

# Piano di Qualifica

Contatti: [swateng.team@gmail.com](mailto:swateng.team@gmail.com)

Versione: 2.0



**Registro delle Modifiche**

Versione	Data	Descrizione	Autore	Ruolo	Verificatore
2.0	04-04-2024	Approvazione finale	Riccardo Toniolo	Responsabile	
1.12	04-04-2024	Stesura considerazioni finali pre-PB	Nancy Kalaj	Amministratore	Riccardo Toniolo
1.11	04-04-2024	Inserimento metriche sprint 15 e commenti	Riccardo Costantin	Amministratore	Nancy Kalaj, Giacomo D'Ovidio
1.10	28-03-2024	Inserimento metriche sprint 14	Riccardo Costantin	Amministratore	Nancy Kalaj, Giacomo D'Ovidio
1.9	28-03-2024	Aggiunti valori metriche di efficienza	Matteo Rango	Amministratore	Nancy Kalaj
1.8	25-03-2024	Stesura "Strategie di testing"	Riccardo Costantin	Amministratore	Nancy Kakaj
1.7	21-03-2024	Inserimento metriche sprint 13	Simone Caregnato	Amministratore	Matteo Rango, Riccardo Toniolo
1.6	19-03-2024	Raffinamento metriche di "Qualità di processo - codifica" e "Qualità di prodotto"	Simone Caregnato, Matteo Rango	Amministratore	Nancy Kakaj
1.5	14-03-2024	Inserimento metriche sprint 12	Matteo Rango	Amministratore	Riccardo Costantin, Nancy Kakaj
1.4	07-03-2024	Inserimento metriche sprint 11	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	Riccardo Costantin
1.3	05-03-2024	Aggiornamento test di sistema in concomitanza a modifica Adr	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	Riccardo Costantin
1.2	29-02-2024	Inserimento metriche sprint 10	Nancy Kalaj	Amministratore	Giacomo D'Ovidio
1.1	22-02-2024	Inserimento metriche sprint 9	Riccardo Costantin	Amministratore	Nancy Kalaj
1.0	21-01-2024	Approvazione finale	Nancy Kalaj	Responsabile	
0.13	21-01-2024	Stesura considerazioni finali pre-RTB"	Nancy Kalaj	Responsabile	
0.12	21-01-2024	Inserimento metriche sprint 8	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	
0.11	17-01-2024	Aggiornamento specifiche di test	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	
0.10	13-01-2024	Inserimento metriche sprint 7	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	
0.9	05-01-2024	Inserimento metriche sprint 5 e 6 e modifiche a sezioni "Introduzione" "Scopo" "Qualità di processo" "Qualità di prodotto"	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	
0.8	25-12-2023	Inserimento metriche sprint 3 e 4 e modifiche a testing di accettazione e sistema	Giacomo D'Ovidio	Amministratore	
0.7	24-12-2023	Stesura sezione testing di accettazione e testing di sistema	Riccardo Toniolo	Amministratore	
0.6	23-12-2023	Aggiunte checklist per verifica tramite Inspection	Riccardo Toniolo	Amministratore	
0.5	18-12-2023	Miglioramento sezioni "Introduzione" e "Scopo"; aggiunta sezione "Glossario"	Matteo Rango	Responsabile	
0.4	17-12-2023	Inserimento metriche sprint 1 e 2	Nancy Kalaj	Amministratore	
0.3	17-12-2023	Ampliamento sezione "Qualità di processo" e stesura sezioni "Qualità di prodotto" "Cruscotto delle metriche"	Nancy Kalaj	Amministratore	
0.2	28-11-2023	Inizio stesura sezione "Qualità di processo"	Riccardo Costantin	Amministratore	
0.1	27-11-2023	Stesura iniziale "Introduzione"	Riccardo Costantin	Amministratore	

# Indice

1	Introduzione .....	7
1.1	Scopo .....	7
1.2	Glossario .....	7
1.3	Riferimenti .....	7
1.3.1	Normativi .....	7
1.3.2	Informativi .....	7
2	Qualità di processo .....	8
2.1	Processi primari .....	8
2.1.1	Fornitura .....	8
2.1.2	Sviluppo .....	8
2.1.2.1	Codifica .....	8
2.2	Processi di supporto .....	9
2.2.1.1	Documentazione .....	9
2.2.1.2	Gestione della qualità .....	9
3	Qualità di prodotto .....	10
3.1	Funzionalità .....	10
3.2	Manutenibilità .....	10
3.3	Usabilità .....	10
3.4	Affidabilità .....	10
3.5	Efficienza .....	11
4	Strategie di testing .....	12
4.1	Test di accettazione .....	12
4.1.1	Tracciamento dei test di accettazione .....	18
4.2	Test di sistema .....	20
4.2.1	Tracciamento dei test di sistema .....	26
4.3	Test di integrazione .....	27
4.4	Test di unità .....	29
4.5	Liste di controllo .....	32
4.5.1	Struttura dei documenti .....	32
4.5.2	Errori ortografici, di lingua italiana e di forma .....	33
4.5.3	Non conformità con le <i>Norme di Progetto</i> .....	34
4.5.4	<i>Analisi dei Requisiti</i> .....	35
5	Cruscotto della qualità .....	36
5.1	Qualità di processo - fornitura .....	36
5.1.1	Estimate At Completion .....	36
5.1.2	Budget Variance e Schedule Variance .....	38
5.1.3	Actual Cost e Estimate To Complete .....	39
5.1.4	Earned Value e Planned Value .....	40
5.2	Qualità di processo - documentazione .....	41

5.2.1 Indice Gulpease .....	41
5.2.2 Correttezza Ortografica .....	42
5.3 Qualità di processo - codifica .....	43
5.4 Qualità di processo - gestione della qualità .....	44
5.4.1 Metriche Non Soddisfatte .....	44
5.5 Qualità di prodotto .....	45
5.5.1 Funzionalità .....	45
5.5.2 Manutenibilità .....	45
5.5.3 Usabilità .....	46
5.5.4 Affidabilità .....	47
5.5.5 Efficienza .....	48
5.6 Considerazioni finali in vista della revisione $RTB_G$ .....	48
5.7 Considerazioni finali in vista della revisione $PB_G$ .....	51

## Elenco delle Figure

Figure 1: Valutazione Estimate At Completion. ....	36
Figure 2: Valutazione Budget Variance e Schedule Variance. ....	38
Figure 3: Valutazione Actual Cost e Estimate To Complete. ....	39
Figure 4: Valutazione Earned Value e Planned Value. ....	40
Figure 5: Valutazione Indice Gulpease. ....	41
Figure 6: Valutazione Correttezza Ortografica. ....	42
Figure 7: Valutazione Metriche Codifica, in particolare il numero delle violazioni riscontrate. ....	43
Figure 8: Valutazione Metriche Non Soddisfatte. ....	44
Figure 9: Valutazione requisiti obbligatori, desiderabili e opzionali. ....	45
Figure 10: Valutazione facilità di utilizzo. ....	46
Figure 11: Valutazione metriche statement e branch coverage. ....	47
Figure 12: Valutazione metrica passed test. ....	47

## Elenco delle Tabelle

Table 1: Tabella metriche per il processo di fornitura. ....	8
Table 2: Tabella metriche per l'attività di codifica. ....	8
Table 3: Tabella metriche per il processo di documentazione. ....	9
Table 4: Tabella metriche per il processo di gestione della qualità. ....	9
Table 5: Tabella metriche per la funzionalità del prodotto. ....	10
Table 6: Tabella metriche per la manutenibilità del prodotto. ....	10
Table 7: Tabella metriche per l'usabilità del prodotto. ....	10
Table 8: Tabella metriche per l'affidabilità del prodotto. ....	10
Table 9: Tabella metriche per l'efficienza del prodotto. ....	11
Table 10: Test di accettazione. ....	12
Table 11: Tracciamento dei test di accettazione. ....	18
Table 12: Test di sistema. ....	20
Table 13: Tracciamento dei test di sistema. ....	26
Table 14: Test di integrazione. ....	28
Table 15: Test di unità. ....	29
Table 16: Lista di controllo per la struttura dei documenti. ....	32
Table 17: Lista di controllo per gli errori ortografici, di lingua italiana e di forma. ....	33
Table 18: Lista di controllo per le non conformità con le <i>Norme di Progetto</i> . .	34
Table 19: Lista di controllo per l' <i>Analisi dei Requisiti</i> . ....	35
Table 20: Massimo e minimo delle metriche SFIN e SFOUT .....	45
Table 21: Tempo di apprendimento del prodotto .....	46
Table 22: Tabella delle metriche di efficienza a massimo carico .....	48

# 1 Introduzione

Il *Piano di Qualifica* è un documento che delinea le strategie e le attività mirate a garantire la qualità del prodotto e propone di guidare il team attraverso un percorso di miglioramento continuo, principio a cui anch'esso è soggetto. Il documento viene regolarmente aggiornato in modo tale da guidare gli sforzi di qualità sulla base delle mutevoli esigenze del progetto, garantendo così che il processo e il prodotto crescano e si evolvano con il tempo.

Il documento costituisce un impegno concreto per assicurare la qualità in modo costante nel corso del progetto.

## 1.1 Scopo

Questo documento ha lo scopo di garantire la qualità del processo e del prodotto attraverso diversi passaggi fondamentali.

La definizione di metriche quantitative e la loro periodica misurazione permettono al team di valutare l'andamento del progetto e di intraprendere decisioni che ne permettano la costante ottimizzazione.

Si propone inoltre di guidare il team attraverso tutte le fasi di testing: dalla pianificazione dei test fino alla valutazione dei risultati ottenuti.

## 1.2 Glossario

Al fine di evitare possibili ambiguità relative al linguaggio utilizzato nei documenti, viene fornito il *Glossario v2.0*, nel quale sono presenti tutte le definizioni di termini aventi un significato specifico che vuole essere disambiguato. Tali termini, sono scritti in *corsivo* e marcati con una *g* a pedice. Un'attività che comprende l'inserimento di un termine di glossario può considerarsi conclusa solo nel momento in cui il termine viene scritto e spiegato nel *Glossario*.

## 1.3 Riferimenti

### 1.3.1 Normativi

- *Norme di Progetto v2.0*;
- Documento e presentazione di capitolato d'appalto C6 - InnovaCity:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Progetto/C6.pdf> (05/12/2023)
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Progetto/C6p.pdf> (20/11/2023)
- Regolamento di progetto:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/PD2.pdf> (15/03/2024)

### 1.3.2 Informativi

- Slide dell'insegnamento di Ingegneria del Software:
  - Qualità del software:
    - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T7.pdf> (29/11/2023)
  - Qualità di processo:
    - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T8.pdf> (05/12/2023)
  - Verifica e Validazione:
    - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T9.pdf> (18/12/2023)
    - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T10.pdf> (04/01/2024)
    - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T11.pdf> (04/01/2024)

## 2 Qualità di processo

La qualità di processo si fonda sull'assunto che, al fine di ottenere un prodotto che soddisfi determinati standard di qualità, è necessario che i processi che lo sottendono siano sottoposti a controlli periodici con lo scopo ultimo di ottimizzarli. Il concetto di qualità di processo viene dunque applicato all'intero spettro di attività, pratiche e metodi utilizzati lungo l'intero ciclo di vita del software. In sintesi, la qualità di processo mira a rendere la qualità una parte integrante del prodotto, garantendo che sia costruita nel processo stesso e non sia solo un obiettivo secondario. Di seguito vengono presentate le metriche che il team si impegna a soddisfare nel contesto della qualità di processo. Come presentato nel documento *Norme di Progetto v2.0*, la sigla MPC sta ad indicare le metriche di processo.

### 2.1 Processi primari

#### 2.1.1 Fornitura

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPC-EV	Earned Value	$\geq 0$	$\leq \text{EAC}$
MPC-PV	Planned Value	$\geq 0$	$\leq \text{BAC}$
MPC-AC	Actual Cost	$\geq 0$	$\leq \text{EAC}$
MPC-CPI	Cost Performance Index	tra 0.95 e 1.05	1
MPC-EAC	Estimate At Completion	deviazione del $\pm 5\%$ dal BAC	BAC
MPC-ETC	Estimate To Completion	$\geq 0$	$\leq \text{EAC}$
MPC-VAC	Variance At Completion	deviazione del $\pm 10\%$ dal BAC	0%
MPC-SV	Schedule Variance	deviazione del $\pm 10\%$ dal BAC	0%
MPC-BV	Budget Variance	deviazione del $\pm 10\%$ dal BAC	0%

Table 1: Tabella metriche per il processo di fornitura.

#### 2.1.2 Sviluppo

##### 2.1.2.1 Codifica

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPC-ATC	Attributi per Classe	$\leq 6$	$\leq 4$
MPC-PM	Parametri per Metodo	$\leq 5$	$\leq 4$
MPC-LCM	Linee di Codice per Metodo	$\leq 25$	$\leq 20$

Table 2: Tabella metriche per l'attività di codifica.



## 2.2 Processi di supporto

### 2.2.1.1 Documentazione

<b>Metrica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore accettazione</b>	<b>Valore ideale</b>
MPC-IG	Indice Gulpease	$\geq 60$	100
MPC-CO	Correttezza Ortografica	0	0

Table 3: Tabella metriche per il processo di documentazione.

### 2.2.1.2 Gestione della qualità

<b>Metrica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore accettazione</b>	<b>Valore ideale</b>
MPC-MNS	Metriche Non Soddisfatte	$\leq 3$	0

Table 4: Tabella metriche per il processo di gestione della qualità.

### 3 Qualità di prodotto

La qualità di prodotto è volta alla valutazione del software realizzato: l'attenzione è rivolta ad attributi quali usabilità, funzionalità, affidabilità, manutenibilità, ma più in generale alle prestazioni del prodotto. L'obiettivo è, dunque, assicurare che il software non solo implementi le funzionalità volute dal cliente e funzioni correttamente, ma che lo faccia seguendo le indicazioni di precisi standard di qualità. Di seguito vengono presentate le metriche che il team si impegna a soddisfare nel contesto della qualità di prodotto. Come presentato nel documento *Norme di Progetto v2.0* la sigla MPD sta ad indicare le metriche di prodotto.

#### 3.1 Funzionalità

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPD-ROS	Requisiti Obbligatori Soddisfatti	100%	100%
MPD-RDS	Requisiti Desiderabili Soddisfatti	$\geq 0\%$	$\geq 75\%$
MPD-ROPS	Requisiti Opzionali Soddisfatti	$\geq 0\%$	$\geq 50\%$

Table 5: Tabella metriche per la funzionalità del prodotto.

#### 3.2 Manutenibilità

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPD-SFIN	Structure Fan In	massimizzare	massimizzare
MPD-SFOUT	Structure Fan Out	minimizzare	minimizzare
MPD-CCM	Complessità Ciclomatica per Metodo	$\leq 5$	$\leq 4$

Table 6: Tabella metriche per la manutenibilità del prodotto.

#### 3.3 Usabilità

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPD-FU	Facilità di Utilizzo	$\leq 7$ click	$\leq 5$ click
MPD-TA	Tempo di Apprendimento	$\leq 10$ minuti	$\leq 5$ minuti

Table 7: Tabella metriche per l'usabilità del prodotto.

#### 3.4 Affidabilità

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPD-PTCP	Passed Test Cases Percentage	$\geq 80\%$	100%
MPD-BC	Branch Coverage	$\geq 80\%$	100%
MPD-SC	Statement Coverage	$\geq 80\%$	100%

Table 8: Tabella metriche per l'affidabilità del prodotto.

### 3.5 Efficienza

Metrica	Descrizione	Valore accettazione	Valore ideale
MPD-CPUU	Maximum CPU Usage	$\leq 20\%$	$\leq 15\%$
MPD-RAMU	Maximum RAM Usage	$\leq 3 \text{ GB}$	$\leq 2\text{GB}$
MPD-TDE	Tempo Di Elaborazione	$\leq 6\text{s}$	$\leq 4\text{s}$

Table 9: Tabella metriche per l'efficienza del prodotto.

## 4 Strategie di testing

In questa sezione viene esposto il piano di testing che verrà utilizzato per garantire la correttezza finale del prodotto. Come enunciato nel documento *Norme di Progetto v2.0*, il piano segue il *modello a V<sub>G</sub>*, il quale associa ad ogni fase di sviluppo una corrispondente tipologia di testing. Tali tipologie sono le seguenti:

- **Test di unità:** si verifica il corretto funzionamento delle unità componenti il *sistema<sub>G</sub>*. Un'unità rappresenta un elemento indivisibile e indipendente del *sistema<sub>G</sub>*;
- **Test di integrazione:** si verifica il corretto funzionamento di più unità che cooperano per svolgere uno specifico compito (tali unità devono certamente aver superato i loro test di unità precedentemente);
- **Test di *sistema<sub>G</sub>*:** si verifica il corretto funzionamento del *sistema<sub>G</sub>* nella sua interezza. I requisiti funzionali obbligatori, di vincolo, di qualità e di prestazione, precedentemente concordati con la Proponente mediante stipulazione del contratto, devono essere soddisfatti per intero;
- **Test di accettazione:** si verifica il soddisfacimento della Proponente rispetto al prodotto software. Il loro superamento permette di procedere con il rilascio del prodotto.

Per le procedure necessarie all'esecuzione di test di unità e di integrazione si rimanda al documento *Norme di Progetto v2.0* nella sezione relativa al processo di verifica.

### 4.1 Test di accettazione

In questa sezione vengono descritti i test di accettazione del prodotto software, eseguiti sia dal gruppo *SWAT Engineering* che dalla Proponente sotto la supervisione del gruppo. Si vuole, con tali test, andare a validare il prodotto prima del suo rilascio.

Codice test	Descrizione	Stato
TA1	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> senza autenticazione possa: 1. Usufruire dell'applicazione senza doversi autenticare.	S
TA2	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta entrato nell'applicazione, possa: 1. Aprire il menu di selezione delle <i>dashboard<sub>G</sub></i> ; 2. Selezionare la <i>dashboard<sub>G</sub></i> dei dati grezzi; 3. Visualizzare la relativa <i>dashboard<sub>G</sub></i> ; 4. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> con una tabella che mostra i dati grezzi, in particolare il nome del <i>sensore<sub>G</sub></i> , la tipologia del <i>sensore<sub>G</sub></i> , il timestamp della rilevazione e il valore della misurazione (se composta da più dati, tutti i valori devono essere elencati nella colonna corrispondente); 5. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, all'interno del <i>pannello<sub>G</sub></i> , nel caso il <i>sistema<sub>G</sub></i> non riesca a reperire i dati.	S
TA3	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta entrato nell'applicazione, possa: 1. Aprire il menu di selezione delle <i>dashboard<sub>G</sub></i> ; 2. Selezionare la <i>dashboard<sub>G</sub></i> per visualizzare i dati ambientali;	S

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Visualizzare la relativa <i>dashboard<sub>G</sub></i>;</li> <li>4. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>serie storica<sub>G</sub></i> che mostri i risultati delle rilevazioni delle temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), effettuate dai singoli sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 1 minuto e i risultati delle rilevazioni della temperatura effettuate da tutti i sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 5 minuti;</li> <li>5. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>serie storica<sub>G</sub></i> che mostri i risultati delle rilevazioni dell'umidità, espressa in percentuale, effettuate dai singoli sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 1 minuto e i risultati delle rilevazioni dell'umidità effettuate da tutti i sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 5 minuti;</li> <li>6. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> con una mappa mostrante la direzione del vento, rilevata da ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i>, tramite delle frecce con origine la posizione del <i>sensore<sub>G</sub></i>;</li> <li>7. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> con una tabella che mostri l'ultima rilevazione della velocità del vento, espressa in chilometri orari (km/h), e la sua direzione, espressa in gradi (con gli 0° a Est e i 180° a Ovest), effettuata da ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i>;</li> <li>8. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>serie storica<sub>G</sub></i> che mostri i risultati delle rilevazioni delle quantità di precipitazioni, espressa in millimetri orari (mm/h), effettuate dai singoli sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 1 minuto e i risultati delle rilevazioni delle quantità di precipitazioni effettuate da tutti i sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 5 minuti;</li> <li>9. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un indice numerico relativo alle precipitazioni, espresse in millimetri orari (mm/h), indicante la media dell'intensità delle precipitazioni tra tutti i dati raccolti dai sensori nell'intervallo di tempo impostato all'interno della <i>dashboard<sub>G</sub></i></li> <li>10. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>serie storica<sub>G</sub></i> che mostri i risultati delle rilevazioni della concentrazione di inquinanti dell'aria (<i>PM10<sub>G</sub></i>), espressa in <math>\mu g/m^3</math>, effettuate dai singoli sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 1 minuto e i risultati delle rilevazioni della concentrazioni di inquinanti effettuate da tutti i sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 5 minuti;</li> <li>11. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente la media della concentrazione di inquinanti dell'aria (<i>PM10<sub>G</sub></i>), espressa in</li> </ol>	
--	---	--

	<p><math>\mu g/m^3</math>, che consideri le rilevazioni di tutti i sensori attivi nell'ultimo minuto, e sia presentata in formato numerico;</p> <p>12. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>serie storica<sub>G</sub></i> che mostri i risultati delle rilevazioni della percentuale di riempimento dei bacini idrici, effettuate dai singoli sensori e aggregate tramite media aritmetica per intervalli di 1 minuto e i risultati delle rilevazioni della percentuale di riempimento effettuate da tutti i sensori e aggregati tramite media aritmetica per intervalli di 5 minuti;</p> <p>13. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente la media della temperatura, espressa in gradi Celsius (<math>^{\circ}C</math>), considerando tutti i sensori attivi nell'intervallo di tempo impostato all'interno della <i>dashboard<sub>G</sub></i>, e presentata in formato numerico;</p> <p>14. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente il massimo coefficiente di inquinamento dell'aria (<i>PM10<sub>G</sub></i>) registrato tra tutti i sensori negli ultimi 5 minuti, espresso in <math>\mu g/m^3</math>, presentato in formato numerico;</p> <p>15. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> con una mappa che indichi, mediante icone collocate presso le coordinate di ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i>, la posizione dei sensori;</p> <p>16. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, nei vari <i>pannelli<sub>G</sub></i>, nel caso di assenza di dati da mostrare.</p>	
TA4	<p>Verificare che l'<i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i>, una volta entrato nell'applicazione, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprire il menu di selezione delle <i>dashboard<sub>G</sub></i>;</li> <li>2. Selezionare la <i>dashboard<sub>G</sub></i> per visualizzare i dati urbanistici;</li> <li>3. Visualizzare la relativa <i>dashboard<sub>G</sub></i>;</li> <li>4. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> con una mappa che indichi, mediante indicatori numerici, collocati presso le coordinate di ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i>, la quantità di posti liberi nel parcheggio corrispondente;</li> <li>5. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che indichi, mediante indicatori booleani collocati presso le coordinate di ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i>, la disponibilità della colonna corrispondente;</li> <li>6. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> che esprima, tramite una tabella indicizzata tramite il nome del <i>sensore<sub>G</sub></i>, l'erogazione energetica, espressa in watt per ora (kWh);</li> <li>7. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che indichi, tramite gli stati "LOW", "MEDIUM", "HIGH" e "BLOCKED", lo stato di congestione delle strade;</li> <li>8. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che indichi, mediante degli indicatori numerici che indicano la percentuale di batteria, la posizione in tempo reale delle biciclette elettriche;</li> </ol>	S

	9. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa indicante lo stato di riempimento delle zone ecologiche, espresse in valori percentuali, posizionate nelle coordinate delle zone; 10. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, nei vari <i>pannelli<sub>G</sub></i> , nel caso di assenza di dati da mostrare.	
TA5	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta entrato nell'applicazione, possa: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprire il menu di selezione delle <i>dashboard<sub>G</sub></i>;</li> <li>2. Selezionare la <i>dashboard<sub>G</sub></i> per visualizzare il superamento delle soglie;</li> <li>3. Visualizzare la relativa <i>dashboard<sub>G</sub></i>;</li> <li>4. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella, la quale mostra tutte le anomalie rilevate, mostrando il valore dell'anomalia, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che l'ha rilevata e il relativo <i>timestamp<sub>G</sub></i>;</li> <li>5. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella, la quale mostra tutti i dati superanti la soglia dei 40° Celsius (40°C) di temperatura, mostrando il valore superante la soglia, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che ha rilevato tale valore e il relativo <i>timestamp<sub>G</sub></i>;</li> <li>6. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella, la quale mostra tutti i dati superanti la soglia dei 50 millimetri di pioggia all'ora (50 mm/h), mostrando il valore superante la soglia, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che ha rilevato tale valore e il relativo <i>timestamp<sub>G</sub></i>;</li> <li>7. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella, la quale mostra tutti i dati superanti la soglia di 80µg su metro cubo (80µg/m<sup>3</sup>) di livello di polveri sottili nell'aria (<i>PM10<sub>G</sub></i>), mostrando il valore superante la soglia, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che ha rilevato tale valore e il relativo <i>timestamp<sub>G</sub></i>;</li> <li>8. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella, la quale mostra tutti i dati superanti la soglia del 70% di capienza dei bacini idrici, mostrando il valore superante la soglia, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che ha rilevato tale valore e il relativo <i>timestamp<sub>G</sub></i>;</li> <li>9. Visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella, la quale mostra tutti i dati superanti la soglia dell'80% di capienza delle zone ecologiche, mostrando il valore superante la soglia, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che ha rilevato tale valore e il relativo <i>timestamp<sub>G</sub></i>;</li> <li>10. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, nei <i>pannelli<sub>G</sub></i>, nel caso di assenza di dati da mostrare.</li> </ol>	S
TA6	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta avviata l'applicazione, possa: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualizzare una notifica che denoti il superamento dei 40° Celsius (°C);</li> <li>2. Visualizzare una notifica che denoti il superamento dei 50 millimetri di pioggia all'ora (50 mm/h);</li> </ol>	S

	3. Visualizzare una notifica relativa all'inquinamento dell'aria ( $PM_{10_G}$ ) che denoti il superamento di $80\mu g/m^3$ ; 4. Visualizzare una notifica che denoti il superamento del 70% della capienza di un bacino; 5. Visualizzare una notifica che denoti il superamento dell'80% della capienza di una zona ecologica.	
TA7	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta entrato nell'applicazione, possa: 1. Scegliere una <i>dashboard<sub>G</sub></i> da visualizzare; 2. Applicare dei filtri, per visualizzare solo i dati provenienti dal sottoinsieme di sensori selezionato, nel caso di <i>pannelli<sub>G</sub></i> di tipo <i>serie storica<sub>G</sub></i> ; 3. Applicare dei filtri, per visualizzare solo i dati provenienti dai sensori delle tipologie selezionate, nel caso di <i>pannelli<sub>G</sub></i> contenenti tabelle, le quali comprendono più tipologie di sensori al loro interno; 4. Applicare dei filtri, per selezionare solo particolari sensori, mediante il nome, nel caso di <i>pannelli<sub>G</sub></i> contenenti tabelle; 5. Applicare dei filtri, per selezionare solo i dati relativi ad un definito intervallo di tempo, all'interno di un'intera <i>dashboard<sub>G</sub></i> ;	S
TA8	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta entrato nell'applicazione, possa: 1. Scegliere una tabella da ordinare; 2. Ordinare le righe di tale tabella secondo uno dei suoi campi.	S
TA9	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , una volta entrato nell'applicazione, possa: 1. Scegliere una <i>dashboard<sub>G</sub></i> di cui modificare il layout; 2. Modificare il layout dei <i>pannelli<sub>G</sub></i> in termini di posizione di tali <i>pannelli<sub>G</sub></i> e della loro dimensione.	N/I
TA10	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione della temperatura, espressa in gradi Celsius ( $^{\circ}C$ ), con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA11	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione dell'umidità, espressa in percentuale, con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA12	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione della direzione e della velocità del vento, espresse rispettivamente in gradi (con gli	S



	0° a Est e i 180° a Ovest) e in chilometri orari (km/h), con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	
TA13	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione della quantità di precipitazioni, espressa in millimetri all'ora (mm/h), con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA14	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione dell'inquinamento dell'aria ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), espresso in $\mu g/m^3$ , con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA15	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione del livello di riempimento del bacino idrico presso cui è installato, espressa in percentuale, con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA16	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione del numero di auto presenti all'interno del parcheggio controllato e del numero di posti auto totali a disposizione, con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA17	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione della disponibilità della colonna di ricarica e della quantità di energia erogata, espressa in chilowatt all'ora (kWh), con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA18	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione della percentuale di batteria della bicicletta a cui è associato e le relative coordinate geografiche, con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione.	S
TA19	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa: 1. Inserire il risultato della rilevazione del livello di riempimento della zona ecologica presso cui è installato, espressa in percentuale, con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	S
TA20	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> , una volta connesso al sistema, possa:	S

	1. Inserire il risultato della rilevazione del numero di auto circolanti nella strada controllata, dello stato della congestione stradale, espresso nei seguenti stati (ordinati per ordine di congestione crescente) “LOW”, “MEDIUM”, “HIGH”, “BLOCKED” e del tempo medio necessario per percorrere la strada, con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.	
--	---	--

Table 10: Test di accettazione.

#### 4.1.1 Tracciamento dei test di accettazione

Codice test	Codice caso d'uso
TA1	UC1 UC2 UC3 UC4 UC5 UC6 UC7 UC8
TA2	UC0 UC1 UC1.1 UC9
TA3	UC0 UC2 UC2.1 UC2.2 UC2.3 UC2.4 UC2.5 UC2.6 UC2.7 UC2.8 UC2.9 UC2.10 UC2.11 UC2.12 UC2.13 UC9
TA4	UC0 UC3 UC3.1 UC3.2 UC3.3

	UC3.4 UC3.5 UC3.6 UC3.7 UC9
TA5	UC0 UC4 UC4.1 UC4.2 UC4.3 UC4.4 UC4.5 UC4.6 UC4.7 UC9
TA6	UC5 UC5.1 UC5.2 UC5.3 UC5.4 UC5.5 UC5.6
TA7	UC0 UC6 UC6.1 UC6.2 UC6.3 UC6.4
TA8	UC7
TA9	UC8 UC8.1 UC8.2
TA10	U10
TA11	U11
TA12	U12
TA13	U13
TA14	U14
TA15	U15
TA16	U16
TA17	U17
TA18	U18
TA19	U19
TA20	U20

Table 11: Tracciamento dei test di accettazione.

## 4.2 Test di sistema

Codice test	Descrizione	Stato
TS1	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa accedere all'applicazione senza dover effettuare l'autenticazione.	S
TS2	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un menù di selezione delle <i>dashboard<sub>G</sub></i> , che permetta di selezionare una <i>dashboard<sub>G</sub></i> Dati grezzi, Ambientale, Urbanistica e Superamento soglie.	S
TS3	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare una <i>dashboard<sub>G</sub></i> dedicata a fornire una panoramica generale dei dati grezzi.	S
TS4	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare, in forma tabellare, i dati grezzi inviati da tutti i sensori con il nome del <i>sensore<sub>G</sub></i> , la tipologia del <i>sensore<sub>G</sub></i> , il timestamp della rilevazione e il valore della misurazione (nel caso in cui la misurazione sia composta da più dati, tutti i valori devono essere elencati ed etichettati opportunamente all'interno della stessa entrata nella colonna corrispondente), all'interno della <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati grezzi.	S
TS5	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa monitorare i dati provenienti dai sensori relativi ai dati ambientali in una <i>dashboard<sub>G</sub></i> apposita.	S
TS6	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), per ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i> , che aggrega i dati per intervalli di 1 minuto, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS7	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), per tutti i sensori, che aggrega i dati per intervalli di 5 minuti, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS8	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica dell'umidità, espressa in percentuale, per ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i> , che aggrega i dati per intervalli di 1 minuto, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS9	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica dell'umidità, espressa in percentuale, per tutti i sensori, che aggrega i dati per intervalli di 5 minuti, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S

TS10	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che evidenzi la direzione del vento, mediante frecce aventi origine nelle coordinate del <i>senso<sub>G</sub></i> , nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS11	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella la quale riporta l'ultima velocità del vento, espressa in chilometri all'ora (km/h), per ciascun <i>senso<sub>G</sub></i> , nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS12	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica dell'intensità delle precipitazioni, espresse in millimetri all'ora (mm/h), per ciascun <i>senso<sub>G</sub></i> , che aggrega i dati per intervalli di 1 minuto, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS13	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica dell'intensità delle precipitazioni, espresse in millimetri all'ora (mm/h), per tutti i sensori, che aggrega i dati per intervalli di 5 minuti, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS14	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un indice numerico, che esprime l'intensità media delle precipitazioni, espressa in millimetri all'ora (mm/h), nell'intervallo di tempo impostato all'interno della <i>dashboard<sub>G</sub></i> , facendo la media dei dati raccolti tra tutti i sensori, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS15	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica del livello di polveri sottili nell'aria ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), espressa in $\mu g/m^3$ , per ciascun <i>senso<sub>G</sub></i> , aggregando i dati per intervalli di 1 minuto, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS16	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la media aritmetica del livello di polveri sottili nell'aria ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), espressa in $\mu g/m^3$ , per tutti i sensori, aggregando i dati per intervalli di 5 minuti, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS17	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un indice numerico, che esprime l'inquinamento dell'aria medio ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), espresso in $\mu g/m^3$ , nell'ultimo minuto, facendo la media dei dati raccolti tra tutti i sensori, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS18	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rapp-	S

	resentante la percentuale di riempimento dei bacini idrici, per ciascun <i>sensore<sub>G</sub></i> , aggregando i dati per intervalli di 1 minuto, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	
TS19	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un grafico in formato <i>time series<sub>G</sub></i> rappresentante la percentuale di riempimento dei bacini idrici, per tutti i sensori, aggregando i dati per intervalli di 5 minuti, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS20	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un indice numerico, che esprime la temperatura media, espressa in gradi Celsius (°C), nell'intervallo di tempo impostato all'interno della <i>dashboard<sub>G</sub></i> , facendo la media dei dati raccolti tra tutti i sensori, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS21	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente un indice numerico, che esprime l'inquinamento dell'aria massimo ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), espresso in $\mu g/m^3$ , negli ultimi 5 minuti, tra i dati registrati da tutti i sensori, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS22	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che mostri le posizioni dei sensori che monitorano i dati ambientali, mediante icone colorate in base al tipo di <i>sensore<sub>G</sub></i> , nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati ambientali.	S
TS23	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa monitorare i dati provenienti dai sensori relativi ai dati urbanistici in una <i>dashboard<sub>G</sub></i> apposita.	S
TS24	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che evidenzi il numero di posti liberi nei vari parcheggi, mediante indicatori numerici posti nelle coordinate del <i>sensore<sub>G</sub></i> , nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati urbanistici.	S
TS25	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che evidenzi la posizione delle colonne di ricarica per auto, mediante icone poste nelle coordinate dei sensori che ne indicano la disponibilità, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati urbanistici.	S
TS26	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che riporti l'erogazione delle colonne di ricarica, espressa in Watt all'ora, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati urbanistici.	S
TS27	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che evidenzi lo stato di congestione delle strade, mediante gli stati "LOW", "MEDIUM", "HIGH", "BLOCKED", presso le coordinate dei sensori che	S

	hanno effettuato la rilevazione, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati urbanistici.	
TS28	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che mostri, in tempo reale, la posizione delle biciclette elettriche, mediante degli indicatori numerici, indicanti la percentuale della batteria, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati urbanistici.	S
TS29	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una mappa che mostri la percentuale di riempimento delle zone ecologiche, mediante degli indicatori percentuali, posizionati nelle coordinate della zona, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati urbanistici.	S
TS30	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare una <i>dashboard<sub>G</sub></i> dedicata a monitorare i dati superanti delle soglie.	S
TS31	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che mostri i <i>dati anomali<sub>G</sub></i> , il <i>sensore<sub>G</sub></i> che li ha rilevati e il <i>timestamp<sub>G</sub></i> del rilevamento, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa al superamento delle soglie.	S
TS32	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che mostri i dati relativi alla temperatura i cui valori superano la soglia dei 40° Celsius (40°C), il <i>sensore<sub>G</sub></i> che li ha rilevati e il <i>timestamp<sub>G</sub></i> del rilevamento, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati superanti le soglie.	S
TS33	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che mostri i dati relativi alle precipitazioni i cui valori superano la soglia dei 50 millimetri di pioggia all'ora (50 mm/h), il <i>sensore<sub>G</sub></i> che li ha rilevati e il <i>timestamp<sub>G</sub></i> del rilevamento, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati superanti le soglie.	S
TS34	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che mostri i dati relativi al livello di polveri sottili nell'aria ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ) i cui valori superano la soglia di 80µg su metro cubo (80µg/m <sup>3</sup> ), il <i>sensore<sub>G</sub></i> che li ha rilevati e il <i>timestamp<sub>G</sub></i> del rilevamento, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati superanti le soglie.	S
TS35	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che mostri i dati relativi ai bacini idrici i cui valori superano la soglia del 70% di capienza, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che li ha rilevati e il <i>timestamp<sub>G</sub></i> del rilevamento, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati superanti le soglie.	S
TS36	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare un <i>pannello<sub>G</sub></i> contenente una tabella che mostri i dati relativi alle zone ecologiche i cui valori superano la soglia dell'80% di capienza, il <i>sensore<sub>G</sub></i> che li ha rilevati e il <i>timestamp<sub>G</sub></i> del rilevamento, nella <i>dashboard<sub>G</sub></i> relativa ai dati superanti le soglie.	S

TS37	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare delle notifiche che denotano il superamento di una soglia impostata.	S
TS38	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare delle notifiche riguardo a rilevazioni di tipo temperatura, superanti una soglia di 40° Celsius (°C).	S
TS39	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare delle notifiche riguardo rilevazioni di tipo precipitazioni, superanti una soglia di 50 millimetri all'ora (50 mm/h).	S
TS40	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare delle notifiche riguardo rilevazioni dell' inquinamento dell'aria ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), superanti una soglia di 80 microgrammi su metro cubo ( $80\mu g/m^3$ ).	S
TS41	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare delle notifiche riguardo rilevazioni del livello di riempimento dei bacini idrici, superanti una soglia corrispondente al 70% della capienza del bacino idrico corrispondente.	S
TS42	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa visualizzare delle notifiche riguardo rilevazioni del livello di riempimento delle zone ecologiche, superanti una soglia corrispondente all'80% della capienza della zona corrispondente.	S
TS43	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa filtrare i dati, visualizzati all'interno di un grafico di tipo <i>time series<sub>G</sub></i> , in base ad un sottoinsieme di sensori da lui selezionato.	S
TS44	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa filtrare i dati, visualizzati all'interno di una tabella, in base alla tipologia di <i>sensore<sub>G</sub></i> .	S
TS45	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa filtrare i dati, visualizzati all'interno di una tabella, in base ad un sotto-insieme di sensori, selezionando i nomi dei sensori di interesse.	S
TS46	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> possa filtrare i dati in base ad un intervallo temporale. Di conseguenza la <i>dashboard<sub>G</sub></i> interessata deve, nella sua totalità, mostrare solamente i dati aventi un <i>timestamp<sub>G</sub></i> in tale intervallo.	S
TS47	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , nei <i>pannelli<sub>G</sub></i> tabellari, possa ordinare i dati in base a tutti i campi presenti, sia in ordine crescente che decrescente.	S
TS48	Verificare che l' <i>amministratore pubblico<sub>G</sub></i> , riceva un messaggio di errore qualora, il sistema di visualizzazione non riesca a reperire i dati necessari per un determinato <i>pannello<sub>G</sub></i> .	S
TS49	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni della temperatura, espresse in gradi Celsius (°C), effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S



TS50	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni all'umidità, espresse in percentuale, effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS51	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni della velocità e della direzione del vento, espresse rispettivamente in chilometri all'ora (km/h) e in gradi (con gli 0° a Est e i 180° a Ovest), effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS52	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni della quantità di precipitazioni, espresse in millimetri orari (mm/h), con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS53	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni dell'inquinamento ( <i>PM10<sub>G</sub></i> ), espresse in microgrammi al metro cubo ( $\mu g/m^3$ ), effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS54	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni del livello di riempimento del bacino idrico presso cui è installato, espresse in percentuale, effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS55	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni del numero di auto presenti all'interno del parcheggio controllato e del numero di posti auto totali a disposizione, effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS56	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni della disponibilità della colonna di ricarica controllata e della potenza di erogazione, espressa in chilowatt all'ora (kWh), effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS57	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni delle coordinate geografiche e della percentuale di batteria della bicicletta elettrica controllata, effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso il <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS58	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni del livello di riempimento della zona ecologica presso cui è installato, espresse in percentuale, effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della rilevazione.	S
TS59	Verificare che un <i>sensore<sub>G</sub></i> possa inserire nel sistema le rilevazioni del numero di auto circolanti nella strada controllata, dello stato della congestione stradale nella strada, espresso in stati (in ordine di crescente congestione sono: "LOW", "MEDIUM", "HIGH", "BLOCKED") del tempo medio necessario per percorrere la strada, effettuate dal <i>sensore<sub>G</sub></i> , con annesso coordinate e <i>timestamp<sub>G</sub></i> della misurazione.	S

TS60	Verificare che sia stato implementato almeno un simulatore almeno una tipologia di <i>sensore<sub>G</sub></i> .	S
TS61	Verificare che i dati prodotti dalle simulazioni siano realistici.	S
TS62	Verificare che il sistema possa rilevare eventuali relazioni tra sorgenti di dati diverse.	N/I
TS63	Verificare che il sistema possa effettuare previsioni di eventi futuri, sulla base di dati storici e attuali.	N/I

Table 12: Test di sistema.

#### 4.2.1 Tracciamento dei test di sistema

Codice test	Codice Req-uisito
TS1	ROF1
TS2	ROF2
TS3	ROF3
TS4	ROF4
TS5	ROF5
TS6	ROF6
TS7	ROF7
TS8	ROF8
TS9	ROF9
TS10	RDF10
TS11	ROF11
TS12	ROF12
TS13	ROF13
TS14	RDF14
TS15	ROF15
TS16	ROF16
TS17	RDF17
TS18	ROF18
TS19	ROF19
TS20	RDF20
TS21	RDF21
TS22	ROF22
TS23	ROF23
TS24	ROF24
TS25	ROF25
TS26	RDF26
TS27	ROF27
TS28	ROF28

TS29	ROF29
TS30	RDF30
TS31	RPF31
TS32	RDF32
TS33	RDF33
TS34	RDF34
TS35	RDF35
TS36	RDF36
TS37	RDF37
TS38	RDF38
TS39	RDF39
TS40	RDF40
TS41	RDF41
TS42	RDF42
TS43	ROF43
TS44	ROF44
TS45	ROF45
TS46	ROF46
TS47	RDF47
TS48	ROF48
TS49	ROF49
TS50	ROF50
TS51	ROF51
TS52	ROF52
TS53	ROF53
TS54	ROF54
TS55	ROF55
TS56	ROF56
TS57	ROF57
TS58	ROF58
TS59	ROF59
TS60	ROF60
TS61	ROF61
TS62	RPF62
TS63	RPF63

Table 13: Tracciamento dei test di sistema.

### 4.3 Test di integrazione

In questa sezione vengono descritti i test di integrazione del prodotto software.

Codice test	Descrizione	Stato
TI1	Verificare che i dati generati dal sensore di inquinamento atmosferico siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI2	Verificare che i dati generati dal sensore di inquinamento atmosferico siano correttamente aggregati per intervalli di 1 minuto e memorizzati nel database.	S
TI3	Verificare se i dati della media aritmetica generata dal sensore di inquinamento atmosferico siano correttamente inseriti nel database.	S
TI4	Verificare che i dati generati dal sensore delle colonne di ricarica siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI5	Verificare che i dati generati dal sensore delle biciclette elettriche siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI6	Verificare che i dati generati dal sensore di riempimento delle zone ecologiche siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI7	Verificare che i dati generati dal sensore di umidità siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI8	Verificare che i dati generati dal sensore di umidità siano correttamente aggregati per intervalli di 1 minuto e memorizzati nel database.	S
TI9	Verificare se i dati della media aritmetica generati dal sensore di umidità siano correttamente inseriti nel database.	S
TI10	Verificare che i dati generati dal sensore dei parcheggi siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI11	Verificare che i dati generati dal sensore di precipitazioni atmosferiche siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI12	Verificare che i dati generati dal sensore di precipitazioni atmosferiche siano correttamente aggregati per intervalli di 1 minuto e memorizzati nel database.	S
TI13	Verificare se i dati della media aritmetica generati dal sensore di precipitazioni atmosferiche siano correttamente inseriti nel database.	S
TI14	Verificare che i dati generati dal sensore del livello di riempimento dei bacini idrici siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI15	Verificare che i dati generati dal sensore del livello di riempimento dei bacini idrici siano correttamente aggregati per intervalli di 1 minuto e memorizzati nel database.	S
TI16	Verificare se i dati della media aritmetica generati dal sensore del livello di riempimento dei bacini idrici siano correttamente inseriti nel database.	S

TI17	Verificare che i dati generati dal sensore di temperatura siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI18	Verificare che i dati generati dal sensore di temperatura siano correttamente aggregati per intervalli di 1 minuto e memorizzati nel database.	S
TI19	Verificare se i dati della media aritmetica generati dal sensore di temperatura siano correttamente inseriti nel database.	S
TI20	Verificare che i dati generati dal sensore del traffico siano correttamente memorizzati nel database.	S
TI21	Verificare che i dati generati dal sensore del vento siano correttamente memorizzati nel database.	S

Table 14: Test di integrazione.

#### 4.4 Test di unità

In questa sezione vengono descritti i test di unità del prodotto software.

Codice test	Descrizione	Stato
TU1	Verificare che il metodo <code>produce()</code> della classe <code>AdapterProducer</code> si comporti come atteso sia in situazioni in cui il producer di <i>Kafka<sub>G</sub></i> funziona senza problemi, sia in caso di errori.	S
TU2	Verificare che la classe <code>KafkaSimulatorExecutorFactory</code> sia in grado di creare correttamente un'istanza di <code>SimulatorExecutor</code> utilizzando una configurazione data.	S
TU3	Verificare che il metodo <code>write()</code> della classe <code>KafkaWriter</code> chiami correttamente il metodo <code>produce()</code> del suo oggetto <code>TargetProducer</code> con il messaggio appropriato e la funzione di conferma <code>acked</code> .	S
TU4	Verificare che il metodo <code>run_all()</code> della classe <code>SimulatorExecutor</code> avvii correttamente tutti i simulatori associati ad esso.	S
TU5	Verificare che il metodo <code>stop_all()</code> della classe <code>SimulatorExecutor</code> fermi correttamente tutti i simulatori associati ad esso.	S
TU6	Verificare che il metodo <code>run()</code> della classe <code>SimulatorThread</code> chiami correttamente il metodo <code>simulate()</code> del simulatore di sensore.	S
TU7	Verificare che il metodo <code>run()</code> della classe <code>SimulatorThread</code> chiami correttamente il metodo <code>write()</code> del writer durante l'esecuzione del thread.	S
TU8	Verificare che il metodo <code>write()</code> della classe <code>StdoutWriter</code> scriva correttamente un messaggio sullo standard output.	S
TU9	Verificare che la classe <code>StdoutSimulatorExecutorFactory</code> sia in grado di creare correttamente un'istanza di <code>SimulatorExecutor</code> .	S

TU10	Verificare il comportamento della funzione <code>acked()</code> del modulo <code>utility_functions</code> , verificando che stampi correttamente i messaggi di errore sullo standard output.	S
TU11	Verificare che il sensore delle colonne di ricarica fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU12	Verificare che i dati sulla potenza erogata dalle colonne di ricarica simulate rimangano all'interno di un intervallo specifico (0-100).	S
TU13	Verificare la correttezza del recupero delle coordinate della destinazione del sensore di biciclette elettriche.	S
TU14	Verificare la correttezza del recupero delle coordinate del percorso delle biciclette elettriche simulate.	S
TU15	Verificare che il sensore delle biciclette elettriche fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU16	Verificare che il livello di batteria del sensore delle biciclette elettriche rimanga all'interno di un intervallo specifico (0-100).	S
TU17	Verificare che il sensore delle zone ecologiche fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU18	Verificare che il livello di riempimento del sensore delle zone ecologiche rimanga all'interno di un intervallo specifico (0-100).	S
TU19	Verificare che il sensore di umidità fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU20	Verificare che la percentuale generata dal sensore di umidità rimanga all'interno di un intervallo specifico (5-100).	S
TU21	Verificare che il sensore delle precipitazioni atmosferiche fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU22	Verificare che l'intensità di pioggia generata dal sensore delle precipitazioni atmosferiche rimanga all'interno di un intervallo specifico (0-100).	S
TU23	Verificare che il sensore dei bacini idrici fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU24	Verificare che la percentuale generata dal sensore dei bacini idrici rimanga all'interno di un intervallo specifico (0-100).	S
TU25	Verificare che il sensore della temperatura fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU26	Verificare che il valore generato dal sensore della temperatura rimanga all'interno di un intervallo specifico (3-19).	S
TU27	Verificare che il sensore del vento fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU28	Verificare che il valore generato dal sensore del vento rimanga all'interno di un intervallo specifico (1-9).	S

TU29	Verificare che il sensore dell'inquinamento atmosferico fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU30	Verificare che il valore generato dal sensore dell'inquinamento atmosferico rimanga all'interno di un intervallo specifico (0-100).	S
TU31	Verificare che il sensore della congestione stradale fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S
TU32	Verificare che i livelli di traffico generati siano tra quelli previsti (LOW, MEDIUM, HIGH, BLOCKED).	S
TU33	Verificare che il sensore dei parcheggi fornisca i dati attesi nel formato prestabilito.	S

Table 15: Test di unità.

## 4.5 Liste di controllo

Le liste di controllo sono uno strumento che il Verificatore può utilizzare al fine di individuare errori ricorrenti nella *documentazione<sub>G</sub>* o nel codice. Tali liste prevedono anche una descrizione del problema al fine di poter fornire una spiegazione della richiesta di cambiamenti durante la fase di revisione. Le liste di controllo possono essere aggiornate durante tutto il corso del progetto dal Verificatore, man mano che vengono notati errori ricorrenti.

### 4.5.1 Struttura dei documenti

Aspetto	Spiegazione
Vuoti documentativi	Non devono essere presenti sezioni senza contenuto.
Didascalia assente	Tutte le tabelle e le immagini devono avere una didascalia descrittiva.
Ripetizione di elementi ricorrenti	Ogni elemento che viene usato più di una volta, soprattutto se si sa a priori che verrà usato più volte, deve essere creato da una funzione <i>Typst<sub>G</sub></i> .
Ordine non alfabetico	I nomi dei componenti devono essere riportati in ordine alfabetico, in qualsiasi documento dove compaiono come elenco non numerato.
Aggiornamento fantasma	Ad ogni insieme di modifiche ai documenti che devono essere aggiunte assieme, deve corrispondere una riga nella tabella del changelog, con un univoco numero di versione.
Titolo principale	Tutti i titoli principali devono iniziare la pagina nella quale vengono inseriti.

Table 16: Lista di controllo per la struttura dei documenti.



#### 4.5.2 Errori ortografici, di lingua italiana e di forma

Aspetto	Spiegazione
Errori di sintassi	Gli errori di sintassi (battitura o distrazione) devono essere rimossi.
Errori di coniugazione	Gli errori di coniugazione devono essere rimossi.
Forma verbale	Il presente indicativo è da preferire.
Forma non concisa	Le espressioni troppo verbose, ove possibile, devono essere ridotte a forme più concise.
Non formalità	Le espressioni non formali devono essere sostituite con le corrispondenti espressioni formali.
Richiamo errato al documento	Ogni richiamo ai documenti, in una loro particolare versione, deve seguire la seguente forma: <i>NomeDocumento vVersioneMajor.VersioneMinor</i> (e.g. <i>Piano di Progetto v1.0</i> ).
Termini impropriamente in maiuscolo	I termini di glossario non godono della proprietà di avere la prima lettera maiuscola, rispetto alle parole tradizionali. Seguono le stesse regole delle parole non di glossario in quanto alla forma (ovviamente non riguardo allo stile).
Acronimi non in maiuscolo	Gli acronimi devono essere completamente in maiuscolo (e.g. <i>ITS<sub>G</sub></i> - acronimo per Issue Tracking System).

Table 17: Lista di controllo per gli errori ortografici, di lingua italiana e di forma.

#### 4.5.3 Non conformità con le *Norme di Progetto*

Aspetto	Spiegazione
Formato date errato	Il formato delle date deve essere <b>dd-mm-aaaa</b> all'interno dei documenti, oppure <b>aa-mm-dd</b> all'interno dei nomi dei documenti.
Punteggiatura scorretta negli elenchi	Ogni elemento di un elenco, numerato o non, deve terminare con un “;”, ad eccezione dell'ultima riga, la quale deve terminare con “.”.
“:” in grassetto negli elenchi	Gli elenchi nella forma “ <b>termine:</b> testo”, non devono includere il “:” nel grassetto.
Maiuscole nei titoli	La prima lettera di ogni titolo deve essere maiuscola. Il resto del titolo dovrebbe essere in minuscolo (tolte particolari eccezioni, come ad esempio nomi di documenti o lettere che compaiono all'interno di acronimi).
Maiuscole negli elenchi	Le prime lettere di ogni elenco devono essere maiuscole.
Ruoli in minuscolo	Tutti i ruoli del progetto devono avere la prima lettera in maiuscolo.
Termine non presente nel glossario	Ogni termine segnato con la formattazione da glossario deve essere effettivamente presente nel glossario con la relativa descrizione.

Table 18: Lista di controllo per le non conformità con le *Norme di Progetto*.

**4.5.4 Analisi dei Requisiti**

<b>Aspetto</b>	<b>Spiegazione</b>
Tracciamento caso d'uso - requisito	Per ciascun caso d'uso deve corrispondere almeno un requisito.
Struttura errata dei requisiti	I requisiti devono essere scritti nella forma: "<soggetto> deve/devono <verbo all'infinito>"
Numerazione errata dei casi d'uso	La numerazione dei casi d'uso deve seguire la crescita dei numeri interi naturali. Se si tratta di un sotto-caso d'uso, il sotto-caso deve ereditare, come prefisso del proprio codice, il codice del caso d'uso a cui appartiene, e ne aggiunge una cifra. Fare riferimento alle <i>Norme di Progetto v2.0</i> per una descrizione più approfondita.
<i>UML<sub>G</sub></i> dei casi d'uso	Le estensioni e le inclusioni di un caso d'uso vanno nello stesso diagramma <i>UML<sub>G</sub></i> del caso d'uso stesso.

Table 19: Lista di controllo per l'*Analisi dei Requisiti*.

## 5 Cruscotto della qualità

### 5.1 Qualità di processo - fornitura

#### 5.1.1 Estimate At Completion

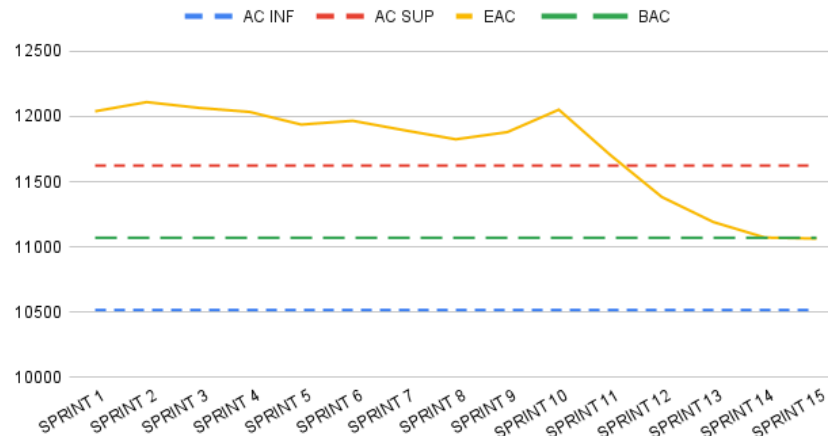


Figure 1: Valutazione Estimate At Completion.

**RTB<sub>G</sub>** L'EAC rappresenta una revisione del valore stimato per la realizzazione del progetto, ossia il BAC (Budget At Completion) rivisto allo stato corrente del progetto; il fattore che incide maggiormente sull'andamento dell'EAC è il rapporto tra EV (Earned Value) e AC (Actual Cost), per cui tanto più queste metriche sono vicine l'una all'altra, tanto più l'EAC risulterà vicino al BAC pianificato inizialmente. Concluso il secondo *sprint<sub>G</sub>*, il team ha rilevato che il valore associato all'EAC non rientrava all'interno della soglia accettabile: ci si è dunque attivati al fine di rimodulare la quantità di lavoro netta associata al concetto di ora produttiva.

Dal grafico si può rilevare che la curva delineata dal valore dell'EAC, pur essendo rimasta sempre al di sopra del valore di accettazione, ha, già a partire dal secondo *sprint<sub>G</sub>* e dunque a seguito dell'azione correttiva intrapresa, mostrato un trend decrescente; il team si aspettava che nel corso degli *sprint<sub>G</sub>* successivi l'andamento avrebbe continuato la sua discesa fino a che i valori fossero rientrati nella fascia accettabile.

Nelle ultime rilevazioni effettuate, la metrica ha comunque continuato la sua discesa, senza però raggiungere la soglia accettabile: la misurazione della metrica è stata di certo inflazionata dalle attività previste per gli ultimi *sprint<sub>G</sub>*. Il team si è occupato infatti di ultimare tutta la *documentazione<sub>G</sub>* necessaria alla revisione *RTB<sub>G</sub>* e ciò ha fatto impennare i costi, causa il costo orario più elevato dei ruoli attivi (specie dell'Amministratore).

Questo risultato, nonostante la correlazione causale individuata, suggerisce ugualmente che qualcosa nel progetto non è stato gestito al meglio: la forte attenzione posta sulla *documentazione<sub>G</sub>* nell'ultimo *sprint<sub>G</sub>* è una manifestazione del tentativo del team di rincorrere gli obiettivi di una pianificazione poco rigorosa. Ne deriva che il team, in vista della seconda revisione, dovrà impegnarsi a migliorare il processo relativo alla gestione di progetto, in modo da poter essere sempre sicuri che gli obiettivi fissati siano effettivamente raggiunti nei termini dettati dalla pianificazione.

**PB<sub>G</sub>** L'analisi del grafico rivela un trend interessante nell'EAC a partire dal nono *sprint<sub>G</sub>*. Durante tale *sprint<sub>G</sub>*, infatti, l'EAC mostra una leggera tendenza al rialzo, che si intensifica fino al suo picco nel decimo *sprint<sub>G</sub>*. Questo aumento è attribuibile alla decisione del team di pren-

dere una breve pausa, motivata dalla necessità di affrontare la sessione degli esami e partecipare ai colloqui previsti dalla prima revisione  $RTB_G$ .

La pausa, sebbene necessaria, ha inevitabilmente influenzato il ritmo e la produttività del team negli  $sprint_G$  immediatamente successivi all' $RTB_G$ , causando un rallentamento nelle attività del progetto e un aumento dei costi associati alla gestione delle risorse durante questo periodo. In altre parole, questa interruzione temporanea ha comportato un leggero incremento nei costi previsti per il completamento del progetto, evidenziato dall'aumento dell'EAC; dato che il team ha utilizzato meno risorse negli  $sprint_G$  9 e 10, l'EV è risultato considerevolmente più basso rispetto all'AC, il che ha portato l'EAC a crescere e a discostarsi dal BAC pianificato inizialmente.

Tuttavia, è interessante notare che nonostante questo rialzo nell'EAC fino al decimo  $sprint_G$ , il suo valore è diminuito in modo ripido nel corso degli  $sprint_G$  successivi fino a raggiungere il valore ottimale verso la fine dell'ultimo  $sprint_G$  previsto. Questa tendenza al ribasso può essere attribuita alla ripresa del ritmo di lavoro, all'ottimizzazione delle risorse e alla migliore gestione delle attività del progetto da parte del team. Infatti, il numero delle ore produttive effettivamente impiegate dal team è mediamente raddoppiato rispetto a quelle che hanno caratterizzato gli  $sprint_G$  9 e 10, segno indiscutibile del fatto che il team ha avuto successo nell'aumentare il valore del lavoro svolto e, di conseguenza, nell'avvicinare l'EV all'AC, facendo sì che l'EAC diminuisse fino a raggiungere il BAC.

In definitiva, sebbene la pausa abbia temporaneamente influenzato i costi previsti per il completamento del progetto, il team è riuscito a recuperare il terreno perso, riducendo l'EAC e portando il progetto verso il raggiungimento dei suoi obiettivi entro la fine degli  $sprint_G$  previsti prima della seconda revisione  $PB_G$ .

### 5.1.2 Budget Variance e Schedule Variance

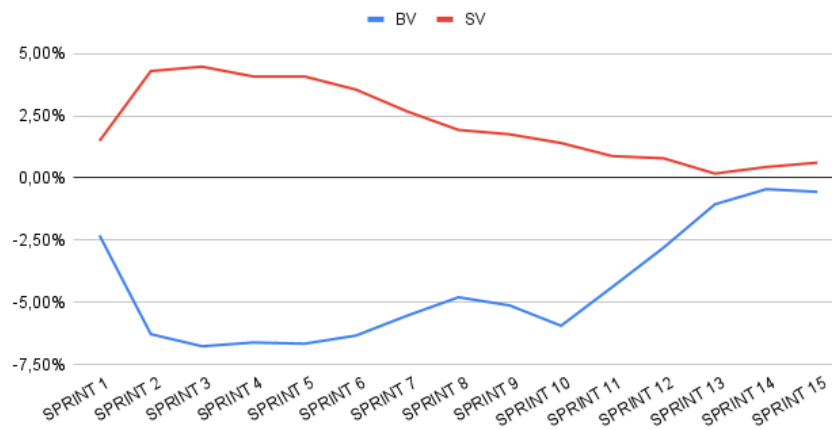


Figure 2: Valutazione Budget Variance e Schedule Variance.

**RTB<sub>G</sub>** La metrica BV indica se alla data corrente si è speso di più o di meno rispetto a quanto inizialmente previsto nel budget; la metrica SV indica se si è in linea, in anticipo o in ritardo rispetto alla schedulazione delle attività di progetto pianificate. Nonostante inizialmente le due metriche si stessero allontanando rapidamente dal valore di accettazione, a partire dal secondo *sprint<sub>G</sub>* queste sembrano stabilizzarsi, segno che le azioni correttive adottate all'epoca hanno prodotto gli effetti desiderati quasi immediatamente. Il cambiamento più significativo si è verificato durante il quinto *sprint<sub>G</sub>*, in occasione del quale è stata osservata un'inversione di tendenza: entrambe le metriche hanno iniziato a riavvicinarsi al valore desiderato. Il team si aspetta che il *way of working<sub>G</sub>* consolidato nel corso del progetto permetta di recuperare quanto perso nel corso dei primi *sprint<sub>G</sub>*. Durante il settimo e l'ottavo *sprint<sub>G</sub>* le due metriche hanno mantenuto il gradiente che ci si aspettava.

**PB<sub>G</sub>** La metrica SV ha continuato a decrescere fino a raggiungere lo 0% circa (0.18% con esattezza) al termine dello *sprint<sub>G</sub>* 13. Il raggiungimento di questo traguardo per l'SV è un segnale positivo che indica un'efficace gestione del tempo e delle risorse all'interno del progetto. Si può affermare che il team sia riuscito a lavorare in modo efficiente e a mantenere il progetto in linea con la pianificazione prevista. Il continuo miglioramento della SV nel corso degli *sprint<sub>G</sub>* dimostra un impegno costante; è interessante notare come, rispetto all'andamento della SV negli *sprint<sub>G</sub>* antecedenti all'*RTB<sub>G</sub>*, che è risultato essere piuttosto altalenante, questa si sia stabilizzata nel suo andamento linearmente decrescente nel corso del periodo antecedente alla *PB<sub>G</sub>*. Evidentemente il team è riuscito nel suo intento di effettuare una pianificazione più realistica e di aderirvi rigorosamente, con un ritmo di lavoro pressoché invariato negli ultimi *sprint<sub>G</sub>*.

Per quanto riguarda la Budget Variance (BV), si nota un significativo cambiamento di tendenza tra gli *sprint<sub>G</sub>* 9 e 10. Durante questo intervallo, la linea subisce un calo negativo, evidenziando una discrepanza tra il budget pianificato e le spese effettive. Come affermato precedentemente, questo decremento è principalmente attribuibile al ritmo di lavoro poco sostenuto che ha caratterizzato i primi due *sprint<sub>G</sub>* successivi alla pausa programmata. Tuttavia, dallo *sprint<sub>G</sub>* 11 in poi, la linea che descrive la BV inizia a risalire rapidamente, indicando un miglioramento nella gestione delle spese e una riduzione della discrepanza tra il budget previsto e quello effettivo. Alla fine del periodo considerato, la metrica BV raggiunge il -0.56%, un valore ben al di sotto della soglia di accettazione costituita dalla variazione del  $\pm 10\%$  dal BAC.

### 5.1.3 Actual Cost e Estimate To Complete

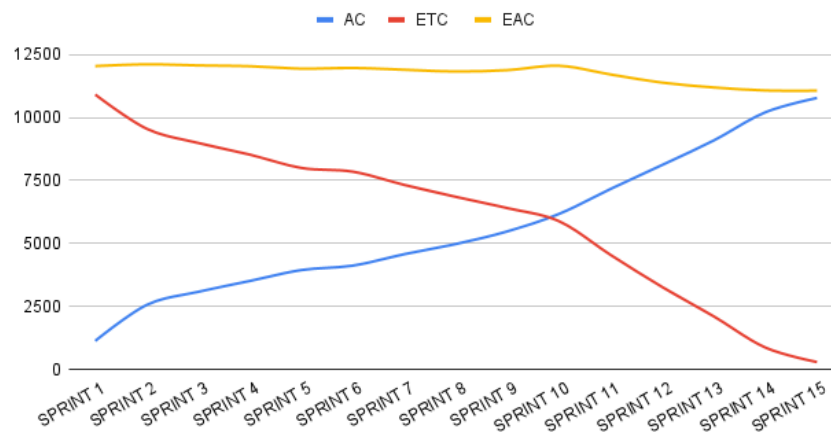


Figure 3: Valutazione Actual Cost e Estimate To Complete.

**RTB<sub>G</sub>** L'AC rappresenta il costo effettivo sostenuto fino a un dato momento, mentre l'ETC rappresenta la stima del costo aggiuntivo necessario per completare il progetto; di conseguenza, ci si aspetta che l'AC cresca e che l'ETC diminuisca in modo sostanzialmente lineare, segno che il progetto sta mantenendo un ritmo regolare di avanzamento. Il grafico mostra che effettivamente il team ha mantenuto un ritmo di avanzamento pressoché costante durante tutto il periodo che precede la revisione **RTB<sub>G</sub>**, il che è apprezzabile: nonostante la sessione d'esame il team ha continuato a occuparsi con impegno delle attività di progetto, per quanto possibile. Tuttavia, si può evincere anche che il progetto risulta essere leggermente in ritardo rispetto alle tempistiche inizialmente previste. Considerando che gli otto *sprint<sub>G</sub>* effettuati corrispondono ad un periodo temporale di 10 settimane, esattamente la metà del periodo di tempo previsto per il completamento dell'intero progetto, ci si aspettava che le due metriche delineate nel grafico si fossero già incrociate giunti a questo punto.

**PB<sub>G</sub>** Dal grafico si può notare come l'AC sia continuato a salire fino a fermarsi poco al di sotto dell'EAC. Questo indica che i costi effettivamente sostenuti sono stati inferiori alle stime previste per completare il progetto, il che suggerisce un'efficace gestione dei costi. Bisogna sottolineare, inoltre, che, come illustrato nell'ultimo consuntivo all'interno del *Piano di Progetto v2.0*, il team si è ritrovato ad avere a disposizione un budget leggermente più ampio rispetto a quanto preventivato per lo svolgimento del progetto sino alla **PB<sub>G</sub>** a causa della rinuncia alla **CA<sub>G</sub>**; il team ha dunque portato a termine gli obiettivi del periodo pre-**PB<sub>G</sub>** disponendo ancora di alcune risorse inutilizzate, per quanto limitate. Inoltre, l'ETC è continuato a diminuire nel corso degli *sprint<sub>G</sub>*, indicando una riduzione progressiva nella stima dei costi necessari per completare il progetto.

### 5.1.4 Earned Value e Planned Value

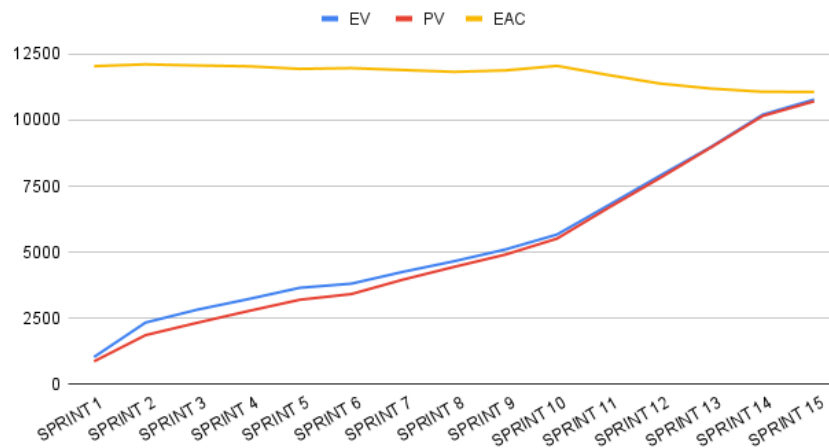


Figure 4: Valutazione Earned Value e Planned Value.

**RTB<sub>G</sub>** L'EV rappresenta il valore prodotto dal progetto ossia il valore dei *deliverable<sub>G</sub>* rilasciati fino al momento della misurazione in seguito alle attività svolte; il PV rappresenta invece il valore del lavoro pianificato fino a un dato momento. Nonostante sia ancora prematuro confrontare le due metriche con l'EAC, si può notare che il PV si mantiene al di sotto dell'EV, seppur di poco, segno che i preventivi fatti finora sono stati leggermente ottimistici rispetto alla spesa effettiva. Si può notare come le due metriche a partire dal sesto *sprint<sub>G</sub>* tendano ad avvicinarsi: ciò denota che il team sta iniziando effettivamente a produrre dei preventivi di periodo che rispecchiano maggiormente la realtà effettiva, anche per come viene fotografata nei consuntivi di periodo.

**PB<sub>G</sub>** Durante lo sviluppo del progetto, le metriche EV e PV hanno mostrato un costante avvicinamento, quasi fino a coincidere intorno allo *sprint<sub>G</sub>* 12. Questo progressivo avvicinamento suggerisce che i preventivi pianificati sono diventati sempre più precisi man mano che il progetto è avanzato. Il fatto che queste due metriche si siano avvicinate sempre di più suggerisce che le previsioni iniziali sono state riviste e adattate in modo accurato sulla base dell'andamento effettivo del progetto. Ciò indica anche una maggiore solidità nella pianificazione e una migliore comprensione dei requisiti e delle risorse necessarie per il completamento del progetto. Inoltre, il quasi coincidere delle due metriche intorno allo *sprint<sub>G</sub>* 12 indica che il progetto è stato eseguito in modo conforme alle previsioni e che la gestione del progetto è stata efficace nel monitorare e mantenere il progresso in linea con il piano stabilito.



## 5.2 Qualità di processo - documentazione

### 5.2.1 Indice Gulpease

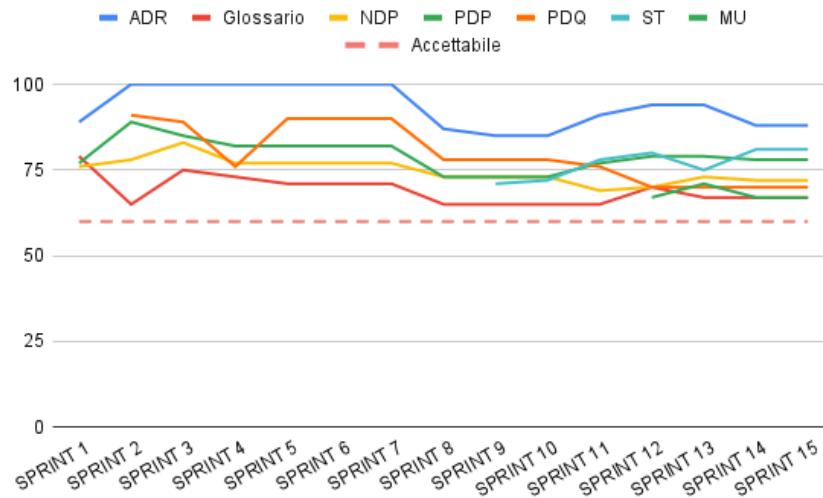


Figure 5: Valutazione Indice Gulpease.

**RTB<sub>G</sub>** Al termine del secondo *sprint<sub>G</sub>*, tutti i documenti in corso di preparazione in vista della revisione *RTB<sub>G</sub>* possiedono un IG al di sopra del limite accettabile inferiore di 60; in particolare, l'*Analisi dei Requisiti* ha raggiunto il valore ideale. Si rileva che nel corso dell'ultimo *sprint<sub>G</sub>* tutti i documenti hanno subito un abbassamento del loro indice di leggibilità, perciò nel corso del periodo che precede la seconda revisione *PB<sub>G</sub>* il team dovrà impegnarsi ad utilizzare una scrittura più semplice.

**PB<sub>G</sub>** Tutti i documenti hanno il valore di IG al di sopra del limite accettabile. Si nota che il documento *Piano di Qualifica* ha subito una notevole diminuzione dell'indice, dovuta principalmente all'utilizzo di parole più lunghe e frasi più complesse. Il documento *Analisi Dei Requisiti*, da grafico, ha l'indice più elevato tra tutti i documenti. Durante lo *sprint<sub>G</sub>* 10, si può notare un significativo aumento dell'IG, infatti il documento è stato arricchito con correzioni suggerite dal Professore Cardin e con ulteriori dettagli nei casi d'uso e nei requisiti. Tuttavia, negli ultimi due *sprint<sub>G</sub>* finali si è verificato un nuovo calo dell'Indice Gulpease, suggerendo possibili variazioni nella complessità del testo.

## 5.2.2 Correttezza Ortografica

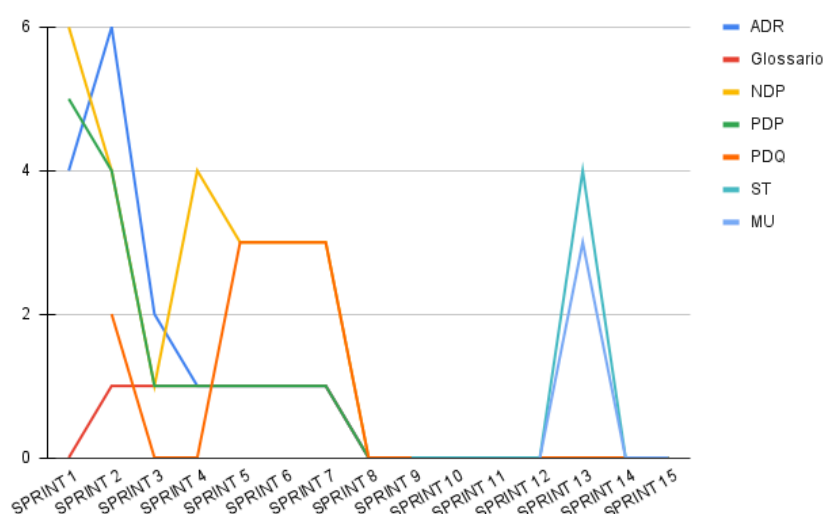


Figure 6: Valutazione Correttezza Ortografica.

**RTB<sub>G</sub>** A seguito dei primi due *sprint<sub>G</sub>* sono stati rilevati parecchi errori ortografici, per far fronte ai quali si è scelto di adottare uno strumento di controllo dell'ortografia sia in fase di stesura che in fase di revisione della *documentazione<sub>G</sub>*. Tuttavia, nonostante l'uso di questo strumento, si è notato che il processo di *documentazione<sub>G</sub>* continua ad essere afflitto da errori ortografici. Questo indica che il problema non è tanto la mancanza di strumenti adeguati, quanto più un approccio disattento da parte del team durante la redazione dei documenti, e nel processo di verifica che ne consegue. Fare in modo che non vi siano errori nei documenti prima della revisione *RTB<sub>G</sub>* rimane comunque un obiettivo di qualità che il team vuole raggiungere. Per ovviare al problema il team ha deciso di introdurre una checklist incentrata sugli errori ortografici, in modo tale che i responsabili del processo di verifica possano avvalersene nel correggere eventuali errori. Questa checklist è pensata non solo come uno strumento pratico, ma principalmente come un promemoria costante per il Verificatore. Tale strumento ha mostrato immediatamente i suoi effetti benefici: gli errori nel corso dell'ottavo *sprint<sub>G</sub>* sono calati a zero.

**PB<sub>G</sub>** Nella revisione dei documenti *Specifica Tecnica v1.0* e *Manuale Utente v1.0*, è emerso un certo numero di errori grammaticali e formali. Questa situazione è stata principalmente causata dal fatto che il team ha inizialmente concentrato i propri sforzi principalmente sulla revisione del codice e sui test, posticipando temporaneamente la revisione approfondita dei documenti citati. D'altra parte, gli altri documenti non presentano errori grammaticali evidenti, suggerendo un'efficace applicazione delle checklist di controllo e dei vari strumenti di revisione.

### 5.3 Qualità di processo - codifica

Nella seguente tabella si mostrano il numero di infrazioni delle metriche prese in esame riguardanti la qualità del processo di codifica.

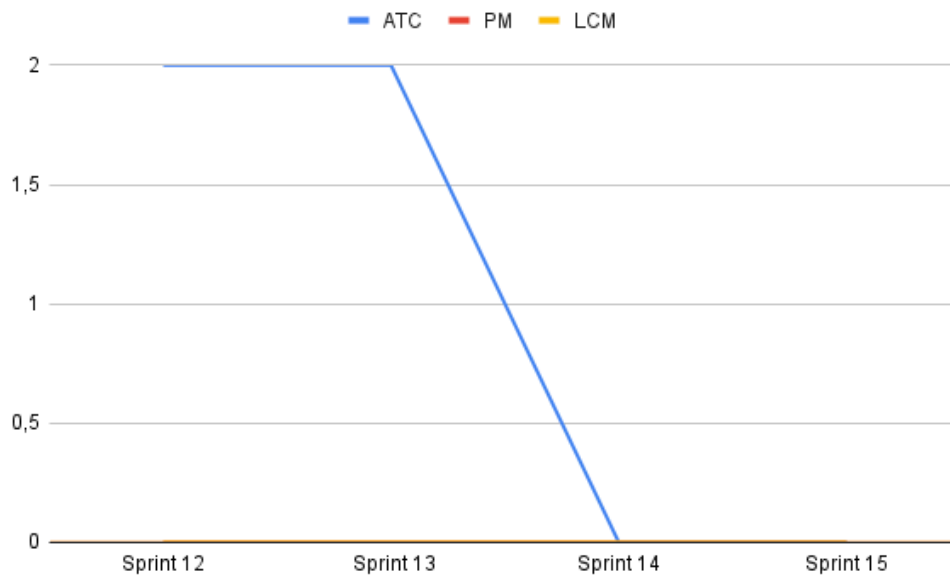


Figure 7: Valutazione Metriche Codifica, in particolare il numero delle violazioni riscontrate.

Nell'ambito delle metriche di codifica, si sono verificate esclusivamente due infrazioni della metrica ATC (Attributi per Classe), le quali sono state risolte nel corso del penultimo *sprint*<sub>G</sub>. È importante sottolineare che, al termine dell'ultimo *sprint*<sub>G</sub>, gli attributi di classe, i parametri per metodo (PM) e il numero di righe per funzione (LCM) sono tutti conformi ai limiti accettabili.

## 5.4 Qualità di processo - gestione della qualità

### 5.4.1 Metriche Non Soddisfatte

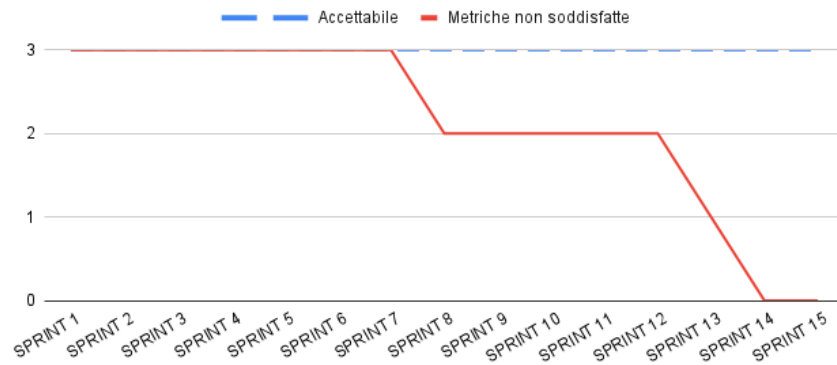


Figure 8: Valutazione Metriche Non Soddisfatte.

**RTB<sub>6</sub>** Le Metriche Non Soddisfatte corrispondono alle metriche MPC-CO, MPC-CPI, MPC-EAC. In concomitanza con l'ottavo *sprint<sub>G</sub>*, la misurazione di MPC-CO è rientrata all'interno del valore di accettazione. Per quanto riguarda MPC-CPI e MPC-EAC, essendo estremamente legate tra loro, si rimanda alle considerazioni relative a MPC-EAC.

**PB<sub>6</sub>** Verso il termine dello *sprint<sub>G</sub>* 12, la metrica CPI si è collocata entro il suo intervallo accettabile, determinando di conseguenza un posizionamento adeguato anche per la metrica EAC. Tuttavia, le MNS sono rimaste due perché le metriche riconducibili ai requisiti obbligatori soddisfatti e all'ATC (ovvero il numero di attributi per classe), valutate a partire dal dodicesimo *sprint<sub>G</sub>*, sono risultate essere non soddisfatte. Al termine dello *sprint<sub>G</sub>* 13 si è risolta la violazione della metrica CO (Correttezza Ortografica), portando il numero di MNS a uno. Infine, a partire dallo *sprint<sub>G</sub>* 14, tutte le metriche hanno raggiunto i valori desiderati e il numero di MNS è calato a 0.

## 5.5 Qualità di prodotto

### 5.5.1 Funzionalità

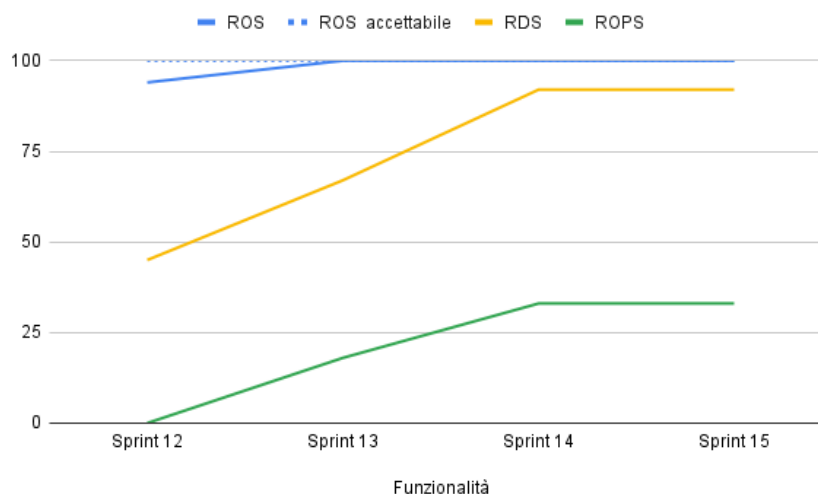


Figure 9: Valutazione requisiti obbligatori, desiderabili e opzionali.

Dall'analisi del grafico emerge che tutti i requisiti obbligatori sono stati soddisfatti nel corso dello *sprint<sub>G</sub>* 13. Inoltre, si è registrato un notevole progresso anche per quanto riguarda i requisiti desiderabili, con una percentuale finale di soddisfacimento pari al 92%. Tuttavia, risulta evidente che i requisiti opzionali sono stati realizzati solo parzialmente, raggiungendo il 33% della loro totalità.

### 5.5.2 Manutenibilità

Metrica	Valore
<b>MPC-SFIN</b>	12
<b>MPC-SFOUT</b>	1

Table 20: Massimo e minimo delle metriche SFIN e SFOUT

SFIN rappresenta il numero di moduli o componenti direttamente collegati o dipendenti da un modulo o una funzione specifica. SFOUT rappresenta il numero di dipendenze o connessioni che un componente o modulo particolare ha con altri componenti o moduli. Misura quanti altri elementi dipendono o interagiscono con un dato elemento all'interno di un *sistema<sub>G</sub>*.

L'analisi dei valori numerici evidenzia che il valore massimo dell'SFIN si attesta a 12, indicando che un modulo o componente specifico ha 12 altre parti del sistema che dipendono direttamente da esso.

Il valore minimo di SFOUT è 1, suggerendo che almeno un modulo ha solo una dipendenza o connessione con un altro modulo o componente all'interno del sistema. Questo potrebbe indicare una minore interdipendenza tra alcuni moduli, sebbene altri moduli possano avere un numero maggiore di connessioni.

### 5.5.3 Usabilità

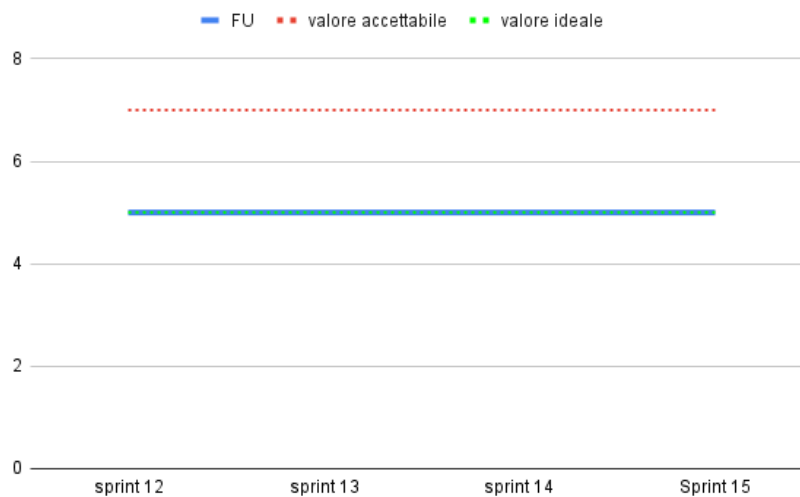


Figure 10: Valutazione facilità di utilizzo.

Durante il corso degli *sprint<sub>G</sub>*, il numero massimo di click necessari per accedere a tutte le funzionalità del prodotto è rimasto costante a cinque. Questo rappresenta il valore ideale, confermando l'efficacia dell'interfaccia utente nel garantire un accesso rapido e diretto alle varie funzionalità del prodotto.

Metrica	Valore	Valore accettazione
MPC-TA	8min	10 min

Table 21: Tempo di apprendimento del prodotto

Per valutare la complessità del prodotto, si è proceduto a condurre un test sul tempo di apprendimento (TA), affidandolo a un individuo esterno al progetto. I risultati hanno evidenziato che il tempo medio necessario per comprendere e familiarizzare con il prodotto è stato di circa 8 minuti. Questo dato fornisce un'indicazione preziosa sulla facilità di apprendimento del sistema o del servizio in questione, suggerendo che il processo di acquisizione delle competenze necessarie è relativamente agevole.

### 5.5.4 Affidabilità

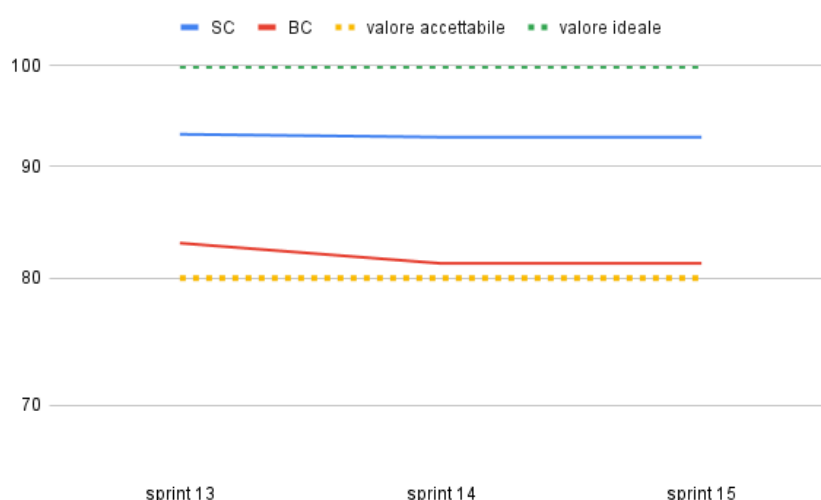


Figure 11: Valutazione metriche statement e branch coverage.

Nel grafico, osserviamo che lo statement coverage (SC) rimane costantemente elevato intorno al 93%, mentre il branch coverage (BC), sebbene sia sceso dal 83% all'81%, si mantiene comunque sopra l'80%, che rappresenta il minimo accettabile per una valutazione positiva della copertura del codice.

Il fatto che entrambe le metriche siano superiori all'80% indica che il codice è soggetto a un buon livello di copertura dai test. Una copertura dello statement così elevata suggerisce che la maggior parte del codice è stata eseguita durante i test, mentre un branch coverage superiore all'80% indica che la maggior parte dei rami decisionali del codice è stata attraversata dai test.

In conclusione, nonostante una leggera diminuzione nel branch coverage, entrambe le metriche rimangono ben al di sopra del minimo richiesto per una valutazione positiva della copertura del codice. Questo suggerisce che il codice è soggetto ad un livello adeguato di testing e che la sua qualità complessiva è solida e affidabile.

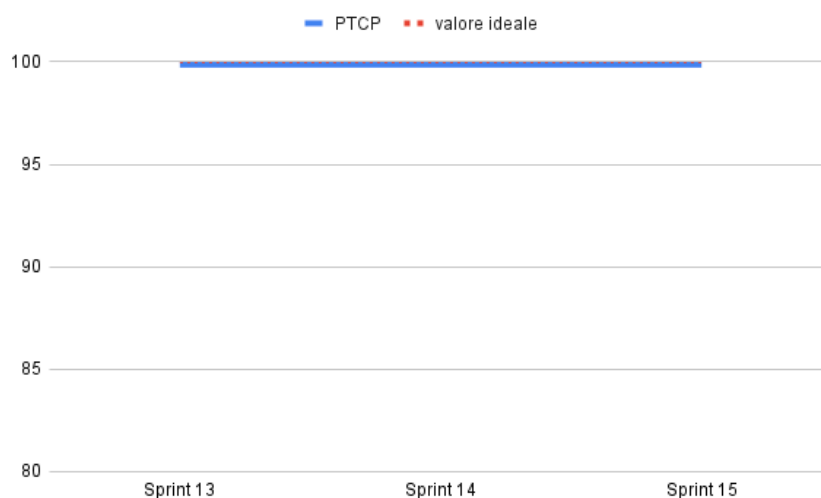


Figure 12: Valutazione metrica passed test.

Tutti i test prodotti sono stati superati con successo, senza alcun test fallito. Questo conferma ulteriormente la solidità del codice e l'efficacia dei test eseguiti.

### 5.5.5 Efficienza

Le metriche di efficienza sono state calcolate utilizzando un elaboratore con le seguenti caratteristiche:

- 16 GB RAM LPDDR5;
- CPU M1 PRO 10 Core 3.2GHz.

È stato valutato il rendimento del *sistema<sub>G</sub>* a pieno carico, con più di quaranta simulatori di sensori attivi, ognuno generante una scrittura al secondo, per più di sei ore, senza che si verificassero rallentamenti significativi. I risultati sono rimasti invariati durante il corso del progetto, dato che le componenti sono rimaste le stesse e sono in grado di gestire una mole di dati molto superiore a quella richiesta per il progetto.

Metrica	Valore Medio Rilevato	Valore accettazione
MPD-CPUU	~12%	≤ 20%
MPD-RAMU	2,7 GB	≤ 3GB
MPD-TDE	~ 3s	≤ 6s

Table 22: Tabella delle metriche di efficienza a massimo carico

## 5.6 Considerazioni finali in vista della revisione *RTB<sub>G</sub>*

Il team ha tentato fin da subito di adottare un *way of working<sub>G</sub>* che consentisse di rispettare gli obiettivi e le scadenze impostate all'inizio dello svolgimento del progetto, ma ci si è presto resi conto che quest'ultimo sarebbe dovuto essere gradualmente ampliato e raffinato con il passare del tempo; infatti, nonostante il *way of working<sub>G</sub>* sia progressivamente migliorato con l'avanzare del progetto, alcune aree necessitano di essere meglio definite o migliorate affinché la qualità di processo si rifletta positivamente sulla qualità di prodotto. Volendo ripercorrere brevemente la progressione del modo di lavorare del team, si possono riportare alcune considerazioni sulle difficoltà incontrate inizialmente e su come si sia tentato di superarle.

In generale, il team non ha avuto difficoltà nel fissare incontri interni settimanali per discutere dell'avanzamento del progetto a cui tutti i componenti partecipassero attivamente; tuttavia, per una buona parte del periodo antecedente la prima revisione *RTB<sub>G</sub>* (sostanzialmente fino allo *sprint<sub>G</sub>* 5 incluso), gli incontri hanno avuto una durata eccessiva, ossia oltre le 1,5 ore. Dunque, il team ha cominciato a stilare un *ordine del giorno<sub>G</sub>* nel corso dello *sprint<sub>G</sub>* in modo da poter strutturare meglio gli incontri e limitarne la durata. Nonostante questa lista abbia un contenuto piuttosto variabile, si può migliorare la sua applicazione prestabilendo quanto tempo si dovrebbe dedicare a ciascun punto di discussione nel corso dell'incontro, cosa che il team ha intenzione di fare dopo la prima revisione per renderli più efficienti. Si nota che gli incontri si protraggono ancora per più di quanto previsto, il che in parte è dovuto al fatto che si investe del tempo per assistere gli Amministratori nella creazione delle issue e assegnazione dei relativi campi. Tuttavia il fenomeno va riducendosi, segno che il team sta imparando a svolgere queste attività in modo più efficiente.

Si è menzionato il processo di creazione e assegnazione delle issue: fortunatamente tale processo è stato messo a punto e applicato in modo consistente fin dal principio, ma si può migliorare la sua applicazione per agevolare ulteriormente la creazione del preventivo che precede ogni *sprint<sub>G</sub>* e la pianificazione a breve termine. In particolare, come spiegato nelle



*Norme di Progetto v1.0*, ad ogni issue viene assegnata una dimensione (in base alle ore produttive che si stima siano necessarie per il suo completamento) e una priorità, pensate per aiutare il team a dimensionare gli *sprint<sub>G</sub>* e a gestire la catena di dipendenze tra le varie issue in modo corretto; tuttavia, il fatto di conoscere (e aggiornare in corso d'opera se necessario) la dimensione di tutte le issue previste per un determinato *sprint<sub>G</sub>* e, di conseguenza, la dimensione dello *sprint<sub>G</sub>* stesso non è stato preso in considerazione nella creazione del preventivo rilevante. Non c'è dubbio sul fatto che creare un preventivo "informato" da questo genere di stima sia più efficace che crearne uno inserendo ore non vincolate in alcun modo, solo in base alle esigenze del momento. Allo stesso modo il team si era prefissato di esplicitare sempre le date di inizio e fine di ogni singola issue, in modo da agevolare la pianificazione; anche in questo caso l'idea iniziale non è stata applicata in modo soddisfacente, perciò è risultato difficile eseguire una pianificazione dettagliata di ogni *sprint<sub>G</sub>*, che consistesse anche di un diagramma di Gantt. In futuro, dunque, il team ha intenzione di sfruttare queste procedure in modo concreto per migliorare le attività di creazione di pianificazione e preventivo di ogni *sprint<sub>G</sub>*.

Sarebbe utile dunque monitorare la dimensione di ogni *sprint<sub>G</sub>* come viene descritta sopra tramite una metrica apposita da inserire tra quelle di gestione dei processi; idealmente si avrebbe anche una metrica che misura il tasso di completamento delle attività per ogni *sprint<sub>G</sub>*, così da potersi regolare nella pianificazione di quelli futuri. Quest'ultima non è stata utilizzata perché nel momento in cui il team ha cominciato ad utilizzare le metriche scelte in modo appropriato, si è reso conto di non possedere una traccia delle issue aperte e chiuse al termine di ogni *sprint<sub>G</sub>*; attualmente, nel momento in cui si hanno delle issue ancora aperte alla fine dello *sprint<sub>G</sub>* corrente, queste vengono "trasportate" allo *sprint<sub>G</sub>* successivo assegnandole alla *milestone<sub>G</sub>* appena creata. In futuro, sarebbe bene fare uno "screenshot" dello stato della Kanban board al termine dello *sprint<sub>G</sub>* in modo da poter calcolare questa metrica aggiuntiva prima di riadattarla allo *sprint<sub>G</sub>* in procinto di iniziare.

L'applicazione di una routine più rigorosa per quanto riguarda l'aggiornamento del *Piano di Progetto* e del *Piano di Qualifica* con i dati rilevanti è di importanza vitale, soprattutto dopo la revisione *RTB<sub>G</sub>* quando ci saranno documenti aggiuntivi che richiederanno attenzione; pianificazione, preventivo, consuntivo e metriche dovranno essere aggiornati in modo metodico e rigoroso in modo da essere sfruttati come strumenti utili ed evitare problemi come l'impiego di più ore produttive in un determinato ruolo (Amministratore, ad esempio) di quante non ce ne siano effettivamente a disposizione (anche questo da considerare nella creazione dei preventivi appunto, assieme alla dimensione dello *sprint<sub>G</sub>*).

In quanto alla rendicontazione delle ore produttive effettivamente utilizzate dai membri del team nel corso di ciascuno *sprint<sub>G</sub>*, lo *spreadsheet<sub>G</sub>* "Time & Resource Manager" su Google Drive si è rivelato estremamente utile (se aggiornato tempestivamente da tutti i membri senza ritardo); tuttavia, l'utilizzo delle ore produttive preventivate ed effettive riportate nel *Piano di Progetto v1.0* per calcolare la percentuale di lavoro preventivato e svolto nell'ottica di PV ed EV è ancora un punto di discussione all'interno del team; infatti, come descritto dal grafico, L'EAC è ancora al di sopra del limite di accettazione superiore nonostante l'andamento decrescente. Questo è in un certo senso in linea con l'utilizzo che il team ha fatto del BAC, utilizzando più ore da Amministratore (tra le più costose, tra l'altro) del previsto, ma è anche un prodotto del modo in cui il team ha scelto di calcolare la percentuale di lavoro menzionata sopra; non essendoci altre alternative valide per eseguire il calcolo, con ogni probabilità il team continuerà

ad adottare l'approccio delineato, utilizzando però le ore in modo più consapevole rispetto a quanto già speso per fare in modo che l'EAC continui ad avere un andamento decrescente.

La comunicazione all'interno del team è stata stabile fin dall'inizio del progetto e non ha subito grosse variazioni se non durante il periodo coincidente con la sessione di esami invernale e poco oltre (lo stesso vale per la comunicazione esterna con la Proponente); tuttavia, il team dovrebbe imparare a gestire meglio (e quindi stabilire una procedura per) le situazioni in cui uno o più documenti necessitano di una revisione o di modifiche critiche da effettuare con urgenza (senza dover necessariamente attendere il termine dello *sprint<sub>G</sub>* corrente) tramite discussioni dedicate su Discord o meeting di emergenza. Tali misure sono state predisposte recentemente visto l'andamento del progetto nel corso della sessione, ma non sempre utilizzate quando necessario.

Complessivamente, il *way of working<sub>G</sub>* del team è migliorato notevolmente dall'inizio del progetto, in particolare grazie a tutti gli strumenti, le procedure e le automazioni descritte nelle *Norme di Progetto v 1.0* e alle misure di prevenzione dei rischi descritte nel *Piano di Progetto v1.0*, ma ciò non significa che sia privo di imperfezioni e che non possa essere migliorato ulteriormente in seguito alla revisione *RTB<sub>G</sub>*.

## 5.7 Considerazioni finali in vista della revisione $PB_G$

Rispetto al *way of working<sub>G</sub>* che ha caratterizzato lo svolgimento del progetto da parte del team sino alla prima revisione  $RTB_G$ , il periodo antecedente la seconda revisione  $PB_G$  ha visto dei miglioramenti gradualmente apportati al modo di lavorare ma, al contempo, anche l'emergere di nuove difficoltà, alcune delle quali non previste.

Per quanto riguarda la comunicazione interna, il team è effettivamente riuscito nell'intento di ridurre la durata degli incontri interni settimanali; questo grazie non solo ad un utilizzo più consapevole dell'*ordine del giorno<sub>G</sub>* e alla maggior esperienza degli Amministratori nel creare e assegnare le issue previste in modo opportuno, ma anche grazie allo svolgimento di *stand-up meeting<sub>G</sub>* da remoto ogni due giorni. Infatti, l'adozione di questa pratica ha portato ad un miglioramento significativo della comunicazione e della coordinazione tra i componenti del team, che sono stati in grado di portare a termine determinate task spesso in tempi più brevi del previsto. Eventuali decisioni prese nel corso degli *stand-up meeting<sub>G</sub>* sono comunque state riportate all'interno del verbale steso in occasione dell'incontro settimanale previsto, come sempre, a fine *sprint<sub>G</sub>*.

Le attività di creazione di pianificazione e preventivo di ogni *sprint<sub>G</sub>* sono di fatto state agevolate da alcune pratiche adottate dal team dopo l' $RTB_G$ , ovvero la stesura di verbali con un'attenzione maggiore al tracciamento di decisioni e relativi compiti assegnati e l'approccio utilizzato per determinare le risorse da impiegare per ogni *sprint<sub>G</sub>*. Infatti, se prima dell' $RTB_G$  il Responsabile determinava le risorse da preventivare in base alle esigenze del momento e alla disponibilità dei membri del team, in vista della  $PB_G$  si è deciso di valutare attentamente tutti gli obiettivi da soddisfare per completare il progetto procedendo retroattivamente a partire dalla data di consegna prevista; la definizione di obiettivi chiari e la volontà di utilizzare tutte le risorse a disposizione (specie dopo aver deciso di non sostenere la  $CA_G$ ) hanno fornito al Responsabile una linea guida per stabilire le risorse appropriate di volta in volta e hanno spinto il team a lavorare con maggiore intensità, specie dallo *sprint<sub>G</sub>* 11 in poi, come evidenziato dal *Piano di Progetto v2.0*. La maggior attenzione alle risorse nella creazione dei preventivi ha anche consentito al team di evitare di ripetere l'errore commesso in passato, ovvero l'utilizzo di più ore da Amministratore di quante non fossero disponibili.

Il ritmo di lavoro sostenuto di all'incirca 10 ore produttive settimanali per membro si è dimostrato arduo da implementare efficacemente in un primo momento, ma è divenuto via via più sostenibile grazie anche alla creazione di issue più piccole e facilmente gestibili, che hanno consentito una distribuzione più equa del carico di lavoro con una rotazione più rapida dei ruoli. Infatti, se in precedenza il team si era ritrovato più volte "bloccato" in una situazione in cui erano state aperte delle issue sostanzialmente troppo grandi e, di conseguenza, il componente incaricato era stato costretto ad assumere il ruolo rilevante per più *sprint<sub>G</sub>* consecutivamente fino alla chiusura di quest'ultima, ciò non si è più verificato dopo l' $RTB_G$ . Il modo in cui sono stati designati i ruoli di Progettista e Programmatore è stato di importanza cruciale per portare a termine lo sviluppo del  $MVP_G$  in modo rapido; anche la scelta di ruotare i Verificatori il più spesso possibile ha beneficiato il processo di verifica, facendo in modo che le responsabilità dei membri che erano soliti verificare il codice e, di contro, la *documentazione<sub>G</sub>* fossero invertite.

Il fatto che, immediatamente prima della  $PB_G$ , tutte le metriche che monitorano la qualità di processo e di prodotto siano soddisfatte indica che il prodotto realizzato soddisfa le aspettative di qualità prestabilite in tutte le sue parti; le metriche utilizzate per monitorare l'affidabil-

ità del software tramite i test di unità e integrazione (Branch Coverage e Statement Coverage) sono risultate particolarmente utili nel guidare il team allo sviluppo di test di qualità. Infatti, una delle difficoltà riscontrate e superate dal team è stata proprio la creazione dei test adatti al prototipo di prodotto richiesto dalla Proponente, visto che questo richiedeva relativamente poco sviluppo. In questo senso le metriche hanno fornito un aiuto sostanziale nel determinare l'approccio corretto al testing dei simulatori e di come le varie componenti infrastrutturali della pipeline comunicassero tra loro.

Nel complesso, il *way of working*<sub>G</sub> del team è decisamente migliorato rispetto al periodo pre-*RTB*<sub>G</sub> il focus dedicato alla progettazione, descritta nella *Specifica Tecnica v1.0*, e allo sviluppo del *MVP*<sub>G</sub> ha consentito al team di portare a termine il progetto senza particolari intoppi, mantenendo un ritmo di lavoro regolare fino all'ultimo *sprint*<sub>G</sub>.