Questo oggetto rappresenta una possibile scelta che può fare l'utente, graficamente viene rappresentato come un bottone cliccabile dall'utente.

Ha la seguente struttura:



Figura 4.10: Rappresentazione grafica del BlockItem

- * **text:** Contiene l'etichetta che viene visualizzata sul bottone;
- * **target:** Contiene l'id del prossimo blocco da eseguire.

BlockAttachment

L'oggetto in esame permette di allegare immagini o file PDF da mostrare all'utente. Ha la seguente struttura:

- * **id:** Contiene un codice univoco che identifica ogni BlockAttachment;
- * **type:** Indica se contiene un PDF o una immagine, nel caso di un'immagine indica se è in formato JPG o in JPEG oppure in PNG.

4.3 Funzionamento di Azzurra Flow Engine

L'Azzurra Flow Engine è l'elemento in grado di interpretare i dati contenuti nelle configurazioni JSON. Grazie a esso è possibile eseguire il corretto flusso della conversazione e generare i messaggi da mostrare nella *chat* dell'applicazione mobile.

4.3.1 Messaggio del bot Azzurra

Per implementare le funzionalità del Azzurra Flow Engine vengono utilizzate le seguenti classi sviluppate in Angular:

- * **FlowService:** Ha i metodi necessari per interpretare le configurazioni JSON e quindi, per poter sapere quale tipo di messaggio deve essere costruito, ricavare i dati necessari per costruire i messaggi e sapere come procedere con la conversazione;
- * **AzzurraService:** Permette principalmente di fare da tramite tra il FlowService e il **ChatComponent** per la creazione della conversazione. Oltre a ciò permette di gestire operazioni ad alto livello come il caricamento dei messaggi precedenti nella *chat* e gestire le notifiche che possono arrivare dalla *dashboard*;
- * **ChatComponent:** Si occupa di far visualizzare i messaggi della conversazione;
- * **ChatService:** Ha il compito di creare e gestire i Widget da aggiungere al messaggio da mostrare, e inoltre, di ricavarne da essi le risposte dell'utente umano.

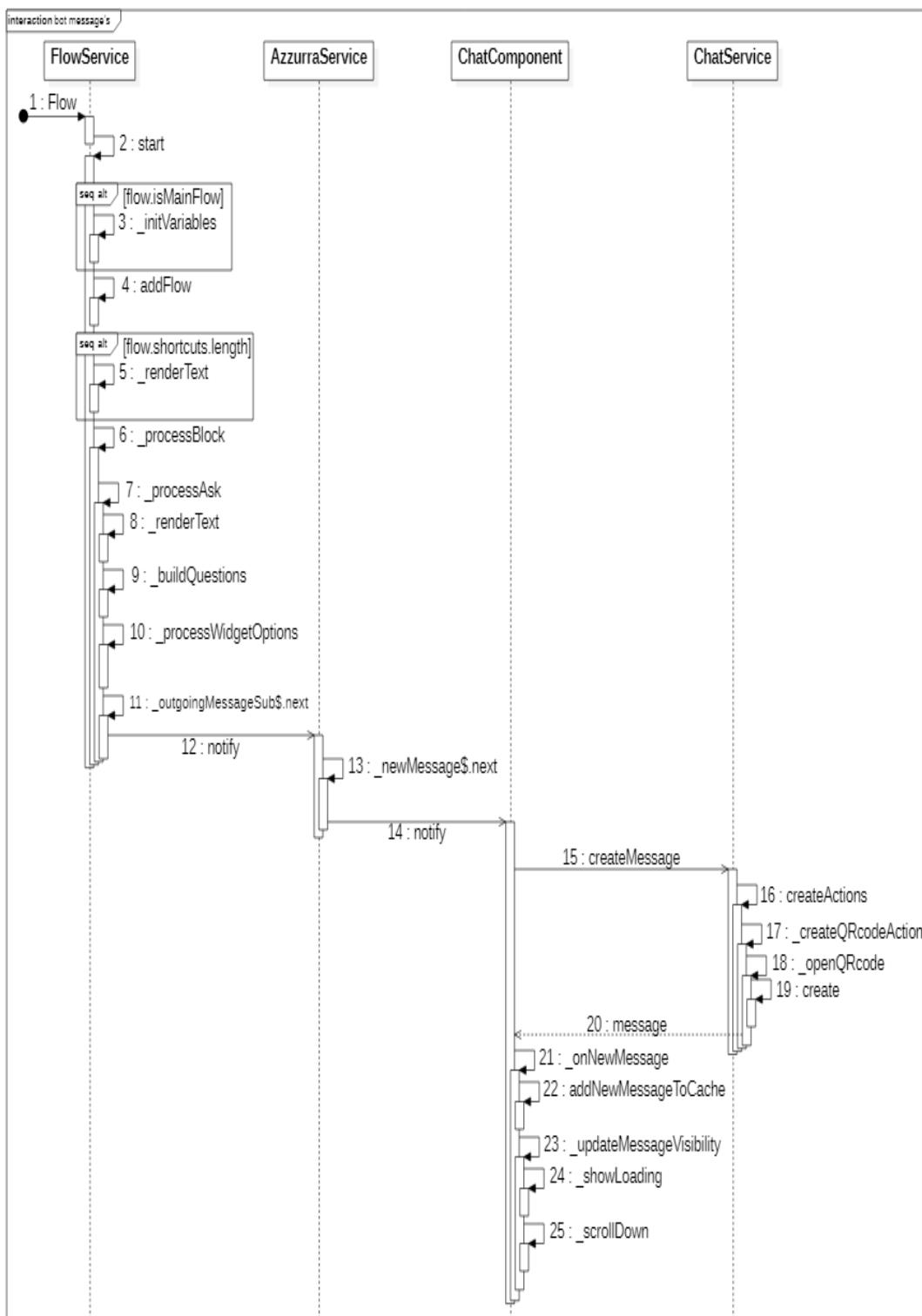


Figura 4.11: Diagramma di sequenza del processo di generazione del messaggio del bot Azzurra

Una volta che si è stabilità la connessione con Azzurra.io, attraverso un WebSocket^[g], inizializzato il Flow Engine e infine, ricevuto la configurazione JSON contenente il flusso conversazionale, la generazione di un messaggio da parte del bot^[g] Azzurra prevede i seguenti passi:

1. Viene inviato all'applicazione mobile il flusso conversazionale richiesto precedentemente;
2. Viene avviato nel FlowService il metodo start(), il quale riceve in input il flusso da eseguire. Viene verificato se il flusso ricevuto risulta essere il *main flow*, in questo caso vengono inizializzate le variabili conversazionali d'ambiente utilizzate come supporto per la generazione dei messaggi, ad esempio esiste una variabile d'ambiente per indicare il giorno corrente o il formato della data da utilizzare;
3. Una volta impostate le variabili conversazionali d'ambiente e uscite dal blocco condizionale viene salvato il flow da eseguire attraverso il metodo __addFlow() che imposta come flusso corrente da eseguire il flusso ricevuto in input. Viene infine controllato se la configurazione definisce delle eventuali shortcuts;
4. Se ci sono delle shortcuts viene chiamato il metodo __renderText() per crearle, esso sarà in grado di interpretare il pezzo di configurazione dove sono definite le proprietà di ogni shortcuts;

Una volta finita l'esecuzione del metodo, l'esecuzione torna al metodo start().

5. Sempre in start() viene chiamata l'esecuzione di __processBlock() dandogli in input il primo blocco del flusso da eseguire
6. Nel metodo __processBlock() viene eseguito il blocco che riceve in input, in questo caso il blocco da eseguire è il primo blocco del flusso come detto nel punto precedente. In questo metodo si verifica innanzitutto se c'è un blocco da eseguire, se non c'è viene emesso un segnale che informa che il flusso di conversazione è terminato, mentre se c'è un blocco allora si imposta questo blocco come quello in esecuzione e si verifica di che tipo è il blocco.

A seconda del tipo del blocco vengono eseguite le seguenti istruzioni:

- * **Caso SAY:** Viene eseguito il metodo __processSay() ricevendo in input il blocco corrente. Il metodo prende il valore salvato nel campo text e le eventuali variations del blocco, generando il testo del messaggio da mostrare attraverso il metodo __renderText(). Vengono generati eventuali BlockItems attraverso il metodo __buildSayItems() il quale controlla il sourceType e in base al valore che ha, genera i BlockItems. Tornando in __processSay(), se presenti vengono anche eseguite le widgetOptions attraverso il metodo __processWidgetOptions() e creati gli eventuali BlockAttachments. Infine, viene emesso il nuovo messaggio creato per il bot^[g] Azzurra e si passa all'esecuzione del prossimo blocco;
- * **Caso ASK:** Viene eseguito il metodo __processAsk ricevendo in input il blocco corrente. Il metodo salva il nome della variabile contenuta nel campo var, che contiene la risposta dell'utente. Analogamente per quanto accede per il blocco SAY viene creato il testo della domanda e attraverso il metodo __buildQuestions() vengono creati i BlockItems delle possibili scelte. Inoltre, vengono processati gli eventuali widgetOptions. Infine, viene emesso il

nuovo messaggio creato per il bot, il quale rimane in attesa della risposta dell'utente umano quando verrà visualizzato il messaggio;

- * **Caso JUMP:** Viene eseguito il metodo `_processJump()` ricevendo in input il blocco corrente. Richiama il metodo `_getFlow()` passandogli l'identificativo del flusso da eseguire attraverso il campo `target`. Il metodo citato richiede ad Azzurra.io il flusso che ha l'identificativo uguale a quello ricevuto in input, e una volta ricevuto comincia l'esecuzione del nuovo flusso conversazionale richiamando `start()`;
- * **Caso IF:** Viene eseguito il metodo `_processIf()` passando in input il blocco corrente. Valuta la condizione attraverso `_manageConditions()`, e in base al risultato stabilisce quale sarà il blocco di conversazione successivo da eseguire;
- * **Caso PROD:** Viene eseguito il metodo `_processProd()` passandogli in input il blocco corrente. Stabilisce che formattazione deve essere fatta e la esegue attraverso il metodo `_manageExpressions()`. Infine, passa all'esecuzione del prossimo blocco;
- * **CALLFUNC:** Viene ricavato il *payload* del blocco e codificato il *template* in Handlebars per generare il corpo della richiesta, una volta fatto ciò la richiesta è pronta e viene mandata a Azzurra.io. Successivamente viene salvata la risposta sulla variabile indicata del campo `var` e in base alla risposta, se andata a buon fine oppure no, si eseguirà il corrispondente blocco successivo.

7. Nella Figura 4.11 viene mostrato il caso in cui viene eseguito il metodo `_processAsk()` perché il blocco attuale è di tipo ASK;
8. Viene eseguito `_renderText()` per costruire il testo della domanda;
9. Attraverso `_buildQuestions()` vengono creati i BlockItems delle possibili scelte;
10. Viene eseguito il metodo `_processWidgetOptions()` per creare le eventuali `widgetOptions`;
11. A questo punto la struttura del messaggio è stata creata, manca solo la visualizzazione nella *chat* che è compito di ChatComponent, perciò attraverso il metodo `next()` di Angular, viene emesso un segnale che avvisa chi è in ascolto su `_outgoingMessageSub$` che è stato creato un nuovo messaggio e che occorre visualizzarlo;
12. Viene notificato agli ascoltatori l'evento descritto al punto precedente;
13. Nel AzzurraService c'è un ascoltatore che riceve i segnali mandati dai metodi di FlowService, perciò con la notifica inviata al punto precedente AzzurraService ha il messaggio che è stato appena creato;
14. AzzurraService emettere a sua volta il nuovo messaggio appena ricevuto, verso l'ascoltatore presente in ChatComponent;
15. Quando ChatComponent riceve il messaggio eseguirà il metodo `createMessage()` di ChatService passandogli il messaggio ricevuto. Questo metodo si occuperà di far creare il messaggio grafico nel modo corretto. Innanzitutto, verifica chi ha emesso il messaggio, se è stato l'utente umano o il bot^[g] Azzurra. Nel caso

in cui il messaggio sia del bot^[g] Azzurra viene indicato il testo da mostrare estraendolo dal messaggio ricevuto in input e aggiunto lo sprite di Azzurra per indicare graficamente che il messaggio viene dal bot;

16. Nel caso in cui il messaggio preveda delle azioni da parte dell'utente umano, ovvero ci siano dei Widget, viene chiamato il metodo `createAction()` passandogli sempre il messaggio. In questo metodo viene verificato che tipo di Widget deve essere creato, per ogni Widget c'è un corrispondente metodo che ne imposta il testo da far visualizzare quando l'utente interagisce con esso, tale testo potrebbe essere un testo di default o un testo indicato nel campo `widgetOptions` inoltre nel caso del DATEPICKER o TIMEPICKER, viene impostato il formato di visualizzazione del giorno e dell'ora;
17. Nel caso rappresentato dalla Figura 4.11, viene chiamato il metodo `_createQRcodeAction()` il quale imposta il testo da mostrare e chiama il metodo `_openQRcode()`;
18. `_openQRcode()` Richiama il metodo `create()` per creare e aprire il Widget QRCode;
19. In `_openQRcode()` viene chiamato il metodo `create()` che permette di utilizzare il ModalController di Ionic il quale crea una nuova finestra grafica con dentro la classe che gestisce il lettore di QR code^[g]. Si crea quindi graficamente il Widget. I corrispondenti metodi `open` per DATEPICKER e TIMEPICKER non utilizzano il ModalController ma utilizzano una componente grafica messa a disposizione da Ionic, perciò in questi metodi viene configurato il componente grafico senza richiamare nessuna classe;
20. Terminata la creazione il messaggio viene ritornato il messaggio costruito a ChatComponent;
21. Con `onNewMessage()` viene inserito nella *chat* il nuovo messaggio;
22. Il nuovo messaggio viene inviato a Azzurra.io, per essere memorizzato, attraverso il metodo `addNewMessageToCache()`;
23. Viene aggiornata la *chat* per mostrare il nuovo messaggio con il metodo `_updateMessageVisibility()`;
24. `_updateMessageVisibility()` chiama `_showLoading()` per simulare un caricamento;
25. Infine, `_updateMessageVisibility()` chiama `_scrollDown()` per muovere verso il basso la *chat* in modo da mostrare il nuovo messaggio che altrimenti rimarrebbe nascosto.

Una volta che l'utente interagisce con il Widget deve essere creato il messaggio dell'utente umano con la sua risposta.

4.3.2 Messaggio dell'utente umano

La generazione di un messaggio da parte dell'utente umano prevede le seguenti azioni:

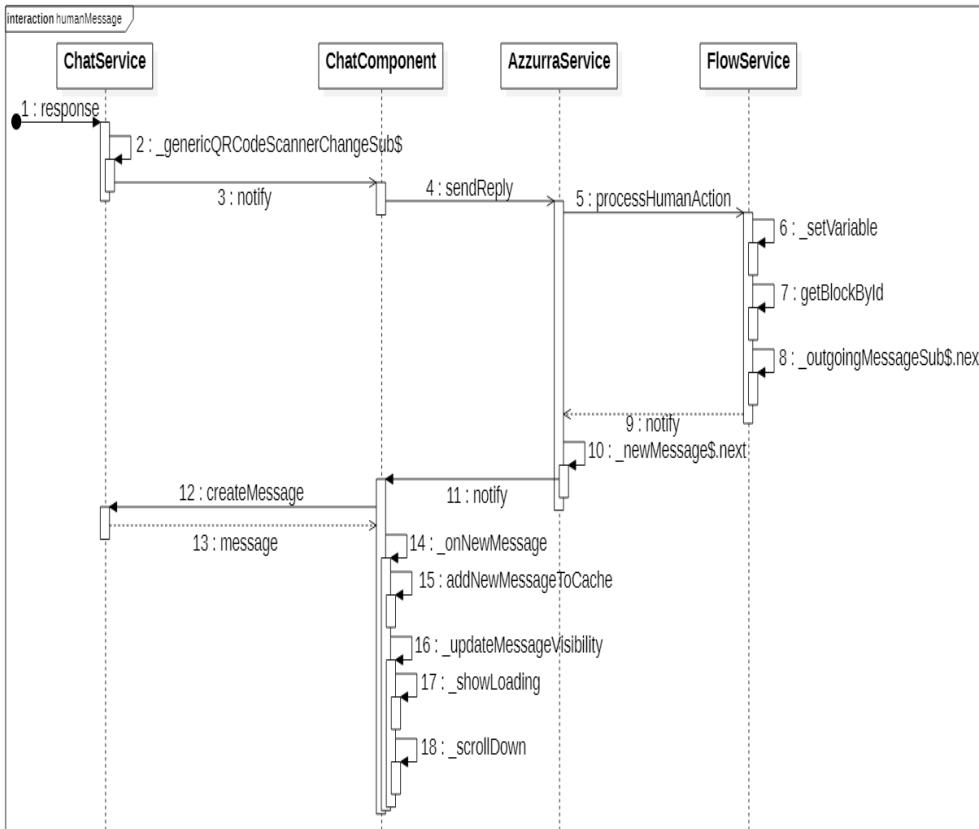


Figura 4.12: Diagramma di sequenza del processo di generazione del messaggio del bot Azzurra

- Quando l'utente esegue un'azione che genera una risposta da parte sua, il ChatService emette il valore della risposta ogni volta che un Widget la riceve;
- Nel ChatComponent esiste un ascoltatore per ogni evento emesso da ogni Widget. Nella Figura 4.12 viene rappresentato il caso in cui il Widget sia di tipo QR CODE perciò, attraverso il metodo next() di Angular, viene emesso un segnale che avvisa a chi è in ascolto su _genericQRCodeScannerChangeSub\$ che è stato emesso un evento da QR CODE inserendo anche il valore letto dallo scanner;
- Viene notificato agli ascoltatori l'evento descritto al punto precedente;
- ChatComponent riceve la notifica e chiama il metodo sendReply() di AzzurraService dandogli in input il valore letto dallo scanner ricevuto dalla notifica solo se il messaggio è valido, se non lo è viene ignorato;
- Il metodo sendReply() chiama a sua volta processHumanAction() di FlowService;

6. In `processHumanAction()` viene creata la struttura del messaggio con la risposta dell’utente perciò, viene richiamato il metodo `_setVariable()` in cui, viene impostato il valore della risposta ritornato dal Widget che è stato salvato nella variabile indicata nel campo var;
7. In `processHumanAction()` viene richiamato il metodo `getBlockId()` che verifica se il Widget abbia al suo interno un proprio campo target, se sì viene impostato come prossimo blocco di conversazione il blocco che ha il codice identificativo uguale a quello contenuto nel target, se invece non ha un campo target proprio si va a prendere il valore del campo target del blocco e si imposta il suo valore come prossimo blocco da eseguire;
8. Attraverso il metodo `next()` di Angular, viene emesso un segnale che avvisa a chi è in ascolto su `_outgoingMessageSub$` che è stato emesso un nuovo messaggio;
9. Viene notificato agli ascoltatori l’evento descritto al punto precedente;
10. AzzurraService riceve la notifica e tramite il metodo `next()` avvisa e invia la struttura del nuovo messaggio a tutti coloro che sono in ascolto su `_newMessage$`;
11. Viene notificato agli ascoltatori l’evento descritto al punto precedente;
12. ChatComponent riceve il messaggio e chiama il metodo `createMessage()` di ChatService passandogli il messaggio ricevuto. Questo metodo si occuperà di far creare il messaggio grafico nel modo corretto. In questo caso il messaggio e di tipo umano perciò verrà creato secondo una certa specifica;
13. Viene ritornato il messaggio a ChatComponent;
14. Infine, per visualizzare il messaggio sulla *chat*, vengono rifatte le stesse operazioni che erano state fatte per il messaggio del bot^[g] Azzurra.

5 | FLUSSI CONVERSAZIONALI PRODOTTI

In questo capitolo verrà descritto il lavoro che è stato fatto di analisi, progettazione e implementazione dei flussi conversazionali per Azzurra creati durante lo stage.

5.1 Analisi dei requisiti

5.1.1 Descrizione del problema

Durante lo stage è stato deciso, di comune accordo con il tutor aziendale, di costruire due flussi conversazionali per il bot^[g] Azzurra, nello specifico:

- * **DeskBooking:** Questo flusso conversazionale consiste nel gestire le prenotazioni di un posto a sedere. Deve esserci la possibilità di richiedere una nuova prenotazione, visualizzare la lista delle proprie prenotazioni e infine, visto che è richiesto, che per riscattare il posto a sedere, quando si sta per iniziare a usufruire del posto, di scannerizzare un QR code^[g], messo nel posto a sedere, per poter verificare se chi ha scansionato il QR code^[g] ha veramente diritto a usufruire del posto. C'è perciò bisogno di integrare un lettore di QR code^[g] in Azzurra per poter fare il controllo. Perciò, si deve poter aprire la fotocamera, scannerizzare il QR code^[g] che verrà usato per controllare se il lavoratore può usufruire del posto e dopo il controllo, comunicare l'esito della verifica al lavoratore;
- * **Planning:** Questo flusso conversazionale consiste nel far visualizzare al lavoratore il lavoro che deve svolgere. Deve esserci la possibilità di richiedere la visualizzazione del lavoro pianificato di uno specifico giorno oppure la possibilità di vedere il lavoro pianificato per tutta la settimana;

5.1.2 Requisiti

Ogni requisito sarà strutturato come segue:

- * Identificativo: **R[Importanza][Tipologia][Codice]**
Dove:
 - **Importanza:**
 - * **1:** Requisito obbligatorio, ovvero vincolante in quanto primario e fondamentale;
 - * **2:** Requisito desiderabile, ovvero non strettamente necessario ma che porta valore aggiunto riconoscibile;
 - * **3:** Requisito opzionale, ovvero relativamente utile.
 - **Tipologia:**
 - * **F:** Funzionale, definisce una funzione di un sistema di uno o più dei suoi componenti

- * **Q:** Qualitativo, definisce un requisito per garantire la qualità per un certo aspetto del prodotto
- * **P:** Prestazionale, definisce un requisito che garantisce efficienza prestazionale nel prodotto
- * **V:** Vincolo, definisce un requisito volto a far rispettare un dato vincolo
- **Codice:** Viene utilizzato per identificare univocamente il requisito tramite un numero progressivo

Dopo un'analisi del problema sono stati individuati i seguenti requisiti

Codice	Descrizione
R1F1	Il lavoratore deve poter accedere alla funzionalità di prenotazione posto.
R1F2	Il lavoratore deve poter inserire una nuova prenotazione di un posto a sedere.
R1F3	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni.
R1F4	Il lavoratore deve poter scansionare il QR code ^[g] per poter usufruire del posto prenotato.
R1F5	Il lavoratore deve poter inserire la data in cui vuole prenotare il posto a sedere se disponibile.
R1F6	Il lavoratore deve poter inserire l'ora di inizio della prenotazione che desidera.
R1F7	Il lavoratore deve poter inserire l'ora di terminazione della prenotazione che desidera.
R1F8	Il lavoratore deve poter inserire la stanza del posto a sedere che desidera prenotare.
R1F9	Il lavoratore deve poter inserire il posto a sedere che desidera prenotare se disponibile.
R1F10	Il lavoratore deve poter visualizzare il messaggio di conferma se la prenotazione del posto a sedere è andata a buon fine.
R1F11	Il lavoratore deve poter visualizzare il messaggio d'errore se non è stato possibile inserire la nuova prenotazione.
R1F12	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni del giorno corrente.
R1F13	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni del giorno successivo.
R1F14	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni di uno specifico giorno.
R1F15	Il lavoratore deve poter inserire la data del giorno in cui vuole vedere le prenotazioni.
R1F15	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare l'ora di inizio della prenotazione.
R1F17	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare l'ora di terminazione della prenotazione.

Tabella 5.1: Tabella del tracciamento dei requisiti

Codice	Descrizione
R1F18	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare la stanza della prenotazione.
R1F19	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare il posto della prenotazione.
R1F20	Il lavoratore, dopo avere scannerizzato il QR code ^[g] del posto a sedere, deve ricevere un messaggio di conferma che lo informa che può usufruire del posto a sedere.
R1F21	Il lavoratore, dopo avere scannerizzato il QR code ^[g] del posto a sedere, deve ricevere un messaggio d'errore che lo informa che non può usufruire del posto a sedere.
R1F22	Il lavoratore deve poter visualizzazione la pianificazione di uno specifico giorno.
R1F23	Il lavoratore deve poter visualizzazione la pianificazione della settimana corrente.
R1F24	Il lavoratore deve poter inserire la data del giorno in cui vuole vederne la pianificazione del lavoro a lui assegnato.
R1F25	Il lavoratore deve poter visualizzare la data del giorno del lavoro pianificato.
R1F26	Il lavoratore deve poter visualizzare l'ora d'inizio del lavoro pianificato.
R1F27	Il lavoratore deve poter visualizzare l'ora di terminazione del lavoro pianificato.
R1F28	Il lavoratore deve poter visualizzare il lavoro che è stato pianificato per essere svolto.
R1V1	Per implementare i flussi conversazionali devono essere usati Angular e Ionic.
R1V2	Per gestire la fotocamera per la lettura del QR code ^[g] deve essere usato il plugin di Cordova, QR Scanner.

Tabella 5.2: Tabella del tracciamento dei requisiti

5.2 Progettazione

Dopo aver individuato i requisiti che descrivono i flussi da costruire, si è passati alla progettazione dei flussi. Come spiegato nel capitolo precedente i flussi conversazionali non sono altro che un insieme di blocco che asseconda del tipo di appartenenza svolgono determinate funzioni. Grazie a ciò, la progettazione dei due flussi è iniziata con l'inserimento dei blocchi corretti e il collegamento tra di essi, ottenendo così due diagrammi che rappresentano i due flussi dove viene mostrato che passi deve fare il bot^[g] Azzurra durante la conversazione con l'utente umano. Successivamente si sono progettati i metodi da aggiungere a quelli esistenti per poter creare i messaggi nel modo corretto.

Di seguito vengono illustrati i diagrammi dei flussi fatti.

5.2.1 Gestione delle prenotazioni dei posti

Nei seguenti diagrammi viene mostrato l'insieme dei blocchi che fanno parte del flusso conversazionale DeskBooking. Per comodità il flusso invece di usare un unico

diagramma molto grande si è deciso di rappresentare il flusso attraverso tre diagrammi più piccoli.

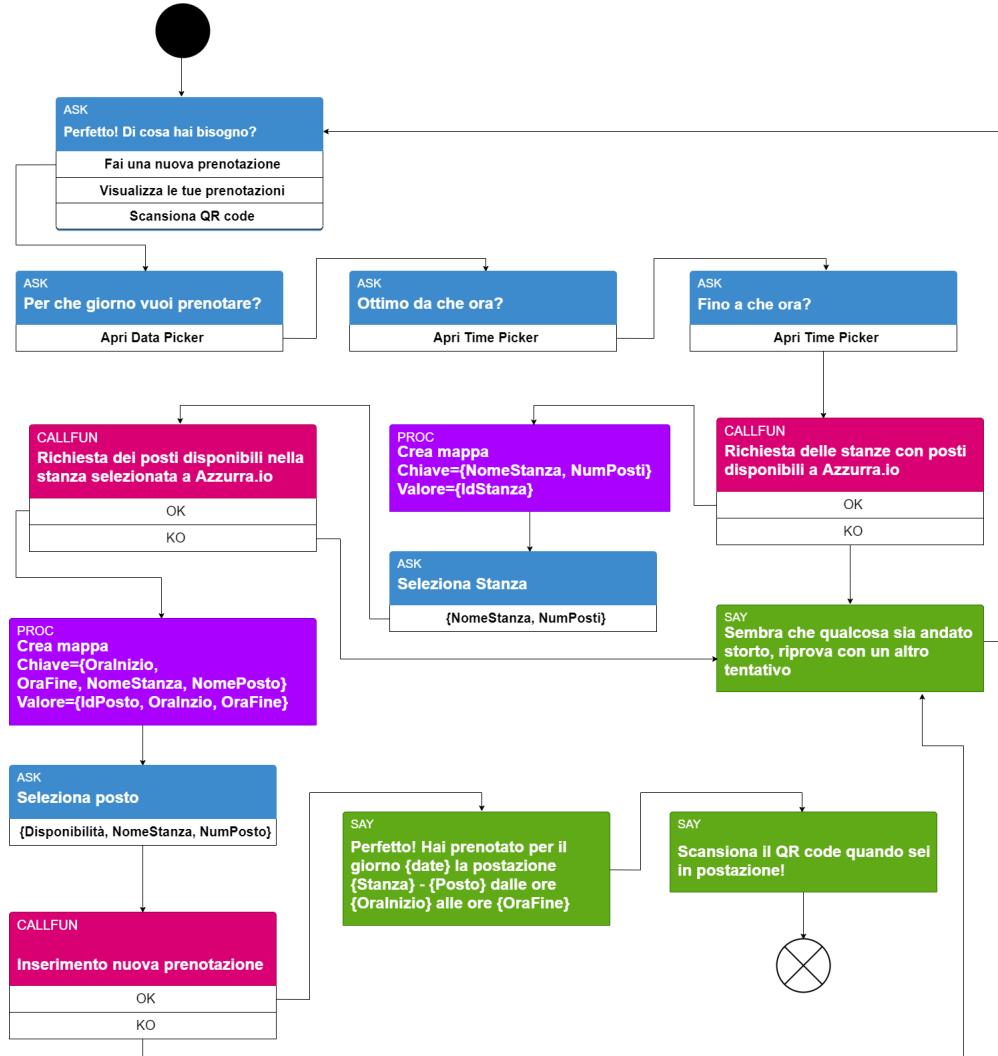


Figura 5.1: Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking

La Figura 5.1 rappresenta il ramo del flusso Deskbook dedicato all'inserimento di una nuova prenotazione. È così composto:

1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente se vuole inserire una nuova prenotazione o scansionare un QR code^[g];
2. Nel caso in cui l'utente voglia inserire una nuova prenotazione, attraverso un blocco ASK viene chiesta la data che vuole inserire per la prenotazione. Viene progettato che l'inserimento della data viene fatta attraverso il DATEPICKER;
3. Successivamente tramite un blocco ASK viene chiesta l'ora di inizio per la prenotazione. L'inserimento dell'ora avviene tramite il TIMEPICKER;

4. Viene rifatta la stessa operazione del punto precedente ma chiedendo la data di terminazione della prenotazione;
5. Terminato il punto precedente, l'utente ha inserito l'intervallo di tempo all'interno del quale desidera effettuare una prenotazione di un posto a sedere. Attraverso il blocco CALLFUN viene chiesto a Azzurra.io quali stanze con posti liberi sono disponibili per la data e l'intervallo inseriti dall'utente;
6. Se non ci sono stanze con posti liberi o l'operazione di richiesta va in errore, attraverso un blocco SAY viene informato l'utente della situazione e ricomincia l'esecuzione dall'inizio del flusso;
7. Se invece ci sono stanze con posti liberi, attraverso il blocco PROC vengono formattati i dati ricevuti in modo da poterli mostrare in una forma adatta alla situazione. In questo caso viene chiesto di creare una mappa con chiave contenente il nome della stanza e il numero dei posti, mentre come valore l'identificativo della stanza. Quando si vorrà mostrare questi dati, verrà solo mostrato la chiave dei dati;
8. Tramite il blocco ASK vengono mostrate le stanze disponibili mostrando i dati secondo la formattazione fatta al punto precedente;
9. L'utente sceglie la stanza è viene controllato se nel frattempo è ancora disponibile e chiede quali posti a sedere sono liberi;
10. Se avviene un errore di connessione o non ci sono più posti liberi si torna al punto 6 spiegato precedentemente;
11. I dati ricevuti vengono formattati attraverso il blocco PROC creando la mappa con chiave contenente ora di inizio, orario di terminazione, nome stanza e nome posto a sedere, mentre come valore conterrà l'identificativo del posto a sedere, l'orario di inizio e di fine;
12. Viene chiesto all'utente, attraverso un blocco ASK, di scegliere uno dei posti a sedere liberi;
13. Viene contattato Azzurra.io con il blocco CALLFUN per inserire la nuova prenotazione;
14. Se avviene un errore nell'inserimento viene eseguito il punto 6;
15. Se l'operazione va a buon fine viene comunicato all'utente l'esito positivo dell'operazione, ricordandogli i dati della prenotazione e di scansionare il QR code^[g] per riscattare il posto a sedere. Il flusso poi termina.

La Figura 5.2 rappresenta il ramo del flusso Deskbook dedicato alla visualizzazione delle prenotazioni. È così composto:

1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente se vuole inserire una nuova prenotazione o scansionare un QR code^[g];
2. Nel caso in cui l'utente voglia visualizzare le sue prenotazioni, viene chiesto attraverso un blocco ASK se vuole sapere le prenotazione del giorno corrente o del giorno successivo o di un altro giorno;

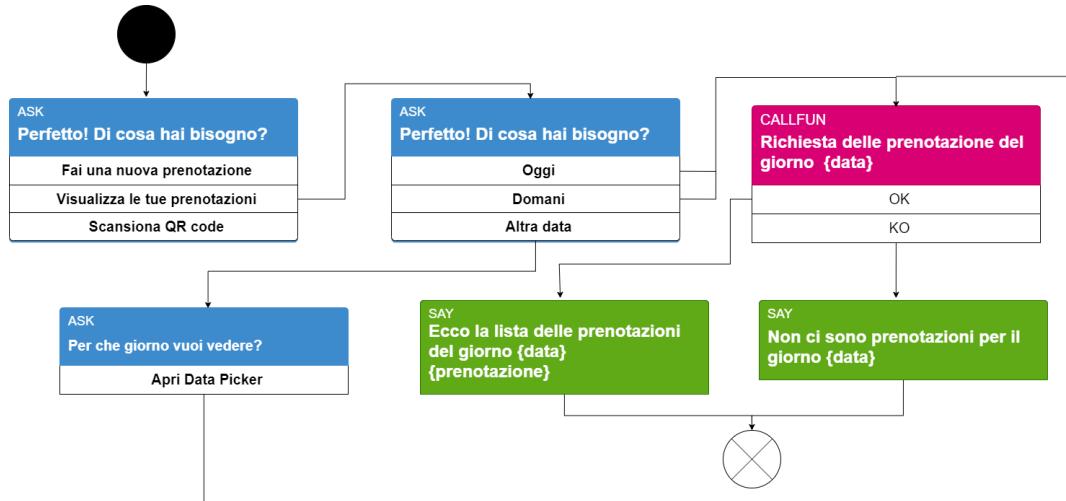


Figura 5.2: Diagramma per la visualizzazione delle prenotazioni del flusso DeskBooking

3. Nel caso l'utente voglia vedere le sue prenotazioni del giorno corrente o del giorno successivo verrà fatta una richiesta a Azzurra.io per ottenere le prenotazioni della data inserita dall'utente. La richiesta viene fatta attraverso il blocco CALLFUN;
4. Se invece l'utente vuole vedere le sue prenotazioni di una data diversa dal giorno corrente o successivo, attraverso un blocco ASK viene chiesta la data che vuole inserire per la visualizzazione. L'inserimento della data viene fatta attraverso il DATEPICKER, successivamente si esegue il punto 3 per la richiesta;
5. Se ci sono prenotazioni queste vengono mostrate all'utente, se invece avviene un errore o non ci sono prenotazioni fatte da lui, verrà avvisato di tale evento. Dopo questo passo il flusso termina

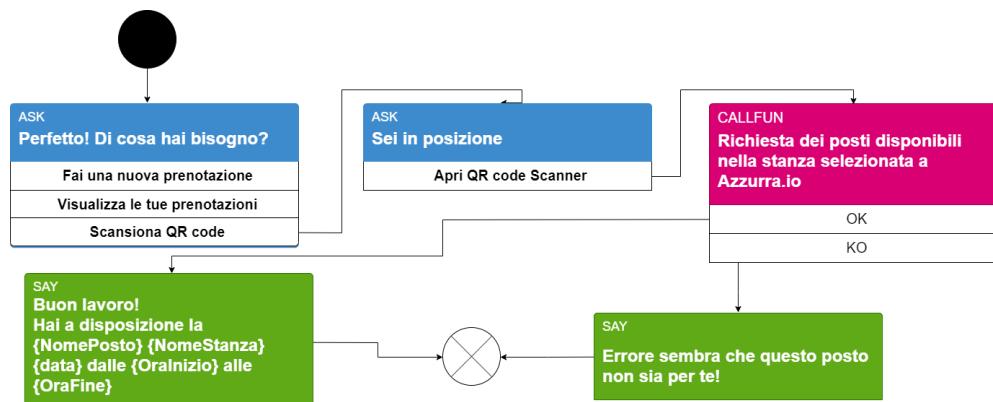


Figura 5.3: Diagramma per lo scansionamento del QR code^[g] del flusso DeskBooking

La Figura 5.3 rappresenta il ramo del flusso Deskbook dedicato allo scansionamento del QR code^[g]. È così composto:

1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente se vuole inserire una nuova prenotazione o scansionare un QR code^[g];
2. Nel caso in cui l'utente voglia scansionare un QR code^[g] per riscattare il suo posto a sedere prenotato, viene chiesto attraverso un blocco ASK di aprire il scannerizzatore di QR code^[g]. Viene usato QRSCANNER per leggere il QR code^[g];
3. Viene chiesto a Azzurra.io attraverso il blocco CALLFUN, se il posto a sedere può essere usato dall'utente;
4. Se l'esito è positivo, viene comunicato all'utente che può usufruire del posto fino al termine della prenotazione. Termina così il flusso;
5. Se l'esito è negativo, viene informato l'utente che non può usare il posto a sedere in quel momento. Termina così il flusso;

5.2.2 Visualizzazione della pianificazione

Nel seguente diagramma viene mostrato l'insieme dei blocchi che fanno parte del flusso conversazionale Planning.

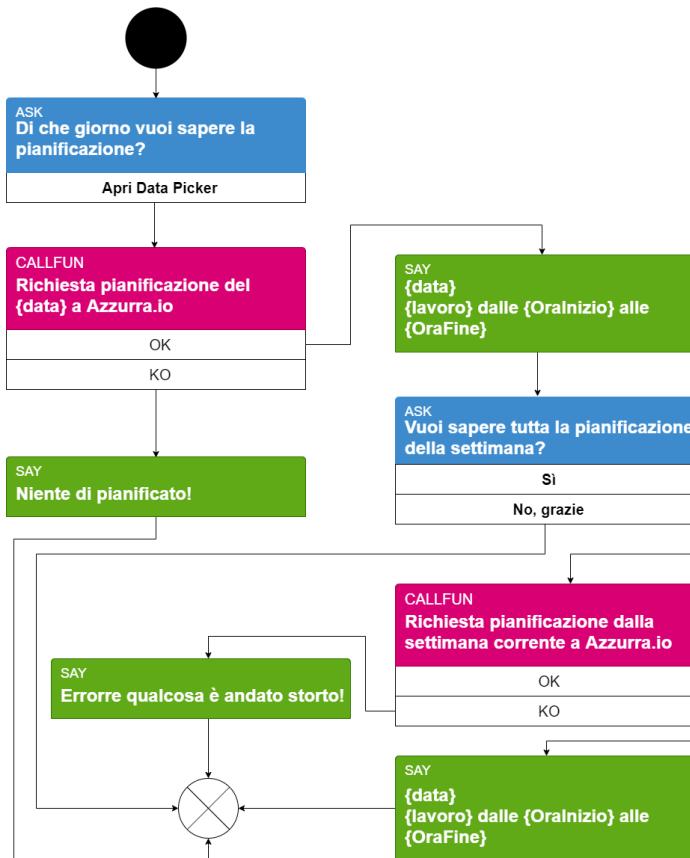


Figura 5.4: Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking

La Figura 5.4 rappresenta il ramo del flusso Planning dedicato alla visione della pianificazione del lavoro da svolgere.

1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all’utente di quale giorno vuole vedere la pianificazione. L’inserimento della data viene fatta attraverso il DATEPICKER;
2. Viene fatta richiesta a Azzurra.io, utilizzando il blocco CALLFUN, di trovare la pianificazione del giorno indicato dall’utente;
3. Se non viene trovato nulla allora l’utente viene avvisato tramite un blocco SAY che non c’è niente di pianificato e il flusso termina;
4. Se invece c’è una pianificazione disponibile per il giorno indicato dall’utente, viene visualizzata attraverso un blocco SAY;
5. Dopo il punto precedentemente descritto viene chiesto con un blocco SAY se si vuole sapere la pianificazione di tutta la settimana;
6. Se l’utente risponde no il flusso termina;
7. Se l’utente risponde sì viene fatta richiesta a Azzurra.io, utilizzando il blocco CALLFUN, di trovare la pianificazione della settimana corrente;
8. Se la richiesta va buon fine viene mostrata la pianificazione della settimana, altrimenti viene mostrato un messaggio. In entrambi i casi il flusso poi termina.

5.3 Codifica

Per implementare i due flussi si sono utilizzati i *framework* Angular e Ionic. Grazie a Angular si è potuto strutturare un’applicazione web come una gerarchia di componenti quindi, attraverso il linguaggio TypeScript si è gestita l’*application logic* mentre con HTML e CSS si è gestita la *presentation logic*. Purtroppo solo l’uso di Angular non basta per poter sviluppare un’applicazione *mobile* e non web, si è quindi usato Cordova, un *framework* che permette di sviluppare un’applicazione mobile multi-piattaforma, quindi sia per Android e sia per iOS, con tecnologie web e inoltre, offre API^[g] per accedere alle funzionalità native del dispositivo, ad esempio la fotocamera. Infatti, Cordova incapsula l’applicazione web e la esegue localmente all’interno di un’applicazione nativa che può interagire con le funzionalità del dispositivo. Per sfruttare le funzionalità di Angular e di Cordova assieme, è stato usato il *framework* Ionic che permette di creare un ambiente integrato che semplifica lo sviluppo di applicazioni offrendo inoltre, componenti grafiche ottimizzate per i dispositivi *mobile*.

Per quanto riguarda la codifica, per prima cosa si è implementato una configurazione JSON per ogni flusso, dove si sono codificati i vari blocchi progettati, utilizzando la sintassi spiegata nel precedente capitolo. Una volta scritte le due configurazioni si è dovuto aggiornare il *main flow* aggiungendo nel primo blocco che viene eseguito, cioè un blocco ASK dove viene chiesto che funzionalità si vuole eseguire, due BlockItem per indicare le due nuove funzionalità offerte dai due flussi prodotti. Oltre alle due nuove scelte, nel *main flow* sono stati aggiunti due blocchi JUMP per permettere di mandare in esecuzione i due nuovi flussi quando l’utente ne richiede l’esecuzione subito dopo la selezione della funzionalità desiderata da parte dell’utente.

Per poter creare i tre Widget, DATEPICKER, TIMEPICKER e QRSCANNER, nel createActions() ho aggiunto tre metodi per ognuno dei tre Widget, che vengono chiamati da createActions() in base al tipo di Widget da creare. In questi tre nuovi metodi viene impostato il testo che devono mostrare e nel caso dei DATEPICKER, TIMEPICKER viene impostato anche il formato del giorno e dell'ora. Per ognuno di questi metodi ho creato un metodo specifico per ogni Widget che si occupa della creazione e dell'apertura, in particolare per il metodo che crea il QRSCANNER, _openQRcode(), viene utilizzato il ModalController di Ionic per creare la classe dove è definita l'interfaccia grafica e i metodi per il funzionamento di QRSCANNER. Il ModalController di Ionic permette di aprire una nuova finestra sopra a quella corrente per visualizzare la componente Ionic definita nella nuova finestra, in questo caso la classe che implementa il lettore di QR code^[g]. Una volta finito di usare la nuova finestra può essere chiusa e ritornare alla finestra precedente che sarà nello stato in cui era prima dell'apertura della nuova finestra. Ho dovuto perciò, implementare la classe che gestisce il lettore QR code^[g], denominata CameraComponent, dove al suo interno richiama il plugin di Cordova, QR Scanner. QR Scanner è un API^[g] che permette di accedere alla fotocamera del dispositivo e di scansionare i QR code^[g]. Vengono perciò definiti due metodi in CameraComponent, un metodo per l'apertura della fotocamera e la lettura del QR code^[g] e per la chiusura della fotocamera che dopo la chiusura, invia l'eventuale valore letto al ModalController. Nel CameraComponent viene definito anche il suo aspetto grafico mostrato nella Figura 4.9.

Nel ChatComponent ho implementato il metodo _initGenericQRCode() il quale aspetta di ricevere il valore letto dal lettore di QR code^[g], che una volta che lo riceve, richiama il metodo sendReply() di AzzurraService per dare inizio al il processo di creazione del messaggio dell'utente umano spiegato nel capitolo precedente.

Per quanto riguarda i metodi per il DATEPICKER e per il TIMEPICKER, essi sono molto simili a quelli per gestire il lettore QR code^[g], l'unica differenza è che i metodi analogi a _openQRcode() quindi _openDatePicker() e _openTimePicker() non utilizzano il ModalComponent ma viene utilizzato l'ion-datetime, una componente grafico offerto da Ionic che può essere configurato per chiedere una data oppure un intervallo temporale, il risultato viene mostrato nella Figura 4.8 e nella Figura 4.7. Quindi in questi due metodi ho definito come si devono presentare i due *picker* e quindi non c'è stato nemmeno bisogno di un *component* apposito che li gestisca come per il QRSCANNER.

5.4 Risultati

Nella Figura 5.5 viene mostrata la chat tra Azzurra e l'utente per la visualizzazione della pianificazione, sia per singolo giorno (prima figura) sia per tutta la settimana(seconda figura).

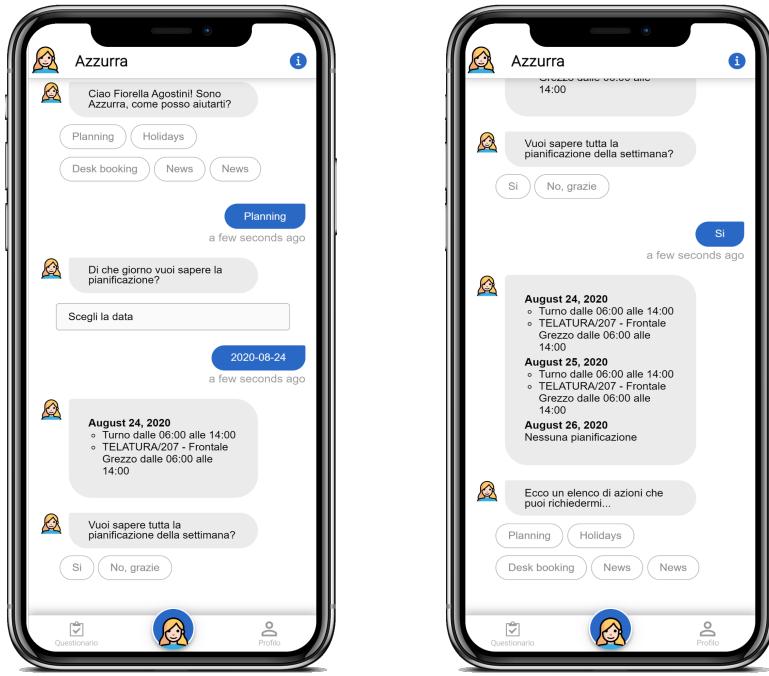


Figura 5.5: Richiesta di visualizzazione della pianificazione

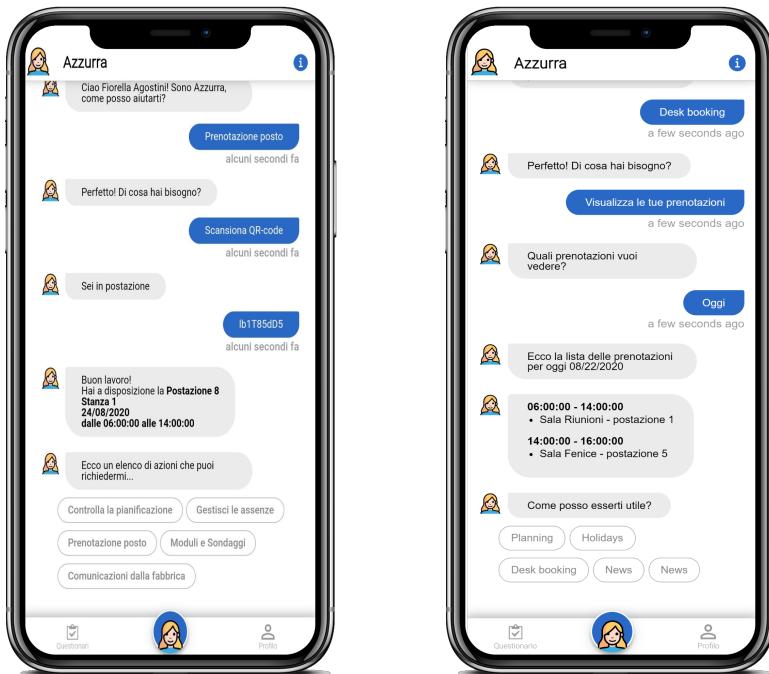


Figura 5.6: Richiesta di visualizzazione delle prenotazioni e scannerizzazione di un QR code

Nella Figura 5.6 viene mostrata la chat tra Azzurra e l’utente per la richiesta di visualizzazione del prenotazione dell’utente (prima figura) e la richiesta di scannerizzare il QR code^[g] per usufruire del posto prenotato (seconda figura).



Figura 5.7: Richiesta di inserimento di una nuova prenotazione

Nella Figura 5.6 viene mostrata la chat tra Azzurra e l’utente per la richiesta di inserimento di una nuova prenotazione. Viene perciò richiesto il giorno e l’intervallo di tempo in cui fare la prenotazione, viene chiesto in quale stanza deve essere il posto da prenotare e infine, viene chiesto quale posto a sedere vuole prenotare tra quelli disponibili secondo i parametri inseriti dall’utente.

5.5 Considerazioni

I risultati ottenuti hanno soddisfatto tutti i requisiti stabili e sono stati soddisfacenti per il tutor aziendale. Dai risultati precedentemente elencati si sono fatte delle considerazioni su come essi potessero essere migliorati in termini di *user experience*. Come scritto l’architettura che supporta Azzurra permette di tenere lo storico dei messaggi e lo stato della conversazione, per una certa durata, in modo da rendere migliore l’interazione tra utente e Azzurra. Un ulteriore miglioramento che può essere adottato è l’introduzione dei comandi vocali. Al momento l’inserimento dei dati da parte dell’utente avviene tramite comandi *touch* cioè, l’utente tocca sullo schermo l’opzione che desiderata. Avvolte l’interazione tramite comandi *touch* può risultare limitante per alcuni utenti ad esempio persone con limitazioni alla vista oppure banalmente il *device* dell’utente in cui c’è applicazione *mobile* risulta essere troppo piccolo e l’utente ha difficoltà a premere i bottini giusti insomma, persone che per qualsiasi motivo hanno

l'impossibilità o la difficoltà a usare le mani per inserire le loro scelte. Grazie ai comandi vocali queste persone riuscirebbero a interagire con Azzurra facilmente sostituendo l'uso delle mani con l'uso della voce. Dalla possibile introduzione dei comandi vocali nascono però altre considerazioni. Il riconoscimento vocale deve essere sufficientemente accurato da capire ciò che dice l'utente perché altrimenti può provocare una sensazione negativa di irritazione o frustrazione nell'utente dovuta al fatto che ciò che dice non viene capito dall'applicazione e quindi non offre una buona *user experience*. In sintesi un possibile modo per migliorare l'*user experience* dell'applicazione è l'introduzione dei comandi vocali ma, tale introduzione deve essere ben implementata valutandone i rischi e costi da affrontare.

6 | TESTING

Nel seguente capitolo verranno descritte le tecnologie utilizzate per costruire una test-suite per l'applicazione mobile e verrà esposto il piano di test stabilito con il tutor aziendale inserendo i risultati ottenuti.

6.1 Test End to End

Il *test End-to-End* è una metodologia di *testing* dell'interfaccia grafica che viene vista dagli utenti dell'applicazione. Ha lo scopo di testare in modo automatizzato se, tutti flussi di esecuzione dell'applicazione, dall'inizio fino alla fine, si stanno comportando come progettato, senza che vengano rilevati degli errori che andrebbero a inficiare sulla qualità dell'applicazione stessa. Perciò il *test E2E* consiste nel simulare degli scenari utente reali ad esempio interazioni attraverso clic sui bottoni da parte degli utenti, in modo da verificare che l'applicazione si comporti nel modo corretto garantendo che vengano soddisfatti i requisiti di alto livello del prodotto. Quindi il *test E2E* verifica l'intera applicazione su tutte le possibili interazione che l'utente può fare, testando inoltre, se vengono trasmesse le informazioni corrette tra le varie componenti dell'applicazione garantendo che l'applicazione funzioni come un unico sistema coerente. Un esempio di *test E2E* possono essere la simulazione dei passi che l'utente deve fare per autenticarsi nell'applicazione, quindi il *test* può essere così composto:

1. Inserisci l'*username* nella casella di testo;
2. Inserisci la *password* nella casella di testo;
3. Clicca il bottone di *login*;
4. Verifica che ti trovi nella pagina principale dell'applicazione dopo l'autenticazione e non più nella pagina di *login*.

Come scritto, i *test E2E* eseguono l'applicazione proprio come se fosse un utente in un ambiente il più vicino possibile alla realtà. Proprio come un utente, i *test E2E* dovrebbero avere una comprensione praticamente nulla dei componenti interni dell'applicazione perché si vuole evitare accoppiamenti non necessari. Infatti, i test di unità e di integrazione sono i luoghi in cui dovrebbe essere nota la composizione interna dell'applicazione, e quindi dove i mock possono essere utilizzati per attivare particolari rami di codice che si ha l'esigenza di testare. Il fatto che i *test E2E* non sanno la struttura interna e il funzionamento dell'applicazione che stanno testando li classifica come *test black-box*.

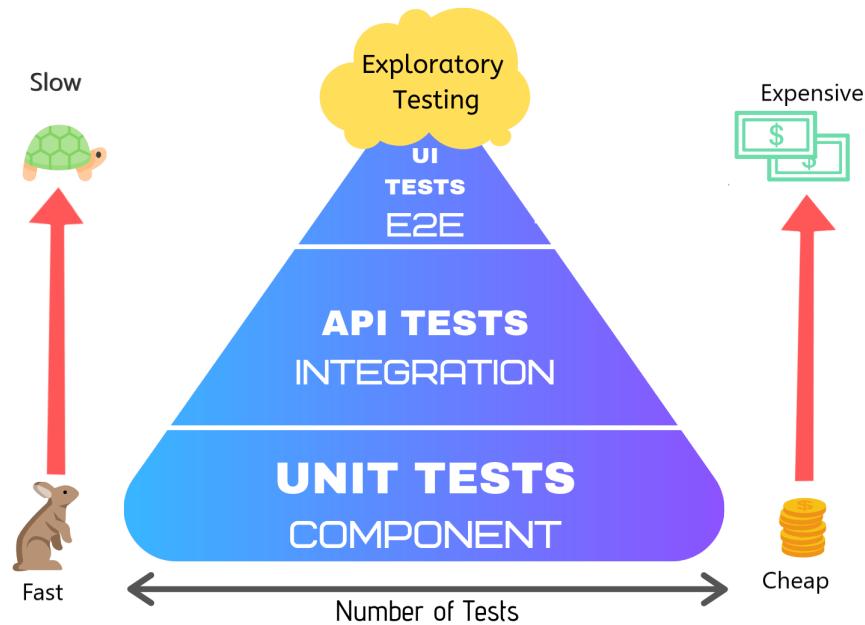


Figura 6.1: Piramide dei test

Come mostra la Figura 6.1, la piramide dei *test* illustra il numero proporzionale di *test* per ogni tipologia di *test* in relazione alla loro velocità d'esecuzione e costi per implementarli. Sebbene i *test* E2E forniscano un grande supporto per testare la correttezza dell'applicazione, sono significativamente più lenti e più costosi rispetto ai test unitari, a causa della loro elevata complessità e onerosità computazionale. Perciò è fondamentale trovare il giusto equilibrio di *test* E2E da implementare senza perderne i vantaggi e senza aumentare i costi per l'implementazione. Una buona applicazione di *test* E2E può essere ad esempio il *testing* di azioni ripetitive che grazie alla fatto che sono *test* automatizzati, risultano essere meno costosi e più efficaci rispetto ai *test* manuali.

6.2 Tecnologie per il testing

Per implementare i *test* E2E sia per la *dashboard* di AWMS sia per l'applicazione *mobile* si sono usate diverse tecnologie tra loro. Per il *testing* della *dashboard* si sono usate le seguenti tecnologie:

- * **Selenium WebDriver;**
- * **Protractor;**
- * **Cucumber.**

Selenium è un framework^[g] che permette di automatizzare l'esecuzione dei *test* all'interno dei browser web^[g]. Ciò è possibile grazie a un insieme di API^[g] detto API WebDriver. Queste API^[g] sono uno standard W3C che rappresentano un'interfaccia di controllo remoto che consente di manipolare elementi del DOM nelle pagine web e di comandare il comportamento dei programmi utente. Inoltre, fornisce un protocollo,

noto come JSON Wire Protocol, per il trasferimento dei dati per varie piattaforme che permettono di automatizzare i *test* sui browser web^[g] come:

- * GeckoDriver per Mozilla Firefox;
- * ChromeDriver per Google Chrome;
- * SafariDriver per Apple Safari;
- * InternetExplorerDriver per Microsoft Internet Explorer;
- * MicrosoftWebDriver o EdgeDriver per Microsoft Edge;
- * OperaChromiumDriver per Opera.

Selenium per eseguire i *test* utilizza un architettura client-server infatti, Selenium utilizza un server web dove espone l'API WebDriver come API REST. Perciò rimane in ascolto per la ricezione dei comandi che compongono i *test*, sotto forma di richieste HTTP. Quando arrivano le richieste le esegue su un browser web^[g] e risponde con una risposta HTTP che rappresenta il risultato dell'esecuzione del comando. Grazie alla standardizzazione delle API^[g] e l'utilizzo di un architettura client-server è possibile eseguire *test* scritti in diversi linguaggi purché supportino l'invio di richieste HTTP. Protractor è un framework^[g] di *test* E2E per applicazioni Angular2+ e AngularJS. Protractor offre un insieme di "localizzatori" cioè metodi che permettono di ricavare gli elementi o il valore dei attributi dall'applicazione web, ma anche di simulare dei *click* come se fosse un utente umano. Per funzionare Protractor all'inizio richiede che sia presente un server Selenium in modo da mandare richieste HTTP per eseguire i *test* E2E.

Infine, Cucumber permette di definire i vari passi che deve fare un *test* automatizzato per simulare le azioni di un utente. Questi passi vengono dichiarati attraverso il linguaggio Gherkin, un linguaggio di facile comprensione. Quindi grazie a Cucumber vengono dichiarati i cosiddetti *step* cioè i passi che devono essere fatti all'interno del *test*, l'insieme dei *step* definisce lo scenario dei test, ad esempio un scenario di test può essere il processo di autenticazioni e gli *step* sono l'inserimento dei dati e l'invio. I vari *step* vengono poi implementati in un linguaggio di programmazione, in questo caso TypeScript utilizzando i metodi offerti da Protractor. Il fatto che vengano dichiarati i passi che il *test* permettono a Cucumber di supportare la BDD. Quando vengono eseguiti i *test* Cucumber controlla se Selenium sta eseguendo le azioni specificate all'interno di un browser web^[g]. Al termine dell'esecuzione Cucumber riesce a stabilire l'esito per ogni *test* inoltre, produce dei *report* sui *test* appena eseguiti documentandone l'esito e la struttura come mostrato in Figura 6.2.

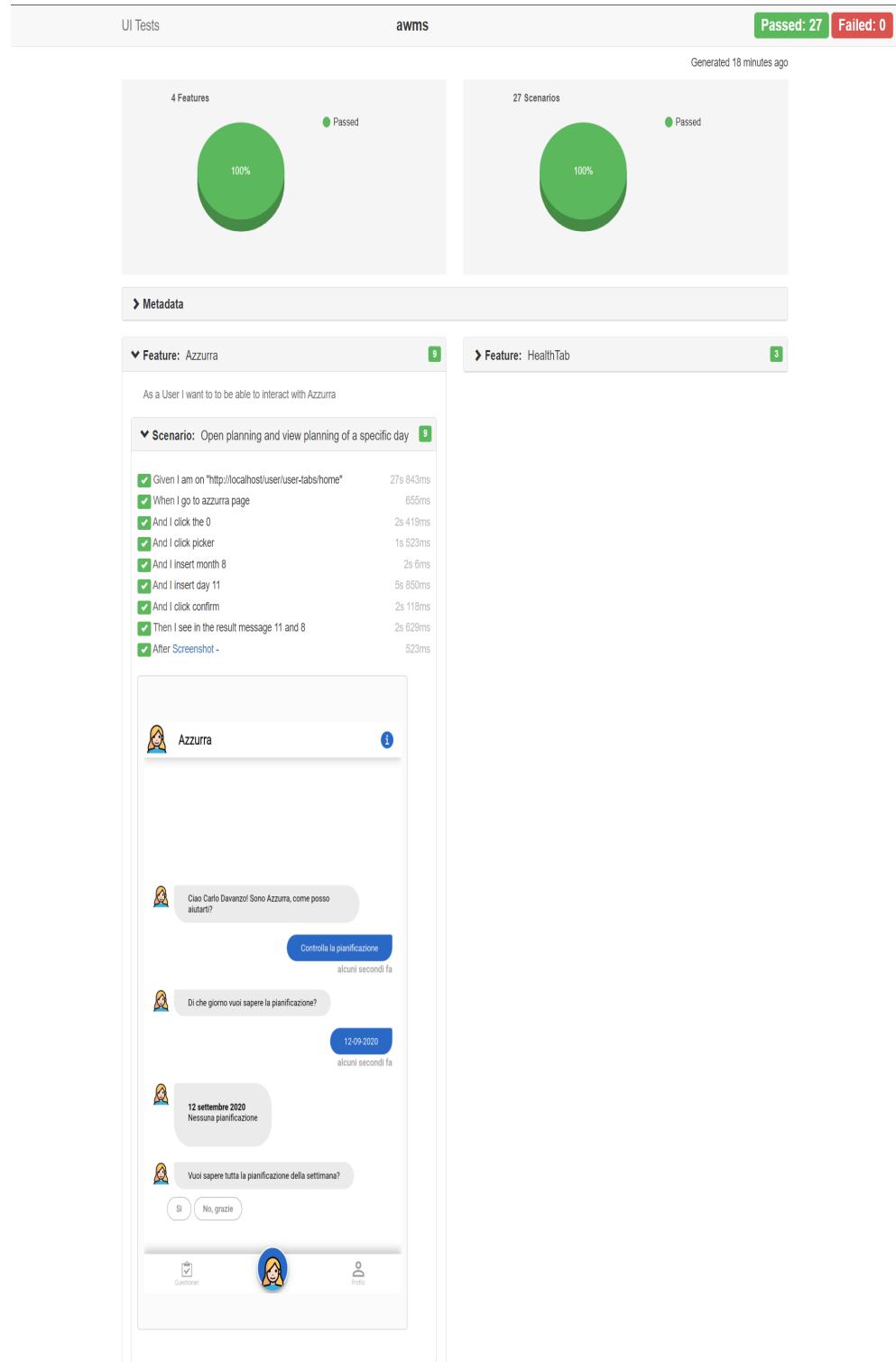
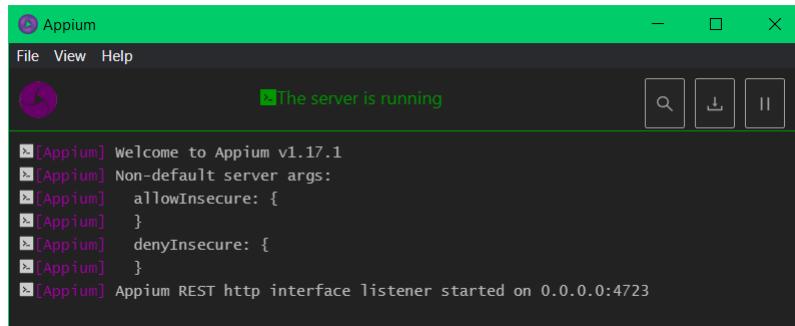


Figura 6.2: Report dei test prodotto da Cucumber

Per l'applicazione *mobile* si è continuato a utilizzare Protractor e Cucumber ma al posto di Selenium si è utilizzato Appium. Viene utilizzato Appium perché offre l'automazione dei *test* per applicazioni native, web mobile e ibride, con la particolarità di essere multi-piattaforma cioè può eseguire i *test* sia su iOS^[g] e Android^[g]. Selenium invece non permette l'esecuzione di *test* su dispositivi *mobile* ma solo su browser web^[g]. Appium utilizza la stessa architettura client-server di Selenium inoltre da esso ne prende anche l'utilizzo dell'API WebDriver in particolare viene utilizzato una variante per il *mobile* del protocollo JSON Wire Protocol noto con il nome di Mobile JSON Wire Protocol.



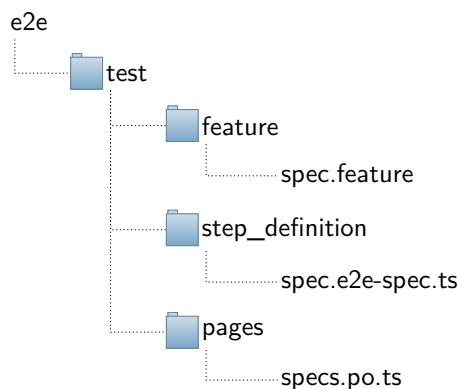
```
The server is running
[Appium] Welcome to Appium v1.17.1
[Appium] Non-default server args:
[Appium]   allowInsecure: [
[Appium]   ]
[Appium]   denyInsecure: [
[Appium]   ]
[Appium] Appium REST http interface listener started on 0.0.0.0:4723
```

Figura 6.3: Schermata del server Appium

Di conseguenza Appium permette di utilizzare qualsiasi linguaggio o framework^[g] che supporti l'invio di richieste HTTP inoltre, non è necessario compilare alcun codice o framework^[g] specifico di Appium perché grazie al Mobile JSON Wire Protocol utilizza i framework per l'automazione dei *test* come UIAutomator perAndroid^[g] e XCTest per iOS^[g].

6.3 Convezione

Su suggerimento del tutor aziendale si è strutturata la *test-suite* da me implementata, nel seguente modo:



- * **feature:** Contiene i file.feature dove vengono indicati gli scenari e gli *step* dei *test* scritti nell'linguaggio Gherkin;

- * **step_definition:** Contiene i file.e2e-spec.ts dove vengono implementati gli *step*, utilizzando i metodi dei file.po.ts. Esiste un file.e2e-spec.ts per ogni file.feature;
- * **pages:** Contiene le cosiddette PageObject, le PageObject sono un design pattern che permettono di scrivere *test* più puliti. Infatti queste PageObject contengono metodi che vengono spesso riutilizzati da più *test* e inoltre, estraggono gli elementi dalla vista. Adottando questo design pattern si ha il vantaggio che se il modello dell'applicazione cambia sarà sufficiente aggiornare solo la pageObject e inoltre si ha il vantaggio di non avere duplicazione del codice. Solitamente si creano più pageObject con metodi tra loro affini.

6.4 Test eseguiti

In comune accordo con il tutor aziendale, sono stati individuati i seguenti *test* E2E che debbano testare l'intera applicazione *mobile* quindi, non solo Azzurra ma anche le sezioni Questionario e Profilo. Per ogni *test* viene, assegnato un codice composto dalla lettera **T** e da un numero progressivo, riportata una descrizione e l'esito del *test*.

Codice	Descrizione	Esito
T1	a	Superato
T2	a	Superato
T3	a	Superato
T4	a	Superato
T5	a	Superato
T6	a	Superato
T7	a	Superato
T8	a	Superato
T9	a	Superato
T10	a	Superato

Tabella 6.1: Tabella del tracciamento dei test E2E

7 | CONCLUSIONI

- 7.1 Consuntivo finale**
- 7.2 Raggiungimento degli obiettivi**
- 7.3 Conoscenze acquisite**
- 7.4 Valutazione personale**

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

API Application Program Interface. 11, 13, 14, 23, 30, 48, 49, 54, 55, 63

AWMS Advanced Workforce Management System. 1–3, 5, 7–9, 13, 22, 30, 54, 63

E2E Test End to End. 5, 9, 10, 53–55

GLOSSARIO

Android È un sistema operativo per dispositivi *mobile* sviluppato da Google e basato sul kernel Linux, progettato principalmente per *smartphone* e *tablet*, interfacce utente specializzate per televisori (Android TV), automobili (Android Auto), orologi da polso (Wear OS), occhiali (Google Glass). L'attuale versione è Android 11. 11

Architettura In informatica con il termine architettura, in questo caso intesa come architettura software, l'organizzazione fondamentale di un sistema, definita dai suoi componenti, dalle relazioni reciproche tra i componenti e con l'ambiente, e i principi che ne governano la progettazione e l'evoluzione. 5

API In informatica con il termine *Application Programming Interface API* (ing. interfaccia di programmazione di un'applicazione) si indica ogni insieme di procedure disponibili al programmatore, di solito raggruppate a formare un set di strumenti specifici per l'espletamento di un determinato compito all'interno di un certo programma. La finalità è ottenere un'astrazione, di solito tra l'hardware e il programmatore o tra software a basso e quello ad alto livello semplificando così il lavoro di programmazione. 61

Applicazione ibrida In informatica si intende applicazioni sviluppate con tecnologie web e vengono eseguite localmente all'interno di un'applicazione nativa. Grazie a ciò possono interagire con il dispositivo ad esempio utilizzare la fotocamera. 11

Applicazione nativa In informatica si intende un'applicazione scritta e compilata per una specifica piattaforma utilizzando i linguaggi di programmazione e librerie supportati dal particolare sistema operativo *mobile*. 10

Applicazione web mobile In informatica si intende pagine web ottimizzate per dispositivi *mobile* scritte utilizzando tecnologie web, in particolare HTML, JavaScript e CSS. Inoltre, le applicazioni web non possono accedere alle funzionalità del dispositivo ad esempio la fotocamera. 10

AWMS È una soluzione software che utilizza algoritmi di Machine learning, per risolvere uno dei problemi cardine di un Plant manager ovvero, la pianificazione ottimale della forza lavoro che ha disposizione. L'obiettivo principale della soluzione è quello di pianificare la persona giusta al posto giusto in base alle competenze tecniche possedute del lavoratore. 61

Bot È un software progettato per simulare una conversazione con un essere umano. Lo scopo principale di questi software è quello di simulare un comportamento umano e sono a volte definiti anche agenti intelligenti e vengono usati per vari scopi come la guida in linea, per rispondere alle FAQ degli utenti che accedono a un sito. In alcuni utilizzano sofisticati sistemi di elaborazione del linguaggio naturale, ma molti si limitano a eseguire la scansione delle parole chiave nella

finestra di input e fornire una risposta con le parole chiave più corrispondenti. 2, 5, 15, 16, 18, 20, 21, 25, 26, 29–31, 36–38, 40, 41, 43

Browser web In informatica si intende un'applicazione per l'acquisizione, la presentazione e la navigazione di risorse sul web. Permette la visualizzazione dei contenuti ipertestuali, e la riproduzione di contenuti multimediali. Tra i browser più popolari vi sono Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Safari, Opera. 10

Electrolux Electrolux è una multinazionale svedese produttrice di elettrodomestici con sede a Stoccolma. 1

Framework In informatica con il termine framework si indica un insieme di elementi software che un programmatore può usare o modificare per realizzare un programma. Rappresenta un astrazione composta da elementi universali e riutilizzabili con lo scopo di facilitare lo sviluppo di un programma e di far applicare buone norme di programmazione. Inoltre, un framework può offrire programmi di supporto, librerie, compilatori e documentazione per l'utilizzo. 10

iOS È un sistema operativo *mobile* sviluppato da Apple per iPhone, iPod touch e iPad. Le versioni principali di iOS vengono distribuite ogni anno. L'attuale versione, iOS 13, è stata distribuita al pubblico il 19 settembre 2019. 11

Licenza MIT La Licenza MIT è una licenza di software libero. È una licenza permissiva, cioè permette il riutilizzo nel software proprietario sotto la condizione che la licenza sia distribuita con tale software. 10

Linguaggio di markup In informatica con il termine linguaggio di markup, un gruppo di regole detti marcatori, attraverso le quali vengono descritti i meccanismi di rappresentazione di un testo. 9

Machine learning Nell'ambito dell'informatica, l'apprendimento automatico è una variante alla programmazione tradizionale nella quale in una macchina si pre-dispone l'abilità di apprendere qualcosa dai dati in maniera autonoma, senza istruzioni esplicite. 2, 63

Plant manager Detto anche responsabile di stabilimento, è colui che presiede e organizza le operazioni quotidiane degli impianti di produzione aziendali, di cui deve assicurare il funzionamento ottimale ed efficiente. Si occupa dei lavoratori, assegnando funzioni e ruoli, definendo orari di lavoro e produzione, formando i neo assunti. Raccoglie e analizza i dati di produzione per trovare eventuali spazi di miglioramento. Si occupa della sicurezza dei lavoratori e quella degli impianti; monitora le apparecchiature di produzione e, in caso di necessità, della loro riparazione o sostituzione. 2, 22, 63

QR code È un codice a barre bidimensionale (o codice 2D), ossia a matrice, composto da moduli neri disposti all'interno di uno schema bianco di forma quadrata, impiegato tipicamente per memorizzare informazioni generalmente destinate a essere lette tramite uno smartphone. ix, 3, 38, 41–47, 49, 51

SCRUM È un framework agile per la gestione del ciclo di sviluppo del software, iterativo ed incrementale, concepito per gestire progetti e prodotti software o applicazioni di sviluppo. Nel proprio manifesto prevede i seguenti punti che lo caratterizzano, le persone e le interazioni sono più importanti dei processi e dei strumenti, meglio avere da subito software funzionante che documentazione ampia, meglio una collaborazione con il cliente piuttosto che fare una negoziazione del contratto, essere in grado di rispondere ai cambiamenti piuttosto che rispettare un piano. I progetti Scrum progrediscono attraverso una serie di sprint che hanno una durata massima di un mese. Negli sprint vengono decisi quali requisiti devono essere soddisfatti, e quindi successivamente, progettati, implementati e testati. 7, 12

WebSocket È una tecnologia web che fornisce canali di comunicazione a due direzioni cioè gli interlocutori possono sia inviare sia ricevere contemporaneamente attraverso una singola connessione TCP. 3, 5, 15, 18–20, 30, 36

BIBLIOGRAFIA
