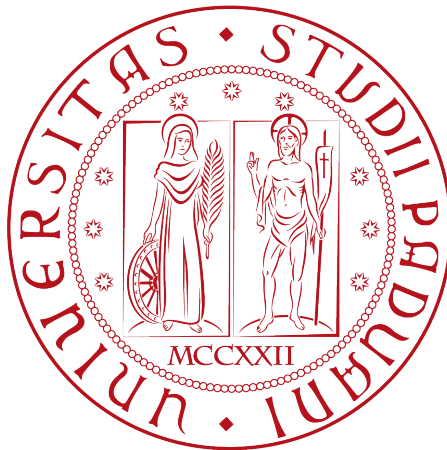


Università degli Studi di Padova  
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "TULLIO  
LEVI-CIVITA"  
CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



Soluzioni digitali nell'ambito Industria 4.0:  
AWMS di AzzurroDigitale

*Tesi di laurea triennale*

*Relatore*

Prof. Tullio Vardanega

*Laureando*

Luca Stocco







Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

— Oscar Wilde

Dedicato a ...



# Sommario

## Organizzazione del testo

**Il secondo capitolo** descrive ...

**Il terzo capitolo** approfondisce ...

**Il quarto capitolo** approfondisce ...

Riguardo la stesura del testo, relativamente al 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 la prima occorrenza dei termini riportati nel glossario viene utilizzata la seguente nomenclatura: *parola*<sup>[gl]</sup>;
- i termini in lingua straniera o facenti parti del gergo tecnico sono evidenziati con il carattere *corsivo*.

*“Then you better start swimmin’ or you’ll sink like a stone  
For the times they are a-changin’ ”*  
— Bob Dylan

# Ringraziamenti

*i ringraziamenti li scriverò dopo la stesura del resto del documento*

*Padova, 18 Dicembre 2019*

Luca Stocco



# Indice

<b>1</b>	<b>Contesto Aziendale</b>	<b>2</b>
1.1	L'azienda . . . . .	2
1.1.1	Obiettivi e valori . . . . .	3
1.1.2	Modello di business . . . . .	3
1.1.3	Prodotti e <i>spin-off</i> . . . . .	4
1.2	Organizzazione interna . . . . .	4
1.3	Processi Aziendali . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Obiettivi dello stage</b>	<b>9</b>
2.1	Lo stage nella strategia aziendale . . . . .	9
2.1.1	Vantaggi Aziendali . . . . .	9
2.1.2	Presentazione dei progetti . . . . .	9
2.1.3	Aspettative aziendali . . . . .	9
2.2	Vincoli . . . . .	9
2.2.1	Vincoli temporali . . . . .	9
2.2.2	Vincoli metodologici . . . . .	10
2.2.3	Vincoli tecnologici . . . . .	10
2.3	Aspettative personali . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Descrizione dello stage</b>	<b>11</b>
3.1	Introduzione ai progetti . . . . .	11
3.1.1	DigitalSnapshot . . . . .	11
3.1.2	AWMS . . . . .	11
3.2	<i>Stack</i> tecnologico . . . . .	11
3.2.1	CakePHP . . . . .	11
3.2.2	PHPUnit . . . . .	11
3.2.3	MySQL e PostgreSQL . . . . .	11
3.2.4	AngularJS e Angular2+ . . . . .	12
3.2.5	Jenkins . . . . .	12
3.2.6	Redis e Docker . . . . .	12
3.3	Integrazione delle tecnologie utilizzate . . . . .	12
3.4	Pianificazione . . . . .	12
3.5	Analisi dei requisiti . . . . .	12
3.6	Progettazione . . . . .	12
3.6.1	Progettazione basi di dati . . . . .	12
3.6.2	Progettazione API . . . . .	12
3.6.3	Progettazione interfacce utente . . . . .	13

3.7	Sviluppo . . . . .	13
3.7.1	Ambiente di sviluppo . . . . .	13
3.7.2	Implementazione basi di dati . . . . .	13
3.7.3	Implementazione moduli di stampa . . . . .	13
3.7.4	Implementazione cruscotti delle analisi . . . . .	13
3.8	Verifica . . . . .	13
3.8.1	Analisi statica . . . . .	13
3.8.2	Analisi dinamica . . . . .	13
3.9	Validazione . . . . .	14

# Elenco delle figure

1.1	Punti focali della storia di AzzurroDigitale. . . . .	2
1.2	Innovation Network di AzzurroDigitale. . . . .	3
1.3	Rappresentazione del <i>framework</i> Scrum. . . . .	7
1.4	Rappresentazione del <i>digitalization factory loop</i> . . . . .	8

# Elenco delle tabelle

# Capitolo 1

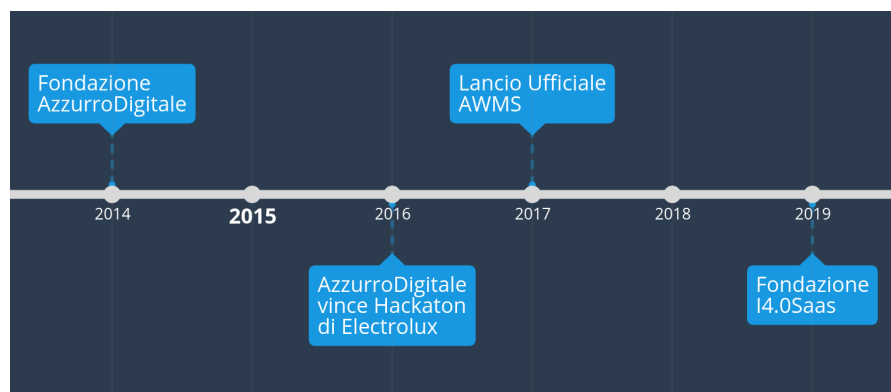
## Contesto Aziendale

### 1.1 L'azienda

AzzurroDigitale è una start-up nata nel 2014, dall'idea di tre giovani padovani, Carlo Pasqualetto, Jacopo Pertile e Antonio Fornari, con l'intento di assistere le aziende nel miglioramento e nella digitalizzazione dei propri processi interni.

Inizialmente, AzzurroDigitale si rivolgeva ad un pubblico formato da piccole e medie imprese, fornendo loro consulenze di strategie aziendali, formazione del personale sugli strumenti digitali da utilizzare e piccoli software su misura.

Il salto di qualità avviene nel 2016, quando AzzurroDigitale partecipa ad una competizione organizzata dal colosso svedese degli elettrodomestici Electrolux, per sviluppare un progetto di pianificazione intelligente della forza lavoro.



**Figura 1.1:** Punti focali della storia di AzzurroDigitale.

La vittoria di questa competizione, ha portato alla nascita del progetto AWMS, prodotto di punta di AzzurroDigitale.

Vista la grossa richiesta di AWMS da parte di importanti aziende nazionali ed internazionali, nel 2019 i tre soci decidono di dare vita ad **I4.0Saas**, uno *spin-off* di AzzurroDigitale, che a partire dal 2020 si occuperà esclusivamente della gestione e dello sviluppo del progetto AWMS.

### 1.1.1 Obiettivi e valori

Il valore cardine sul quale si fonda AzzurroDigitale è la **voglia di innovazione**, requisito fondamentale per un'azienda che opera nell'ambito della *digital transformation*.

AzzurroDigitale si è posta, fin dalla nascita, l'obiettivo di entrare con le proprie soluzioni nelle maggiori aziende manifatturiere mondiali.

### 1.1.2 Modello di business

Il modello di business principale di AzzurroDigitale si orienta fundamentalmente sulla *digital transformation* delle aziende. In questo frangente, nello specifico, AzzurroDigitale opera in due settori:

- **Gestione della forza lavoro:** ovvero la pianificazione ottimale delle risorse umane all'interno di un reparto produttivo;
- **Digitalizzazione dei processi aziendali:** ovvero la trasposizione in maniera automatica e digitale di tutte le attività di un processo che in precedenza venivano effettuate manualmente o in maniera non automatizzata, così da migliorare l'efficienza del processo stesso.



Figura 1.2: Innovation Network di AzzurroDigitale.

Fonte: [Azzurrodigitale.com](http://Azzurrodigitale.com)

Lavorando a stretto contatto con l'ambiente universitario, AzzurroDigitale organizza anche laboratori didattici interattivi, nei quali gli studenti si troveranno ad affrontare alcune delle sfide del mondo lavorativo, proposte da aziende partner.

### 1.1.3 Prodotti e *spin-off*

I prodotti realizzati da AzzurroDigitale riguardano, come accennato, il settore manifatturiero e la gestione della forza lavoro. Sin dalla sua nascita infatti, AzzurroDigitale ha offerto ai propri clienti, software su misura per il monitoraggio e per il miglioramento dei processi legati al reparto di produzione.

Tra questi, è necessario citare *Digital Cockpit*: una webapp sviluppata in collaborazione con Safilo, azienda tra i leader mondiali nella produzione di occhiali.

Si tratta di un'applicazione che monitora i macchinari del reparto produzione e ne registra tutti i parametri di lavoro, fornendo così un cruscotto informativo completo sull'efficienza giornaliera del macchinario, oltre alle tempistiche di lavoro, ai dettagli del prodotto in fase di lavorazione e ai tempi morti del macchinario stesso.

Aumentando il numero di clienti, AzzurroDigitale ha cominciato a sviluppare anche software non legati al singolo cliente, rimanendo sempre nell'ambito della *digital transformation*:

- **AWMS:** *Advanced Workforce Management System* è una soluzione software che, tramite algoritmi di *machine learning*, si occupa di pianificare in maniera ottimale la forza lavoro all'interno di uno stabilimento produttivo, tenendo conto di assenze inaspettate, livello di esperienza dell'operatore in una determinata mansione e certificazioni in possesso di quest'ultimo. Si tratta del prodotto di punta di AzzurroDigitale ed attualmente figurano tra i suoi utilizzatori, aziende rinomate come Electrolux, Safilo Group, Zoppas Industries, Stiga e Ferrari;
- **DigitalSnapshots:** Software sviluppato in collaborazione con Electrolux, ha lo scopo di monitorare lo stato di avanzamento dei progetti all'interno dei vari stabilimenti, fornendo così una panoramica sulle risorse impegnate e/o mancanti nei singoli progetti, la percentuale di avanzamento del progetto stesso, ed il peso in termini di importanza che quel progetto ha all'interno dello stabilimento.

### *Spin-off*

Come accennato ad inizio capitolo, nel corso del 2019 è nata **I4.0Saas**, ovvero un distaccamento di AzzurroDigitale che a partire dal 2020 andrà ad occuparsi della vendita, della gestione e dello sviluppo del software AWMS.

## 1.2 Organizzazione interna

Come descritto in precedenza, AzzurroDigitale crede fortemente nel capitale umano e nello spirito di squadra. Per questo motivo, all'interno di essa non esiste una netta gerarchia del personale: ogni dipendente è considerato alla pari, ed ogni idea o proposta viene discussa e valutata senza pregiudizio.

Tuttavia, il personale può essere suddiviso in base alle competenze e alla propria mansione all'interno dell'azienda. Possiamo quindi trovare i seguenti reparti:

- ***Development***

Questo reparto ha il compito di sviluppare il prodotto, definendo ed implementando tutte le caratteristiche accordate con il cliente, sia a livello logico (*back-end*) che a livello visuale (*front-end*). Fa parte di questo reparto anche la figura del designer, che ha il compito di definire l'interfaccia utente alla quale poi gli sviluppatori dovranno far riferimento;

- ***Consulting***

Questo è un reparto chiave per il modello di business di AzzurroDigitale. È formato da consulenti che hanno lo scopo di analizzare i processi aziendali dei clienti, individuare le inefficienze e proporre delle soluzioni o delle strategie affinché venga massimizzata l'efficienza dello stabilimento. Inoltre, svolgono il ruolo di analista funzionale, che si pone tra il cliente e il team di sviluppo, così da facilitare l'implementazione delle funzionalità richieste;

- ***Human Resources e Formation***

I membri del reparto delle risorse umane hanno un duplice compito in azienda: in primis, si occupano di contattare, valutare ed eventualmente inserire nuovi innesti nei vari reparti. Inoltre, si dedicano alla preparazione di eventi sulla formazione del personale;

- **Amministrazione, Finanza e Controllo**

Questo reparto si occupa della parte economica dell'azienda, gestendo il personale, le spese e i ricavi, verificando inoltre il corretto andamento di tutti i reparti.

## 1.3 Processi Aziendali

Un'adeguata organizzazione interna è fondamentale per raggiungere gli obiettivi e per offrire ai clienti dei servizi adeguati. Pertanto è richiesta la coordinazione tra tutti i reparti, in modo da raggiungere lo scopo aziendale comune.

### Comunicazione

Le comunicazioni interne all'azienda e con i clienti, avvengono prevalentemente tramite e-mail aziendale, così da rendere i contenuti più tracciabili.

Per le comunicazioni più informali ed immediate, invece, si utilizzano software di messaggistica istantanea, quali *Slack*, utilizzato soprattutto nel reparto di sviluppo in quanto permette la creazione di canali di comunicazione specifici per ogni progetto, e *Telegram*, per le comunicazioni generali.

### Gestione di progetto

Per la gestione del progetto, l'azienda si avvale di molteplici strumenti, a seconda delle diverse fasi ed esigenze:

- **Microsoft Office:** Per tutta la documentazione, dalle offerte al tracciamento dei requisiti, passando per la manualistica, viene utilizzata la suite Office di Microsoft;



- **Asana:** Questa applicazione viene utilizzata dal *Project Manager* per l'amministrazione della pianificazione. Essa permette infatti di coordinare le risorse, gestire i task e creare i diagrammi di Gantt, a supporto di uno specifico progetto;
- **Time Report:** Si tratta di un software sviluppato internamente, viene utilizzato per organizzare e tenere traccia delle ore svolte dai singoli dipendenti per ogni commessa a loro assegnata. Grazie alla sua integrazione con un *bot* di *Telegram*, viene utilizzato anche per la segnalazione rapida delle assenze o dei giorni di ferie;
- **Google Calendar:** Questo servizio viene utilizzato per indicare gli impegni di ogni dipendente, in modo da avere una panoramica sulla disponibilità di risorse umane. In aggiunta, viene utilizzato anche per la prenotazione della sala riunioni.

## Sviluppo

La metodologia di sviluppo adottata nell'azienda riguarda il **modello Agile** i cui principi sono riassunti nel Manifesto Agile<sup>1</sup>. Nello specifico, viene seguito il *framework* Scrum, sintetizzato in figura 1.3. Il progetto viene dunque suddiviso in più fasi, dette Sprint. L'obiettivo di ogni Sprint, chiamato Sprint Goal, è quello di portare un prodotto non finito, ma potenzialmente completo e funzionante, secondo gli avanzamenti pianificati per il singolo ciclo. Il susseguirsi di questi cicli di durata fissa, nel mio caso di due settimane, porta incrementi al prodotto fino a che questo non soddisfi tutti i requisiti delineati. Il *framework* Scrum è caratterizzato da una serie di attività prestabilite:

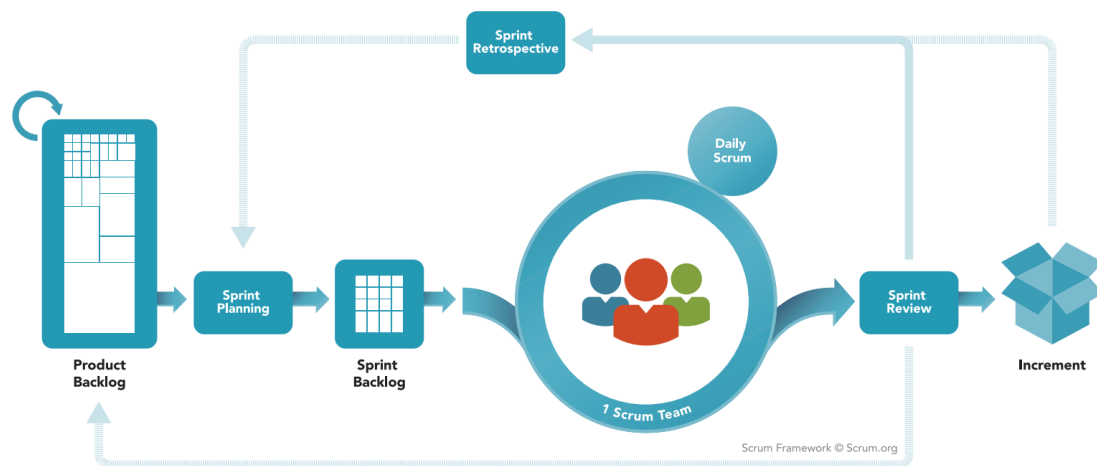
- **Product Backlog:** ovvero una lista di tutte le attività, funzionalità e requisiti del prodotto;
- **Sprint Planning:** si tratta di una riunione svolta all'inizio di ogni Sprint, ed ha lo scopo di definire gli obiettivi da raggiungere (Sprint Goal) e di pianificare le modalità di come portarli a termine (Sprint Backlog);
- **Daily Scrum:** riunione giornaliera in cui il team di sviluppo si aggiorna su cosa è stato fatto il giorno precedente, cosa verrà fatto nelle successive ore lavorative ed eventuali difficoltà affrontate. Lo scopo principale del Daily Scrum è semplificare la collaborazione e l'allineamento del lavoro, e di risolvere eventuali problemi di avanzamento in maniera tempestiva;
- **Sprint Review:** Alla fine dello Sprint si tiene l'incontro di Sprint Review per ispezionare l'incremento e adattare, se necessario, il Product Backlog. Durante la riunione di Sprint Review il Team di Sviluppo e gli *stakeholder* collaborano su ciò che è stato fatto durante lo Sprint. In conformità a questo e dei cambiamenti al Product Backlog fatti durante lo Sprint, i partecipanti collaborano sulle prossime cose che potrebbero esser fatte. Si tratta di un incontro informale e la presentazione dell'Incremento ha lo scopo di suscitare commenti e promuovere la collaborazione;

---

<sup>1</sup> *Manifesto Agile*. URL: <http://agilemanifesto.org/iso/it/>

- **Sprint Retrospective:** La Sprint Retrospective è l'occasione per il Team Scrum per ispezionare se stesso e creare un piano di miglioramento da attuare durante il prossimo Sprint.

## SCRUM FRAMEWORK



**Figura 1.3:** Rappresentazione del *framework* Scrum.

**Fonte:** [Scrum.org](https://www.scrum.org)

AzzurroDigitale ha deciso di adottare la metodologia agile per lo sviluppo software in quanto permette all'azienda di essere molto elastica rispetto ad eventuali cambiamenti dei requisiti iniziali, oltre che a permettere il *deploy* di un prodotto non finito, ma potenzialmente completo e funzionante al termine di ogni Sprint, riuscendo così ad avere un *feedback* sul prodotto nel minor tempo possibile.

### *Consulting*

A differenza del reparto di sviluppo, il reparto di *consulting* ha adottato un approccio lavorativo originale, studiato e realizzato in collaborazione con il dipartimento di Ingegneria Gestionale dell'Università di Padova, chiamato "*The digitalization factory loop*".

È possibile riassumere questo approccio in tre semplici frasi, ognuna delle quali corrisponde ad una fase del processo, "*Make it Clear, Make it Tangible, Make it Real*".

Questo approccio dunque, consiste nello scomporre il processo in 3 fasi distinte e ripeterle fino al raggiungimento dell'obiettivo:

- ***Make it clear:*** in questa fase si definiscono degli obiettivi digitali prioritari cercando di comprendere come la tecnologia può essere utilizzata per il successo aziendale e in che modo è bene indirizzare gli investimenti;
- ***Make it Tangible:*** dagli obiettivi digitali si passa ai progetti digitali, così da definire in modo tangibile la strategia digitale. In questo step dei team operativi composti da impiegati verranno creati per generare la strategia;



**Figura 1.4:** Rappresentazione del *digitalization factory loop*.

**Fonte:** [Azzurrodigitale.com](https://www.azzurrodigitale.com)

- ***Make it Real:*** in questa fase i progetti vengono concretamente realizzati attraverso un'implementazione day-by-day e la coordinazione dei team di lavoro con specifiche metodologie di project management.

# Capitolo 2

## Obiettivi dello stage

*Brevissima introduzione al capitolo*

### 2.1 Lo stage nella strategia aziendale

Importanza dello stage in AzzurroDigitale

#### 2.1.1 Vantaggi Aziendali

Vantaggi per l'azienda:

- partecipazione a stageIT consente all'azienda di entrare in contatto con i laureandi
- formazione di personale giovane e selezionato
- nuove idee e punti di vista

#### 2.1.2 Presentazione dei progetti

descrizione generale dei progetti:

- le idee che stanno dietro a questi
- peculiarità
- differenze con la concorrenza

#### 2.1.3 Aspettative aziendali

definizione e classificazione degli obiettivi da raggiungere

### 2.2 Vincoli

#### 2.2.1 Vincoli temporali

ore di lavoro complessive, scadenze sprint e scadenze di progetto

### **2.2.2 Vincoli metodologici**

- monday meeting
- interazione diretta con il cliente
- scrum
- Poc

### **2.2.3 Vincoli tecnologici**

stack tecnologico definito in avvio di progetto

## **2.3 Aspettative personali**

- come ho conosciuto AD
- perchè AD?
- aspettative sul lavorare in una startup, imparare il way of working

# Capitolo 3

## Descrizione dello stage

*Breve introduzione al capitolo*

### 3.1 Introduzione ai progetti

breve introduzione

#### 3.1.1 DigitalSnapshot

- descrizione
- architettura
- obiettivi

#### 3.1.2 AWMS

- descrizione
- architettura
- obiettivi

### 3.2 *Stack* tecnologico

#### 3.2.1 CakePHP

framework che facilita la creazione di applicazioni web

#### 3.2.2 PHPUnit

framework per testare codice php

#### 3.2.3 MySQL e PostgreSQL

descrizione dei database utilizzati

### **3.2.4 AngularJS e Angular2+**

framework per realizzazione della parte front-end

### **3.2.5 Jenkins**

framework per continuous integration

### **3.2.6 Redis e Docker**

descrizione applicazioni ed utilizzo

## **3.3 Integrazione delle tecnologie utilizzate**

descrizione di come sono stati integrati tra loro i vari framework utilizzati

## **3.4 Pianificazione**

pianificazione in base alle scadenze di progetto, agli sprint programmati e agli impegni accademici personali

## **3.5 Analisi dei requisiti**

- descrizione di come sono stati stilati i requisiti
- classificazione dei requisiti
- definizione dei requisiti

## **3.6 Progettazione**

descrizione della sezione, se necessaria

### **3.6.1 Progettazione basi di dati**

- importanza di una buona progettazione del db
- modifiche apportate alle basi di dati

### **3.6.2 Progettazione API**

- architettura REST, quindi importanza delle API
- progettazione e descrizione API più significative

### 3.6.3 Progettazione interfacce utente

- da mockup a GUI
- limitazioni applicative (per natura della webapp => poco responsive e poca accessibilità)

## 3.7 Sviluppo

### 3.7.1 Ambiente di sviluppo

- tool utilizzati (phpstorm, postman, DevTools di chrome, jenkins)
- modalità di sviluppo (norme di stesura del codice, TDD, documentazione del codice)
- utilizzo di git e gitflow per lo sviluppo in team

### 3.7.2 Implementazione basi di dati

- creazione tabelle
- Model, Table, Entity (cakephp)
- Migrations

### 3.7.3 Implementazione moduli di stampa

- stampa su file .xlsx e/o .pdf
- front-end => dialog con scelta di opzioni di stampa
- back-end => design pattern applicati e principi SOLID

### 3.7.4 Implementazione cruscotti delle analisi

- importanza dei cruscotti di analisi - implementazione libreria chart.js

## 3.8 Verifica

### 3.8.1 Analisi statica

- front-end => ESLint
- back-end => Parallel Lint, CodeSniffer e PHPStan

### 3.8.2 Analisi dinamica

- creazione dei test prima della codifica (TDD)
- classificazione dei test



- esecuzione automatica dei test d'unità e di integrazione. Test di sistema effettuati manualmente
- framework utilizzati: phpUnit per back-end, karma/jasmine per front-end

### 3.9 Validazione

bilancio dei requisiti soddisfatti